

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**



**DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA BIBLIOTECA MUNICIPAL CON ENFOQUE AL
ARTE Y LA CULTURA EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ,
DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS**

CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS

SAN MARCOS, FEBRERO DE 2024.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



**DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA BIBLIOTECA MUNICIPAL CON ENFOQUE AL
ARTE Y LA CULTURA EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ,
DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN PRESENTADO POR:
CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS

ASESOR: ING. MARIO ROLANDO LUIS LÓPEZ
REVISOR: ING. GEOVANNI GUSTAVO RODRÍGUEZ NAVARRO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE
INGENIERO CIVIL

SAN MARCOS, FEBRERO DE 2024.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO

M. Sc. JUAN CARLOS LÓPEZ NAVARRO
DIRECTOR

LICDA. ASTRID FABIOLA FUENTES MAZARIEGOS
SECRETARIA CONSEJO DIRECTIVO

ING. AGRO. ROY WALTER VILLACINDA MALDONADO
REPRESENTANTE DOCENTE

BR. LUIS DAVID CORZO RODRÍGUEZ
REPRESENTANTE ESTUDIANTIL

LIC. OSCAR ALBERTO RAMÍREZ MONZÓN
REPRESENTANTE ESTUDIANTIL

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

COORDINACIÓN ACADÉMICA

COORDINADOR ACADÉMICO

PhD. ROBERT ENRIQUE OROZCO
SÁNCHEZ

PRODUCCIÓN AGRÍCOLA E INGENIERO
AGRÓNOMO CON ORIENTACIÓN EN
AGRICULTURA SOSTENIBLE

ING. AGR. CARLOS ANTULIO
BARRIOS MORALES

COORDINADOR, CARRERA PEDAGOGIA
Y CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

LIC. ANTONIO ETIHEL OCHOA
LÓPEZ

COORDINADORA, CARRERA TRABAJO
SOCIAL

M. Sc. AMINTA ESMERALDA
GUILLÉN RUÍZ

COORDINADOR, CARRERA
ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

ING. VÍCTOR MANUEL FUENTES
LÓPEZ

COORDINADORA, CARRERA ABOGADO
Y NOTARIO Y LICENCIATURA EN
CIENCIAS JURÍDICAS Y SOCIALES

LICDA. MARÍA DANIELA PAIZ
GODÍNEZ

COORDINADORA, CARRERA MÉDICO Y
CIRUJANO

DRA. JENNY VANESSA CHÁVEZ
MÍNCHÉZ

COORDINADOR, CARRERA PEDAGOGÍA EXTENSIÓN DE SAN MARCOS	M. Sc. NELSON DE JESÚS BAUTISTA LÓPEZ
COORDINADORA, EXTENSIÓN PLAN FIN DE SEMANA, MALACATÁN	LICDA. JULIA MARITZA GÁNDARA GONZÁLES
COORDINADORA, EXTENSIÓN PLAN FIN DE SEMANA, TEJUTLA	LICDA. MIRNA LISBET DE LEÓN RODRÍGUEZ
COORDINADOR, EXTENSIÓN DE TACANÁ	LIC. MARVIN EVELIO NAVARRO BAUTISTA
COORDINADOR, INSTITUTO DE INVESTIGACIONES -IDICUSAM-	PhD. ROBERT ENRIQUE OROZCO SÁNCHEZ
COORDINADOR DE EXTENSIÓN	LIC. MARIO RENÉ REQUENA
COORDINADOR, CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL	ING. OSCAR ERNESTO CHÁVEZ ANGEL
COORDINADOR, CARRERA CONTADURÍA PÚBLICA Y AUDITORIA	LIC. CARLOS EDELMAR VELÁSQUEZ GONZÁLES
COORDINADOR, EXTENSIÓN PLAN DIARIO Y FIN DE SEMANA, IXCHIGUÁN	ING. AGR. MIGUEL AMÍLCAR LÓPEZ LÓPEZ
COORDINADOR, CARRERA PROFESORADO EN EDUCACIÓN PRIMARIA BILINGÜE INTERCULTURAL	M. Sc. DANILO ALBERTO FUENTES BRAVO
COORDINADOR, CARRERA CIENCIAS POLÍTICAS, RELACIONES INTERNACIONALES Y SOCIOLOGÍA	LIC. YOVANI ALBERTO CUX CHAN

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL**

MIEMBROS DE LA COMISIÓN DE EPS

COORDINADOR DE CARRERA

ING. OSCAR ERNESTO CHÁVEZ ANGEL

COORDINADOR DE EPS

ING. LUIS CARLOS RODRÍGUEZ
CAMEROS

SECRETARIO

ING. EDWIN RENÉ BARRIOS SANDOVAL

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

TRIBUNAL EXAMINADOR DE EPS

ING. OSCAR ERNESTO CHÁVEZ ANGEL

ING. SAMUEL ALEJANDRO JUÁREZ GUILLÉN

ING. EDWIN RENÉ BARRIOS SANDOVAL

ING. LUIS CARLOS RODRÍGUEZ CAMEROS

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

TRIBUNAL EXAMINADOR

M. Sc. JUAN CARLOS LÓPEZ NAVARRO
DIRECTOR

PhD. ROBERT ENRIQUE OROZCO SÁNCHEZ
COORDINADOR ACADÉMICO

ING. OSCAR ERNESTO CHÁVEZ ANGEL
COORDINADOR DE LA CARRERA

ING. MARIO ROLANDO LUIS LÓPEZ
ASESOR

ING. GEOVANNI GUSTAVO RODRÍGUEZ NAVARRO
REVISOR

San Marcos, 01 de junio de 2023

Ing. Samuel Alejandro Juárez:
Coordinador de Unidad de EPS
Carrera de Ingeniería Civil

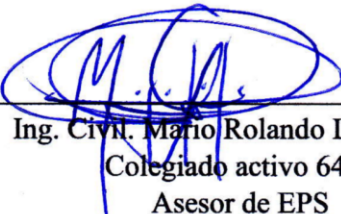
Estimado Ingeniero Samuel Alejandro Juárez:

Por este medio atentamente le informo que, como Asesor de la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado EPS, del estudiante universitario Carlos Fernando Velásquez Rodas, Registro Académico 201647383 y CUI 2285 51021 1202 de la Carrera de Ingeniería Civil, le brindé asesoría en la realización del informe, cuyo título es: **DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA BIBLIOTECA MUNICIPAL CON ENFOQUE AL ARTE Y LA CULTURA EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPEQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.**

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo, sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

f)


Ing. Civil. Mario Rolando Luis López
Colegiado activo 6447
Asesor de EPS

Ingeniero Civil
Mario Rolando Luis López
Colegiado 6447

San Marcos, 05 de junio de 2023

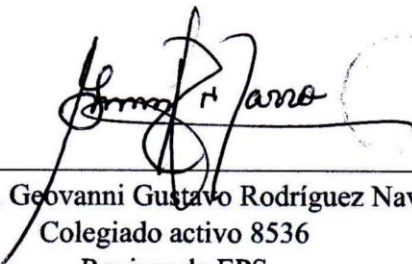
Ing. Samuel Alejandro Juárez:
Coordinador de Unidad de EPS
Carrera de Ingeniería Civil

Estimado Ingeniero Samuel Alejandro Juárez:

Por este medio atentamente le informo que, como Revisor de la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado EPS, del estudiante universitario Carlos Fernando Velásquez Rodas, Registro Académico 201647383 y CUI 2285 51021 1202 de la Carrera de Ingeniería Civil, procedí a revisar el informe final, cuyo título es: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA BIBLIOTECA MUNICIPAL CON ENFOQUE AL ARTE Y LA CULTURA EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPEQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.

En tal virtud, **LO DOY POR APROBADO**, solicitándole darle el trámite respectivo, sin otro particular, me es grato suscribirme.

Atentamente,

f) 
Ing. Civil. Giovanni Gustavo Rodríguez Navarro
Colegiado activo 8536
Revisor de EPS

Giovanni Gustavo Rodríguez Navarro
Ingeniero Civil
Colegiado No. 8536

Quetzaltenango, 13 de noviembre de 2023.


Ing. Luis Carlos Rodríguez Cameros
Coordinador de Unidad de EPS
Carrera de Ingeniería Civil
Universidad de San Carlos de Guatemala
Centro Universitario de San Marcos -CUSAM-

Respetable Ingeniero:

Por medio de la presente me dirijo a usted, para informarle que se procedió a la revisión y corrección de la parte lingüística al trabajo de graduación del estudiante Carlos Fernando Velásquez Rodas con Registro Académico 201647383, titulado: "DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA BIBLIOTECA MUNICIPAL CON ENFOQUE AL ARTE Y LA CULTURA EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPEQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS"

Después de revisarlo detenidamente y señaladas las recomendaciones pertinentes al estudiante, le comunico en calidad de revisor de la parte lingüística, dicho trabajo llena los requisitos que exige la Universidad.

Me suscribo de usted, atentamente,


Lic. Gaspar Tambriz Gómez
Licenciado en Lingüística
Colegiado No. 4,571



c.c/arch



USAC

TRICENTENARIA

Universidad de San Carlos de Guatemala

Centro Universitario de San Marcos | CUSAM

CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

San Marcos, San Marcos
20 de noviembre de 2,023.

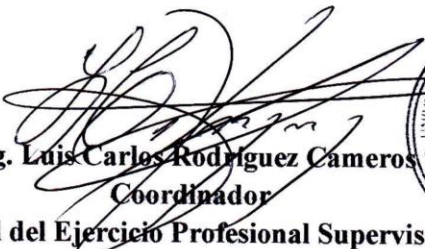
Ing. Oscar Ernesto Chávez Ángel.
Coordinador.
Carrera de Ingeniería Civil.
Centro Universitario de San Marcos.


Respetable ingeniero, me es grato saludarle deseando éxitos en sus actividades tanto profesionales como personales.

Por este medio le envío el informe final correspondiente a la práctica del Ejercicio Profesional Supervisado (E.P.S.), titulado: "DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA BIBLIOTECA MUNICIPAL CON ENFOQUE AL ARTE Y LA CULTURA EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.", que fue desarrollado por el estudiante universitario **Carlos Fernando Velásquez Rodas**, CUI **2285 51021 1202** y registro académico **201647383**, quien fue debidamente asesorado por el Ing. Mario Rolando Luis López y asimismo contando con la revisión del Ing. Geovanni Gustavo Rodríguez Navarro.

Por lo que habiendo cumplido con los objetivos y requisitos de ley referido trabajo y existiendo la aprobación del Asesor, Revisor y Lingüista apruebo su contenido, solicitándole darle el trámite respectivo.

Sin otro particular, me es grato suscribirme
Atentamente:


Ing. Luis Carlos Rodríguez Cameros
Coordinador
Unidad del Ejercicio Profesional Supervisado



Transc. EPSICCUSAM 06-2023.
24 de noviembre de 2,023.


Ingeniero: Oscar Ernesto Chávez Ángel.
Coordinador Carrera de Ingeniería Civil.
Centro Universitario de San Marcos.

Para su conocimiento y efectos, transcribo a usted el punto Primero del acta no. 011-2023 de sesión ordinaria del Departamento del Ejercicio Profesional Supervisado realizada de manera presencial el 25 de agosto del 2,023 que dice:

PRIMERO: Se tuvo a la vista la solicitud presentada el día 21 de noviembre del año 2,023, por el estudiante: Carlos Fernando Velásquez Rodas, carné 201647383 la cual dice:

Yo, Carlos Fernando Velásquez Rodas, con número de carné 201647383, con cierre de pènsum de la licenciatura de la carrera de Ingeniería Civil, me permito solicitar, **DICTAMEN FINAL**, del tema: **“DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA BIBLIOTECA MUNICIPAL CON ENFOQUE AL ARTE Y LA CULTURA EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS”**, habiendo cumplido con lo establecido por el asesor Ing. Mario Rolando Luis López; así mismo por el revisor Ing. Geovanni Gustavo Rodríguez Navarro; Lingüista, Lic. Gaspar Tambriz Gómez; Coordinador de la Unidad de EPS Ing. Luis Carlos Rodríguez Cameros para el efecto adjunto el informe correspondiente y los dictámenes emitidos por los profesionales antes mencionados.

Para lo cual la Unidad de Ejercicio Profesional Supervisado de la Carrera de Ingeniería Civil, de conformidad con el artículo 21 inciso c del normativo vigente, por unanimidad, **APRUEBA** el Trabajo denominado: **“DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA BIBLIOTECA MUNICIPAL CON ENFOQUE AL ARTE Y LA CULTURA EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS”**, presentado por el estudiante: **Carlos Fernando Velásquez Rodas**, carné **201647383**, presentado como informe final de Trabajo de Graduación. El presente acuerdo deberá remitirse a la Coordinación de la Carrera de Ingeniería Civil para su conocimiento y efectos de conformidad con la normativa vigente del Ejercicio Profesional Supervisado.


Ing. Luis Carlos Rodríguez Cameros
Secretario
Unidad del Ejercicio profesional Supervisado
Ingeniería Civil USAC-CUSAM



CC. Archivo.

ESTUDIANTE: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS
CARRERA: INGENIERÍA CIVIL.
CUSAM, Edificio.

Atentamente transcribo a usted el Punto **QUINTO: ASUNTOS ACADÉMICOS, inciso a) subinciso a.12) del Acta No. 002-2024**, de sesión ordinaria celebrada por la Coordinación Académica, el 1 de febrero de 2024, que dice:

“QUINTO: ASUNTOS ACADÉMICOS: a) ORDENES DE IMPRESIÓN. CARRERA: INGENIERIA CIVIL. a.12) La Coordinación Académica conoció Providencia No. IC-CUSAM-1-2024, de fecha 18 enero de 2024, suscrita por el Ing. Oscar Ernesto Chávez Ángel, Coordinador Carrera Ingeniería Civil, a la que adjunta solicitud del estudiante: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS, Carné No. 201647383, en el sentido se le **AUTORICE IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA BIBLIOTECA MUNICIPAL CON ENFOQUE AL ARTE Y LA CULTURA EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS**, previo a conferírsele el Título de INGENIERO CIVIL. La Coordinación Académica en base a la opinión favorable del Asesor, Comisión de Revisión y Coordinador de Carrera, **ACORDÓ: AUTORIZAR IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN TITULADO DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA BIBLIOTECA MUNICIPAL CON ENFOQUE AL ARTE Y LA CULTURA EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS**, al estudiante: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS, Carné No. 201647383, previo a conferírsele el Título de INGENIERO CIVIL.”
Atentamente,

ID Y ENSEÑAD A TODOS


PhD. Robert Enrique Orozco Sánchez
Coordinador Académico



c.c. Archivo
REOS/eje

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme la vida, sabiduría y fortaleza para culminar esta importante meta en mi vida.
- Mis padres** Carlos Velásquez y Doris Rodas, quienes han velado por mi bienestar y educación durante toda mi vida y siempre han sido mi mayor apoyo, depositando su confianza en cada reto que se me presentaba sin dudar en mi inteligencia, capacidad y al esfuerzo que hice para alcanzar esta meta.
- Mis hermanos** Danny, Anthony y Ángel Velásquez, por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias.
- Mi familia** A mi familia en general, porque me brindaron su apoyo incondicional y me animaron a culminar la carrera de ingeniería.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala	Por ser mi casa de estudios y por haberme brindado los conocimientos necesarios para ser un profesional.
Carrera de Ingeniería Civil	Por abrirme las puertas, por ser la encargada de mi formación profesional.
Docentes	Por haberme impartido sus conocimientos a lo largo de mi formación profesional. Gracias por su dedicación y esfuerzo.
Amigos	Henry Monzón, Alland Reyna y Julio Rodas, por brindarme su apoyo y compartir cada éxito y fracaso en el transcurso de mi formación profesional.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XI
LISTA DE SÍMBOLOS	XIX
GLOSARIO	XXV
RESUMEN.....	XXIX
OBJETIVOS.....	XXXI
INTRODUCCIÓN	XXXIII
1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS.....	1
1.1. Antecedentes del lugar	1
1.1.1. Reseña histórica	1
1.1.2. Descripción geográfica	3
1.1.2.1. Ubicación y Localización	3
1.1.2.2. Extensión territorial	3
1.1.2.3. Límites y colindancias.....	4
1.1.2.4. Aspectos climáticos	4
1.1.2.5. Población.....	4
1.2. Características de infraestructura	4
1.2.1. Vías de acceso	4
1.2.2. Servicios públicos	5
1.2.2.1. Educación.....	5
1.2.2.2. Salud	5

1.2.2.3.	Agua potable	5
1.2.2.4.	Drenaje	6
1.2.2.5.	Energía Eléctrica.....	6
1.2.3.	Tipología de la vivienda	6
2.	MARCO TEÓRICO	7
2.1.	Topografía.....	7
2.1.1.	Levantamiento topográfico.....	7
2.1.1.1.	Planimetría.....	7
2.1.1.2.	Altimetría.....	7
2.2.	Mecánica de suelos	8
2.2.1.	Ensayos de laboratorio	8
2.2.1.1.	Ensayo de Compresión Axial	8
2.2.1.2.	Ensayo de granulometría.....	9
2.2.1.3.	Límites de Atterberg.....	10
2.2.1.3.1.	Limite líquido AASHTO T-89.....	10
2.2.1.3.2.	Limite plástico AASHTO T-90.....	10
2.2.1.4.	Ensayo de compactación AASHTO T-180	10
2.2.1.5.	Ensayo Razón Soporte California AASHTO T-193.....	11
2.3.	Diseño Arquitectónico	11
2.4.	Sistema estructural	11
2.4.1.	Sistema E1- Estructuras de marcos simples.....	11
2.4.2.	Concreto reforzado	12
2.4.2.1.	Cemento	12

2.4.2.2.	Agregados	13
2.4.2.3.	Agua	14
2.4.2.4.	Aditivos	14
2.4.2.5.	Acero de refuerzo	15
2.5.	Análisis estructural.....	16
2.5.1.	Elementos estructurales	16
2.5.1.1.	Losa.....	16
2.5.1.2.	Viga	16
2.5.1.3.	Columna	16
2.5.1.4.	Cimentación.....	17
2.5.2.	Cargas de diseño.....	17
2.5.2.1.	Cargas verticales	17
2.5.2.2.	Cargas horizontales.....	17
2.5.3.	Análisis estructural por método numérico (Kani)	17
2.5.4.	Análisis Estructural por medio de Software (ETABS)	18
2.6.	Instalaciones.....	19
2.6.1.	Instalaciones hidráulicas.....	19
2.6.2.	Instalaciones sanitarias	19
2.6.3.	Instalaciones eléctricas.....	19
2.7.	Estacionamiento	19
2.7.1.	Componentes del estacionamiento.....	20
3.	CÓDIGOS DE DISEÑO y ESPECIFICACIONES	23
3.1.	Descripción de los Códigos y manuales de diseño.....	23

3.1.1.	Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural -ACI- 318S-14	23
3.1.2.	Normas de Seguridad Estructural para Guatemala -AGIES-	23
3.1.3.	Manual de uso para la Norma de Reducción de Desastres Numero dos	24
3.1.4.	Manual de criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos oficiales.	24
4.	DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE TRES NIVELES PARA BIBLIOTECA MUNICIPAL	25
4.1.	Descripción del proyecto	25
4.2.	Información básica del proyecto	25
4.2.1.	Levantamiento topográfico	25
4.2.2.	Ensayo de laboratorio de mecánica de suelos	25
4.2.2.1.	Ensayo triaxial	25
4.2.2.2.	Valor soporte del suelo	25
4.3.	Diseño arquitectónico	26
4.3.1.	Ubicación del edificio	26
4.3.2.	Distribución de ambientes	27
4.3.3.	Señalización de ambientes CONRED -NRD2-	29
4.3.4.	Altura del edificio	30
4.4.	Descripción de la tipología estructural seleccionada	30
4.5.	Análisis estructural	30
4.5.1.	Predimensionamiento de elementos estructurales	31

4.5.1.1.	Losa.....	31
4.5.1.2.	Viga	32
4.5.1.3.	Columnas	34
4.5.1.4.	Cimentación.....	40
4.5.2.	Modelos matemáticos para marcos dúctiles con nudos rígidos.....	41
4.5.3.	Cargas de diseño.....	42
4.5.3.1.	Cargas verticales	42
4.5.3.1.1.	Cargas muertas.....	42
4.5.3.1.2.	Cargas vivas.....	43
4.5.3.1.3.	Integración de cargas.....	44
4.5.3.2.	Cargas horizontales.....	50
4.5.3.2.1.	Carga de sismo efectiva	50
4.5.4.	Cálculo de corte basal según método estático equivalente -AGIES-	53
4.5.4.1.	Categoría ocupacional.....	53
4.5.4.2.	Zonificación sísmica de Guatemala	53
4.5.4.2.1.	Índice de sismicidad	54
4.5.4.2.2.	Parámetros básicos.....	54
4.5.4.3.	Nivel de protección sísmica y probabilidad del sismo de diseño	54
4.5.4.4.	Ajuste por clase de sitio	54
4.5.4.4.1.	Coeficientes de sitio F_a	55
4.5.4.4.2.	Coeficiente de sitio F_v	55

4.5.4.5.	Ajuste por intensidades sísmicas especiales	55
4.5.4.5.1.	Tipo de fuente sísmica.....	56
4.5.4.5.2.	Factor N_a para periodos cortos de vibración	56
4.5.4.5.3.	Factor N_v para periodos largos de vibración	56
4.5.4.6.	Probabilidad nominal de ocurrencia de los sismos de diseño ...	56
4.5.4.6.1.	Factor K_d de acuerdo con el nivel de sismo	56
4.5.4.7.	Periodos de vibración de transición	57
4.5.4.8.	Periodo fundamental de vibración.....	57
4.5.4.9.	Espectros genéricos probables.....	58
4.5.4.10.	Coeficiente sísmico al límite de cedencia	59
4.5.4.11.	Valores mínimos de CS	59
4.5.4.12.	Cálculo del valor de corte basal	60
4.5.5.	Distribución vertical de las fuerzas sísmicas por nivel	60
4.5.6.	Determinación de las fuerzas sísmicas en los diferentes marcos..	61
4.5.6.1.	Cálculo de rigidez	61
4.5.6.2.	Cálculo de centro de masa	66
4.5.6.3.	Cálculo de excentricidad directa	70
4.5.6.4.	Cálculo de excentricidad accidental.....	71
4.5.6.5.	Cálculo de corte directo	72
4.5.6.6.	Cálculo de cortante por torsión	73
4.5.6.7.	Cálculo de cortante total	73
4.5.6.8.	Resumen.....	77

4.5.7.	Análisis de marcos rígidos a través del uso de software y comparación por método numérico	79
4.5.7.1.	Análisis estructural por método numérico Kani.....	79
4.5.7.1.1.	Análisis por método numérico Kani, carga muerta	85
4.5.7.1.2.	Análisis por método numérico Kani, carga viva.....	87
4.5.7.1.3.	Análisis por método numérico Kani, carga de sismo.....	90
4.5.7.2.	Análisis estructural por medio de Software ETABS	92
4.5.7.2.1.	Análisis por medio de software ETABS, carga muerta.....	93
4.5.7.2.2.	Análisis por medio de software ETABS, carga viva.....	94
4.5.7.2.3.	Análisis por medio de software ETABS, carga de sismo..	95
4.5.7.3.	Análisis de resultados.....	96
4.5.8.	Envolvente de momentos	99
4.5.8.1.	Envolvente de momentos en vigas	100
4.5.8.2.	Envolvente de momentos en columnas	102
4.5.9.	Diagramas de corte	104
4.6.	Diseño de elementos estructurales.....	106
4.6.1.	Diseño de losas	107
4.6.2.	Diseño de vigas	126
4.6.3.	Diseño de columnas	137
4.6.4.	Diseño de nudo sísmico	154
4.6.5.	Diseño de cimentación	166
4.7.	Diseño de gradas.....	180
4.8.	Diseño de instalaciones	187

4.8.1.	Instalación hidráulica.....	187
4.8.2.	Instalación sanitaria	188
4.8.3.	Instalación pluvial.....	189
4.8.4.	Instalaciones eléctricas	189
4.9.	Diseño de área de parqueo de la biblioteca	190
4.9.1.	Dotación de aparcamientos	190
4.9.2.	Parámetros técnicos de diseño	190
4.9.3.	Determinación del área disponible.....	190
4.9.4.	Ensayo de laboratorio de mecánica de suelos.....	191
4.9.4.1.	Granulometría	191
4.9.4.2.	Límites de Atterberg.....	191
4.9.4.2.1.	Limite liquido AASHTO T-89.....	191
4.9.4.2.2.	Limite plástico AASHTO T-90.....	191
4.9.4.2.3.	Índice plástico.....	191
4.9.4.3.	Ensayo de compactación Proctor AASHTO T-180	192
4.9.4.4.	Ensayo de Razón Soporte California AASHTO T-193	192
4.9.4.5.	Análisis de resultados	192
4.9.5.	Diseño del pavimento rígido.....	192
4.9.5.1.	Subrasante.....	192
4.9.5.2.	Base.....	192
4.9.5.3.	Método de diseño Portland Cement Association (PCA).....	193
4.9.5.4.	Factores de diseño	193
4.9.5.4.1.	Módulo de ruptura del concreto (MR)	193

4.9.5.4.2.	Resistencia de la subrasante o base (K).....	193
4.9.5.4.3.	Periodo de diseño	195
4.9.5.4.4.	Transito	196
4.9.5.5.	Cálculo del espesor del pavimento	197
4.9.5.6.	Diseño de mezcla	198
4.10.	Elaboración de planos	200
4.11.	Elaboración del presupuesto del proyecto.....	200
4.12.	Cronograma de avance físico y financiero	202
5.	EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL.....	203
5.1.	Impactos ambientales	204
5.1.1.	Medidas de mitigación	206
	CONCLUSIONES	209
	RECOMENDACIONES.....	211
	BIBLIOGRAFÍA.....	213
	APÉNDICES	217
	ANEXOS.....	253

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1. Ubicación geográfica municipal de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.....	3
2. Ubicación y coordenadas del terreno.....	26
3. Planta arquitectónica del primer nivel	27
4. Planta arquitectónica del segundo nivel.....	28
5. Planta arquitectónica del tercer nivel	29
6. Planta para predimensionamiento, primer nivel	31
7. Sección transversal de vigas	34
8. Sección transversal de columnas	39
9. Elevación de marco típico transversal, sentido X.....	41
10. Elevación de marco típico longitudinal, sentido Y	42
11. Cargas verticales en marco 6, sentido X.....	48
12. Cargas verticales en marco B, sentido Y	49
13. Espectro genérico probable	58
14. Gráfica de espectro de diseño con factor de reducción	60
15. Fuerzas horizontales en el marco 6, sentido X	78
16. Fuerzas horizontales en el marco B, sentido Y	78
17. Análisis iterativo método Kani, carga muerta	82
18. Análisis iterativo método Kani, carga viva.....	83

19. Análisis iterativo método Kani, carga por sismo	84
20. Diagrama de momentos por carga muerta en vigas del marco 6	85
21. Diagrama de momentos por carga muerta en columnas del marco 6	86
22. Diagrama de momentos por carga muerta en vigas del marco B.....	86
23. Diagrama de momentos por carga muerta en columnas del marco B.....	87
24. Diagrama de momentos por carga viva en vigas del marco 6.....	88
25. Diagrama de momentos por carga viva en columnas del marco 6.....	88
26. Diagrama de momentos por carga viva en vigas del marco B	89
27. Diagrama de momentos por carga viva en columnas del marco B	89
28. Diagrama de momentos por carga de sismo en vigas del marco 6.....	90
29. Diagrama de momentos por carga de sismo en vigas del marco B	91
30. Diagrama de momentos por carga de sismo en columnas del marco 6.....	91
31. Diagrama de momentos por carga de sismo en columnas del marco B	92
32. Diagrama de momentos por carga muerta en vigas del marco 6	93
33. Diagrama de momentos por carga muerta en vigas del marco B.....	93
34. Diagrama de momentos por carga viva en vigas del marco 6.....	94
35. Diagrama de momentos por carga viva en vigas del marco B	94
36. Diagrama de momentos por carga de sismo en vigas del marco 6.....	95
37. Diagrama de momentos por carga de sismo en vigas del marco B	95
38. Diagrama de envolvente de momentos en vigas del marco 6.....	100
39. Diagrama de envolvente de momentos en vigas del marco B.....	101
40. Diagrama de envolvente de momentos en columnas del marco 6	102
41. Diagrama de envolvente de momentos en columnas del marco B.....	103

42. Diagrama de cortante en vigas del marco 6.....	104
43. Diagrama de cortante en vigas del marco B	104
44. Diagrama de cortante en columnas del marco 6.....	105
45. Diagrama de cortante en columnas del marco B	105
46. Planta de distribución de losas, primer nivel	107
47. Distribución de momentos finales en losas del primer nivel.....	118
48. Detalle de losa típica.....	125
49. Diagrama de momento flector y cortante máximo.....	126
50. Detalle de armado de viga, primer nivel.....	136
51. Detalle de armado de columna, primer nivel.....	153
52. Distribución de ejes locales.....	155
53. Área efectiva del nodo	158
54. Requerimientos de nodos viga-columna	158
55. Requisitos de confinamiento de nodo	159
56. Distribución de fuerzas en el nodo	160
57. Detalle de nodo central	165
58. Detalle de armado de zapata	179
59. Determinación del factor k por medio del C.B.R.	194

TABLAS

1. Coeficientes y factores para diseño de sistemas sismo-resistentes	30
2. Altura mínima de vigas no preesforzada	33
3. Predimensionamiento de vigas	34
4. Integración de cargas muertas sobre columna crítica	37
5. Integración de cargas vivas sobre columna crítica	38
6. Cargas muertas mínimas de diseño	43
7. Cargas vivas mínimas de diseño	43
8. Resumen de carga muerta en marco 6, sentido X	48
9. Resumen de carga viva en marco 6, sentido X	48
10. Resumen de carga muerta en marco B, sentido Y	49
11. Resumen de carga viva en marco B, sentido Y	49
12. Peso unitario de elementos estructurales	51
13. Integración de peso sísmico, carga muerta	51
14. Integración de peso sísmico, carga viva	52
15. Peso total de carga muerta	52
16. Peso total de sobrecarga permanente	52
17. Peso total de carga viva	53
18. Distribución de corte basal por nivel	61
19. Centro de rigidez, sentido X	64
20. Centro de rigidez, sentido Y	65

21. Resumen centro de rigidez.....	65
22. Integración de cargas para centro de masa, tercer nivel.....	67
23. Integración de cargas para centro de masa, segundo nivel	68
24. Integración de cargas para centro de masa, primer nivel.....	69
25. Resumen de centro de masa	69
26. Resumen de excentricidad directa	71
27. Resumen excentricidad accidental.....	72
28. Fuerza por marco en sentido X, tercer nivel.....	74
29. Fuerza por marco en sentido X, segundo nivel	74
30. Fuerza por marco sentido X, primer nivel.....	75
31. Fuerza por marco en sentido Y, tercer nivel.....	75
32. Fuerza por marco en sentido Y, segundo nivel	76
33. Fuerza por marco en sentido Y, primer nivel.....	76
34. Resumen distribución de fuerzas horizontales por marco en sentido X	77
35. Resumen distribución de fuerzas horizontales por marco en sentido Y	77
36. Comparación de momentos ETABS y Kani por carga muerta, marco 6.....	96
37. Comparación de momentos ETABS y Kani por carga muerta, marco B	96
38. Comparación de momentos ETABS y Kani por carga viva, marco 6	97
39. Comparación de momentos ETABS y Kani por carga viva, marco B	97
40. Comparación de momentos ETABS y Kani por carga de sismo, marco 6	98
41. Comparación de momentos ETABS y Kani por carga de sismo, marco B	98
42. Combinaciones de carga por gravedad-Método de resistencia.....	99
43. Combinaciones de carga sísmica-Método de resistencia	99

44. Envolverte de momentos en vigas del marco 6.....	100
45. Envolverte de momentos en vigas del marco B	101
46. Envolverte de momentos en columnas del marco 6.....	102
47. Envolverte de momentos en columnas del marco B	103
48. Factores de reducción para cada tipo de resistencia	106
49. Propiedades de los materiales	106
50. Cargas de diseño para losa, primer nivel.....	108
51. Momentos negativos no balanceados de las losas del primer nivel.....	112
52. Momentos positivos de las losas del primer nivel	113
53. Momentos negativos balanceados de las losas del primer nivel, sentido Y...	116
54. Momentos negativos balanceados de las losas del primer nivel, sentido X...	117
55. Área de acero y espaciamiento para los momentos en sentido Y	123
56. Área de acero y espaciamiento para los momentos en sentido X	123
57. Acero de diseño para viga E-D	132
58. Carga axial sobre columnas, sentido X.....	138
59. Refuerzo transversal para columnas en pórticos especiales resistentes a momento	150
60. Combinaciones de carga – Para dimensionar cimientos	166
61. Verificación en las diferentes coordenadas del plano	169
62. Verificación en las diferentes coordenadas del plano más sismo en X.....	171
63. Verificación en las diferentes coordenadas del plano más sismo en Y	172
64. Carga ocupacional para predimensionamiento de gradas	180
65. Espesor mínimo de losas maciza en una dirección	182

66. Tipo de suelos de subrasante y valores aproximados de k.....	195
67. Clasificación de vehículos según la categoría.....	196
68. TPDC permisible, carga por eje, categoría 1, pavimento con juntas.....	197
69. Resumen del presupuesto.....	200
70. Medidas de mitigación en construcción y operación	206

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolos	Significado
AMS_d	Aceleración máxima del suelo
h_c	Altura de columna
h_v	Altura de viga
A_g	Área bruta de la sección de concreto
A_{ch}	Área confinada
AS_{max}	Área de acero máximo
AS_{min}	Área de acero mínimo
AS_{temp}	Área de acero por temperatura
AS_{req}	Área de acero requerido
A_v	Área de acero de cortante
A_z	Área de la zapata
A_{sh}	Área total del refuerzo transversal incluyendo ganchos suplementarios
A_T	Área tributaria
b_w	Base de viga
P_c	Carga crítica de pandeo
W_s	Carga de sismo efectiva
W	Carga distribuida

CM	Carga muerta
CU_m	Carga muerta mayorada
P'_x	Carga resistente de la columna con e _x
P'_y	Carga resistente de la columna con e _y
P'_o	Carga última resistente de la columna
CV	Carga viva
CV_t	Carga viva de techo
CU_v	Carga viva mayorada
cm²	Centímetros cuadrados
CM_x-CM_y	Centro de masa en el sentido indicado
CR_x-CR_y	Centro de rigidez en el sentido indicado
F_a	Coeficiente de sitio para períodos de vibración cortos
F_v	Coeficiente de sitio para períodos largos
C_s	Coeficiente sísmico
S_{vd}	Componente vertical del sismo de diseño
F_x	Cortante de cedencia en el nivel “x” de la edificación
V_u	Cortante de diseño
V_c	Cortante resistente del concreto
V_b	Corte basal
P_{bal}	Cuantía balanceada
P_{max}	Cuantía de acero máximo
Y_c	Densidad específica del concreto

D_f	Desplante de cimiento
\emptyset	Diámetro del refuerzo
d_b	Diámetro nominal de una barra
E	Esbeltez
$\sigma_{\text{diseño}}$	Esfuerzo de diseño
$\sigma_{\text{máx}}$	Esfuerzo máximo
$S_{\text{máx}}$	Espaciamiento máximo
$S_{\text{mín}}$	Espaciamiento mínimo
t	Espesor de losa
$e_x - e_y$	Excentricidad directa en el sentido indicado
V_{ik}	Factor de desplazamiento
μ_{ik}	Factor de giro
δ	Factor de magnificación de momentos
ϕ	Factor de reducción de resistencia
$N_a - N_v$	Factores para amenazas especiales
P_u	Fuerza axial mayorada
Q_n	Fuerza cortante de piso
V_s	Fuerza de corte directo
V_t	Fuerza de corte por torsión
V_T	Fuerza de corte total
I_o	Índice de sismicidad
I_c	Inercia de la sección de la columna
M''_{ik}	Influencia de desplazamiento

M'_{ik}	Influencia de giro
kg	Kilogramos
kg-m	Kilogramos por metro
L_o	Longitud de confinamiento
L_v	Longitud de viga
m	Metro
m^2	Metro cuadrado
m^3	Metro cúbico
E_c	Módulo de elasticidad del concreto
G	Módulo de rigidez
M_n	Momento de piso
M_s	Momento de sujeción
MF_{ik}	Momento fijo en extremos de vigas
M_{ik}	Momento final en el extremo del elemento
Scr – S1r	Parámetros básicos sísmicos
b_o	Perímetro interno donde actúa el cortante punzonante
T_o	Período de inicio de la meseta de períodos cortos del espectro
T_a	Período de vibración
T_s	Período de vibración de transición
%	Porcentaje
r	Radio de giro

rec	Recubrimiento del elemento
P_o	Resistencia axial para excentricidad igual a 0
f_c	Resistencia específica a la compresión del concreto
f_y	Resistencia específica a la fluencia del refuerzo no preesforzada
K_N	Rigidez de cada nivel de análisis
K_{ik}	Rigidez del elemento vertical u horizontal
EI_{eff}	Rigidez efectiva a flexión del miembro
SCP	Sobrecarga permanente
Q_{adm}	Valor soporte del suelo

GLOSARIO

AASHTO	American Association of State Highway and Transportation Officials. (Asociación Estadounidense de funcionarios Estatales de Carreteras y Transporte).
Acero mínimo	Área mínima de refuerzo de flexión.
ACI	American Concrete Institute (Instituto Americano del Concreto).
AGIES	Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica.
Bastones	Varilla de refuerzo adicional colocado en los lugares de máximos esfuerzos.
Carga muerta	Comprende todas las cargas de elementos permanentes de la construcción. Incluyendo el peso propio de la estructura.
Carga viva	Son aquellas cargas producidas por el uso y la ocupación de la edificación.

Columna esbelta	Columna cuyas dimensiones de su sección transversal son pequeñas en comparación con su longitud.
Corte basal	Fuerza sísmica equivalente que actúan sobre la edificación.
Cuantía de acero	Se refiere a la relación que hay de hacer por partes de hormigón.
Desplante	Profundidad de la cimentación respecto de la superficie del terreno.
Envolvente	Es un diagrama que representa los esfuerzos máximos y mínimos sobre un elemento estructural.
Estribos	Acero de refuerzo colocado en un elemento estructural, para contrarrestar el esfuerzo cortante.
ETABS	Software utilizado para el dimensionamiento, análisis y diseño estructural de edificaciones.
Excentricidad	Es la distancia que separa al centro de masa del centro de rigidez, produciendo esfuerzos por torsión en la estructura.

Iteración	Repetición de un proceso para generar una secuencia de resultados hasta obtener un dato certero.
Momento	Esfuerzo al que se somete un cuerpo, debido a la aplicación de una fuerza a cierta distancia de su centro de masa.
Momento negativo	Momento flector que produce una curvatura convexa en una parte de la estructura.
Momento positivo	Momento flector que produce una curvatura cóncava en una parte de la estructura.
Momento último	Momento resistente afectado por un factor de mayoración.
Ocupación	Uso para el cual está destinada una edificación o estructura.
Peralte efectivo	Distancia desde la fibra extrema en compresión hasta el centroide del refuerzo longitudinal en tracción.
Periodo de diseño	Tiempo durante el cual una obra o estructura puede funcionar de manera eficiente.

Predimensionamiento	Es el proceso que estima dimensiones iniciales de los elementos estructurales.
Punzonamiento	Efecto producido por una fuerza que persiste sobre una superficie pequeña, obligando a penetrar en el interior del elemento a la que pertenece.
Recubrimiento	El recubrimiento del hormigón es la distancia entre la superficie exterior de la armadura y la superficie del hormigón más cercana.
Refuerzo	Son barras de acero que se proporcionan en combinación con el hormigón.
Rigidez	Capacidad de resistencia de un cuerpo a doblarse o torcerse por la acción de fuerzas exteriores que actúan sobre la superficie.
Valor soporte	Capacidad del suelo para resistir cargas por unidad de área.

RESUMEN

El presente trabajo de graduación consiste en el análisis y diseño estructural de una edificación de tres pisos en concreto armado. La edificación está destinada para la biblioteca municipal, ubicada en la calle 29 de junio, acceso No. 5 de la zona 1, del municipio de San Pedro Sacatepéquez, en el casco urbano. El terreno disponible para el proyecto tiene un área de 2,572.57 m²; la obra gris del edificio cuenta con 1,855.5 m²; con un área de parqueo de 647.38 m².

El edificio presenta un sistema de marcos estructurales que está integrado por columnas y vigas que soportan todas las cargas verticales y horizontales. Los techos de cada piso forman un diafragma rígido. Para los techos se usaron losas macizas armadas.

Tanto el análisis como el diseño de los elementos estructurales de losas, vigas, columnas y cimentación se diseñaron conforme a la normativa Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural -ACI- 318S-14 y las Normas de Seguridad Estructural para Guatemala 2018, -AGIES-.

Se realizó el modelado 3D del edificio con la ayuda del software ETABS, con la finalidad de realizar el análisis sísmico y se verificaron los resultados con el método numérico de Kani, y de esta manera obtener los datos necesarios para diseñar los elementos estructurales.

OBJETIVOS

General

Diseñar el edificio utilizando un sistema de marcos simples de concreto reforzados para la Biblioteca Municipal de San Pedro Sacatepéquez, en donde se atiende distintos grupos de personas, ya sea desde edades tempranas hasta alfabetización de adultos, para impulsar y generar una formación educativa, artística e identidad cultural.

Específicos

1. Aplicar los conocimientos adquiridos en la Carrera de Ingeniería Civil, desde el punto de vista teórico-práctico, para dar una solución factible en dicho proyecto.
2. Elaborar el diseño estructural de la edificación con base a las Normas de Seguridad Estructural -NSE- y especificaciones -ACI- 318S-14.
3. Elaborar los planos y presupuesto financiero para la construcción del proyecto.
4. Contribuir con el desarrollo social y cultural, diseñando obras de infraestructura que mejoren la calidad de vida y el nivel educativo de los habitantes del municipio de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos.

INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación es el resultado del Ejercicio Profesional Supervisado -EPS- de la Carrera de Ingeniería Civil, del Centro Universitario de San Marcos, de la Universidad de San Carlos de Guatemala (CUSAM-USAC), el cual está integrado por cinco capítulos.

En el capítulo 1 se detalla la monografía del municipio de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos. Se describen aspectos como: Antecedentes del lugar y Características de infraestructura.

El capítulo 2 contiene el marco teórico referente a definiciones a tratar en el presente proyecto.

El capítulo 3 contiene la descripción de los Códigos y manuales de diseño utilizados en el presente proyecto.

El capítulo 4 contiene el diseño estructural de la edificación, especificando la descripción del proyecto, la estructuración, el predimensionamiento de los elementos estructurales, el análisis sismorresistente y el diseño de la edificación. Como también contiene el diseño del área de parqueo.

Y, por último, en el capítulo 5 se realizó la evaluación de impacto ambiental inicial y las medidas de mitigación del proyecto.

1. MONOGRAFÍA DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS

1.1. Antecedentes del lugar

1.1.1. *Reseña histórica*

San Pedro Sacatepéquez fue fundado por un grupo de españoles comandado por el capitán Juan de León y Cardona, quien había sido comisionado por el alguacil mayor Jorge de Alvarado para proseguir con la conquista de territorios para la corona española, al capitán Juan de León y Cardona lo acompañaba su hermano Andrés, así como Cristóbal Mateo de Maldonado, Bernardino y Fernando Rodríguez, Gabriel Aldana, Crescencio Estrada, Cristóbal de Sánchez, Gabriel Mazariegos, Nicolás de Rodríguez, Domingo de Orné, Gregorio de González, Sebastián Barrios y otros. (Consejo Municipal de Desarrollo, 2010, p.16)

Estos llegaron a Coatepeque, subieron a Sacuchum y llegaron a la planicie llamada hoy San Pedro Petz. El religioso que los acompañaba, Fray de Angulo, bautizó al Cacique Tuichej, a quien le puso el nombre cristiano de Pedro de Sacatepéquez, y el poblado también se le bautizó con este mismo nombre; fue en la tarde del 14 de abril de 1533.

Luego se trasladaron al valle que hoy se conoce con el nombre de barrio Santa Isabel, donde encontraron un manantial de agua cristalina (que es lo que hoy se denomina Valle de la Esmeralda) y tomaron como patrón del lugar a San Pedro Apóstol, porque sucedió el 29 de junio de 1533. Asimismo, ofrecieron el lugar a la virgen de las Mercedes, cuya imagen está en el altar mayor de la Iglesia del municipio.

Existen diversos documentos que relatan datos acerca del origen y fundación del municipio, entre ellos, el de su catequización que es un pergamino que se encuentra en los archivos de la Municipalidad; se cuenta que los nativos de San Pedro colaboraron en todo sentido con los españoles y como recompensa a sus múltiples esfuerzos, el Rey Carlos V les obsequió dicho pergamino el 1 de mayo de 1543. En esta Real Cédula, el Monarca agradecía los servicios prestados, conforme relación hecha por los Caciques del pueblo de San Pedro Sacatepéquez.

Siguiendo los capítulos de instrucción del Licenciado Bartolomé de las Casas, el pueblo se formó cerca de los ríos, conformándose al inicio como con trescientos vecinos para permitir la extensión, siendo el responsable el Cacique principal juntamente con el religioso o clérigo.

En la historia sampedrana destacan varios acontecimientos, entre ellos, los dos movimientos telúricos que azotaron el lugar, el primero fue en marzo de 1791 y el segundo en abril de 1902, ambos terremotos destruyeron la Parroquia y el Palacio Municipal. Así también, “Según acuerdo del 23 de octubre de 1897, San Pedro Sacatepéquez pasó a ser la cabecera del departamento de San Marcos, pero por acuerdo del 16 de febrero de 1898 lo volvió a ser San Marcos. El 3 de diciembre de 1926 se elevó la cabecera al rango de ciudad. Estuvo unida la población a la de San Marcos, formando el municipio de La Unión San Marcos desde el 16 de diciembre de 1935 en que se declaró de utilidad y necesidad pública, habiéndose inaugurado el 14 de febrero de 1942. El municipio se suprimió; y los de San Pedro Sacatepéquez y San Marcos fueron restablecidos por acuerdo gubernativo del 20 de julio de 1945. (Consejo Municipal, 2020)

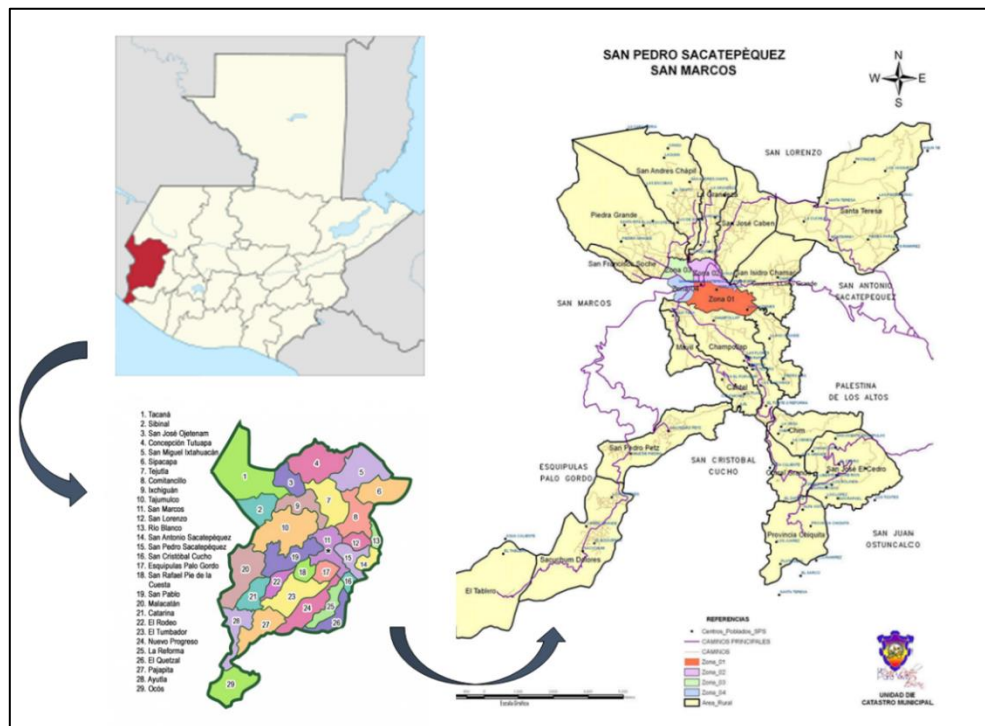
1.1.2. Descripción geográfica

1.1.2.1. Ubicación y Localización

El municipio de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos, se ubica a 2 kilómetros de la cabecera departamental y a 250 kilómetros de la ciudad capital. Se encuentra a 2,330 msnm (metros sobre el nivel del mar), a una latitud de 14°57'55" y su longitud es de 91°46'36" con respecto al meridiano de Greenwich.

Figura 1.

Ubicación geográfica municipal de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos



Fuente: Dirección Municipal de Planificación, San Pedro Sacatepéquez, San Marcos.

1.1.2.2. Extensión territorial

La extensión territorial del municipio de San Pedro Sacatepéquez es de 253 kms² y la del área urbana es de 8.7 kms². Cuenta con 1 ciudad, 17 aldeas y 40 caseríos. El área urbana cuenta con ocho cantones: San Sebastián, La Parroquia,

San Agustín Tonalá, El Mosquito, San Juan de Dios, Santa María, San Miguel y San Juan del Pozo.

1.1.2.3. Límites y colindancias

El municipio de San Pedro Sacatepéquez colinda al norte con el municipio de San Lorenzo; al sur con los municipios de San Cristóbal Cucho, La Reforma y el Tumbador; al este con los municipios de San Antonio Sacatepéquez del departamento de San Marcos y con los municipios de Palestina de los Altos y San Juan Ostuncalco del departamento de Quetzaltenango; al oeste con los municipios de Esquipulas Palo Gordo y San Marcos.

1.1.2.4. Aspectos climáticos

El municipio de San Pedro Sacatepéquez presenta un clima húmedo y semi-frio, con temperatura media anual de 12 grados y variaciones de 5 a 23 grados. Se marcan dos estaciones al año: invierno y verano.

1.1.2.5. Población

Según información del Instituto Nacional de Estadística (INE), en el último censo realizado en el 2018 estimó una población de 79,158 personas. Y la proyección para el presente año es de 87,030 personas de las cuales el 51.31% (44,652) son mujeres y el 48.69% (42,378) son hombres.

1.2. Características de infraestructura

1.2.1. Vías de acceso

Las principales vías de acceso al municipio de San Pedro Sacatepéquez, son: La carretera asfaltada RN-01 que conduce desde Quetzaltenango hasta el municipio

de San Pedro Sacatepéquez; La calle Pavimentada que conduce desde la cabecera departamental de San Marcos hasta el municipio de San Pedro Sacatepéquez y la carretera asfaltada RN-12N que conduce desde el Altiplano del departamento de San Marcos hasta el municipio de San Pedro Sacatepéquez.

1.2.2. Servicios públicos

1.2.2.1. Educación

De acuerdo con el Anuario Estadístico de la educación de Guatemala del Ministerio de Educación (MINEDUC), datos del año 2020, el municipio de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos, presenta una tasa neta de cobertura del 73.87% preprimaria, 94.90% primaria, 56.14% básico y 61.65% diversificado. La tasa de deserción en preprimaria fue del 1.15%, 0.49% en primaria, 1.84% en básico y 0.91% en Diversificado y la tasa de retención en preprimaria 98.85%, primaria 99.51%, básico 98.16% y diversificado 99.09%.

1.2.2.2. Salud

El municipio de San Pedro Sacatepéquez cuenta con un Centro de Salud que funciona como Centro de Atención Permanente, ubicado en la parte noreste del parque central por camino que conduce al sector la Calzada Independencia. En el área rural se cuenta con siete puestos de salud y dos unidades mínimas de salud.

1.2.2.3. Agua potable

De acuerdo con información del departamento de agua de la municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, en el área urbana el 100% de la población tiene acceso a ella, y en el área rural el 86.9% de las viviendas cuenta con agua entubada, ya sea

por introducción domiciliar o llenacántaros, el resto de las viviendas se abastecen en pozos.

1.2.2.4. Drenaje

Según información del Instituto Nacional de Estadística (INE), en el último censo realizado en el año 2018 indica que: “De 17,738 hogares, el 63.06% están conectados a la red de drenaje, el 29.64% usa letrina o pozo ciego, el 3.60% usa excusado lavable, el 3.21% están conectados a fosa y el 0.49% no contaba con servicio sanitario”.

1.2.2.5. Energía Eléctrica

Este servicio es distribuido a través de la Empresa Eléctrica Municipal, y la cobertura en el área urbana es del 100% y en el área rural es del 85%.

1.2.3. Tipología de la vivienda

Según información del Instituto Nacional de Estadística (INE), en el último censo realizado en el año 2018 indica que:

De 22,067 viviendas, 99.17% son viviendas formales. Los materiales de construcción predominantes son: paredes de block 71.40%, de ladrillo 2.60%, de adobe 8.84%, de madera 3.33% y otros materiales 13.83%. Techos de concreto 50%, de lámina metálica 45%, de teja de barro 4.60% y otros materiales 0.4%.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Topografía

Es la ciencia que se encarga en determinar las posiciones relativas o absolutas de los puntos sobre la Tierra, así como la representación en un plano de una porción de la superficie terrestre. De manera general, la topografía estudia los métodos y procedimientos para hacer mediciones y recopilar información acerca de la superficie de la Tierra. (García, 2014, p. 2)

2.1.1. Levantamiento topográfico

Es el conjunto de actividades que se realizan en campo con el objeto de capturar la información necesaria que permita determinar las coordenadas rectangulares de los puntos del terreno, ya sea directamente o mediante un proceso de cálculo, con las cuales se obtiene la representación gráfica del terreno, el área y volúmenes de tierra cuando así se requiera. (Pachas L, 2009, p. 30)

2.1.1.1. Planimetría

Es todo trabajo topográfico que solo toma en cuenta la proyección del terreno sobre un plano horizontal.

2.1.1.2. Altimetría

Se encarga de la medición de las diferencias de nivel existentes entre los diferentes puntos de un terreno.

2.2. Mecánica de suelos

Es la aplicación de las leyes de la Mecánica y la Hidráulica a los problemas de ingeniería que tratan con sedimentos y otras acumulaciones no consolidadas de partículas sólidas, producidas por la desintegración mecánica o descomposición química de rocas independientemente, que tengan o no contenido de materia orgánica. (Terzaghi, como se citó en Crespo Villalaz, 2004, p. 17)

2.2.1. Ensayos de laboratorio

El propósito de los ensayos de laboratorio es caracterizar las propiedades geotécnicas del suelo, utilizando muestras obtenidas en campo.

2.2.1.1. Ensayo de Compresión Axial

Es uno de los métodos más usados para determinar la resistencia al esfuerzo cortante del suelo. El esfuerzo cortante de un suelo es la máxima resistencia que el suelo puede soportar. Entre las ventajas de este ensayo tenemos la capacidad de controlar las tensiones, drenaje y la presión, lo que permite comprender el comportamiento del suelo que se utilizará más adelante en el diseño.

El ensayo consiste en preparar una muestra de suelo en forma cilíndrica revestido con una membrana de caucho dentro de una cámara de presión. El espécimen se somete a presiones laterales utilizando agua que constituyen los esfuerzos principales de confinamiento. La carga axial se aplica mediante un vástago que penetra la parte superior de la cámara hasta llevar a la falla al espécimen.

En laboratorio se pueden realizar tres tipos de ensayos, con relación al grado de consolidación y drenaje del suelo:

- Consolidado-Drenado: Denominado CD (consolidated-drained), permite determinar los parámetros de resistencia efectivos o parámetros drenados. El espécimen se lleva a la falla aplicando la carga axial en velocidades muy bajas.
- Consolidado-no drenado: Denominado CU (consolidated-undrained), permite determinar la resistencia de los esfuerzos efectivos y totales por medio de la medición de la presión de poros, carga axial y deformación. El espécimen se lleva a la falla incrementando rápidamente la carga axial, evitando cambio de volumen.
- No consolidado-no drenado: Denomino UU (unconsolidated-undrained), no permite la consolidación y drenado de la muestra. Se aplica al espécimen una presión hidrostática y de inmediato, se falla el suelo aplicando la carga axial rápidamente. (Hernandez, 2018)

2.2.1.2. Ensayo de granulometría

El análisis granulométrico determina los porcentajes de los distintos tamaños de partículas que constituyen el suelo. Existen diferentes métodos para conocer la composición granulométrica del suelo. El método más común para clasificar las partículas gruesas es el tamizado. Sin embargo, a medida que aumenta la finura de las partículas del suelo, el tamizado se vuelve más difícil y se debe utilizar métodos de sedimentación. Conociendo la composición granulométrica del material, se le representa gráficamente para formar la llamada curva granulométrica del mismo. (Crespo Villalaz, 2004)

2.2.1.3. Límites de Atterberg

Los límites de Atterberg se basan en el concepto de que los suelos finos, pueden encontrarse en diferentes estados, dependiendo de su contenido de humedad. Así, un suelo se puede encontrar en un estado sólido, semisólido, plástico o líquido. (Crespo Villalaz, 2004)

2.2.1.3.1. Límite líquido AASHTO T-89

El límite líquido fue definido por Albert Atterberg como el contenido de humedad al que un suelo pasa del estado plástico al estado líquido.

2.2.1.3.2. Límite plástico AASHTO T-90

El límite plástico fue definido por Albert Atterberg como el contenido de humedad al que un suelo pasa del estado semisólido al estado plástico.

2.2.1.4. Ensayo de compactación AASHTO T-180

El ensayo de Proctor se refiere a la determinación del peso por unidad de volumen de un suelo que ha sido compactado por un procedimiento definido para diferentes contenidos de humedad. Esta prueba tiene por objeto:

- Determinar el peso volumétrico seco máximo que puede alcanzar un material, así como la humedad óptima a que deberá hacerse la compactación.
- Determinar el grado de compactación alcanzado por el material durante la construcción, o cuando ya se encuentran construidos los caminos, aeropuertos y calles, relacionando el peso volumétrico obtenido en el lugar con el peso volumétrico máximo Proctor. (Crespo Villalaz, 2004, p. 102)

2.2.1.5. Ensayo Razón Soporte California AASHTO T-193

La finalidad de este ensayo es determinar la capacidad de soporte (CBR, California Bearing Ratio) de suelos y agregados compactados en laboratorio, con una humedad óptima y niveles de compactación variables. El valor CBR se expresa como el tanto por ciento de la carga necesaria para introducir un pistón de sección circular en una muestra de suelo, respecto a la precisa para que el mismo pistón penetre a la misma profundidad una muestra tipo piedra triturada. (Crespo Villalaz, 2004, p. 112)

2.3. Diseño Arquitectónico

Consiste en determinar las estrategias de organización de los componentes que conformarán el sistema a construir. Entre los aspectos que se toman en cuenta está la creatividad, la organización, la funcionalidad y un placer estético y visual.

2.4. Sistema estructural

2.4.1. Sistema E1- Estructuras de marcos simples

La Norma de Seguridad Estructural para Guatemala NSE-3, en su capítulo 1, define:

Es un sistema integrado con marcos de columnas y vigas que soportan toda la carga vertical y horizontales. Todos los marcos deben estar unidos entre sí por diafragmas de piso. Los marcos pueden ser de concreto reforzado, de perfiles de acero estructural o combinados.

Los marcos, atendiendo a sus capacidades sismo-resistentes, puede ser de Alta ductilidad (Tipo DA), Ductilidad Intermedia (Tipo DI) o, en algunos casos,

de Baja Ductilidad (Tipo DB). Los atributos sismo-resistentes se definen para cada sistema constructivo en la norma NSE-7 correspondiente.

2.4.2. Concreto reforzado

El concreto es una mezcla de arena, grava, roca triturada, u otros agregados unidos en una masa rocosa por medio de una pasta cemento y agua. En ocasiones, uno o más aditivos se agregan para cambiar ciertas características del concreto, como la ductilidad, durabilidad y tiempo de fraguado.

Al igual que la mayoría de los materiales pétreos, el concreto tiene una alta resistencia a la compresión y una muy baja resistencia a la tensión. El concreto reforzado es una combinación de concreto y acero en la que el refuerzo de acero proporciona la resistencia a la tensión de que carece el concreto. El acero de refuerzo es también capaz de resistir fuerzas de compresión y se usa en columnas, así como en otros miembros estructurales. (McCormac & Brown, 2017, p. 1)

2.4.2.1. Cemento

Es un material que tiene las propiedades de adhesión y cohesión necesaria para unir agregados y conformar una masa sólida de resistencia y durabilidad adecuadas. Entre los materiales usados para su fabricación, están: la caliza, arcilla y esquitos. Estos materiales se pulverizan, se mezclan y se funden hasta obtener Clinker. (McCormac & Brown, 2017, p. 10)

El cemento más utilizado en la construcción de edificaciones es el cemento Portland y existen cinco tipos:

- Tipo I: Cemento de uso general en la construcción.
- Tipo II: Cemento modificado para resistir moderada exposición a sulfatos.
- Tipo III: Cemento de fraguado rápido, produce en las primeras 24 horas, un concreto con una resistencia aproximadamente del doble que la del cemento tipo I.
- Tipo IV: Cemento de bajo calor que produce un concreto que disipa muy lentamente el calor. Se usa en estructuras de concreto de gran tamaño.
- Tipo V: Cemento usado para concretos que van a estar expuestos a altas concentraciones de sulfatos.

2.4.2.2. Agregados

Para concretos, los agregados conforman aproximadamente el 75 por ciento del volumen del concreto. Se emplean tanto agregados finos (arena) como gruesos (grava o piedra triturada). Cualquier agregado que pasa la malla No. 4 (malla con alambres separados $\frac{1}{4}$ pulgadas entre sí en ambas direcciones) se considera agregado fino. El material de mayor tamaño es agregado grueso.

Los tamaños máximos de los agregados que pueden usarse en concreto reforzado están especificados en la sección 26.4.2.1(a) de la normativa ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto). Estos valores límites son los siguientes: un quinto de la dimensión más corta entre los lados de la cimbra, un tercio del espesor de las losas, o tres cuartos de la separación libre mínima entre las varillas de refuerzo.

Los agregados deben ser fuertes, durables y limpios. Si en ellos hay polvo u otras partículas, éstas pueden interferir en la adherencia entre la pasta de cemento y

los agregados. La resistencia de los agregados tiene un efecto importante en la resistencia del concreto y las propiedades de los agregados afectan considerablemente la durabilidad del concreto. (McCormac & Brown, 2017, p. 18)

2.4.2.3. Agua

El agua debe de estar suficientemente limpia, libre de aceites, materia orgánica y sustancias que puedan afectar las acciones de endurecimiento, curado o la calidad del acabado del concreto. En general, el agua potable es adecuada.

2.4.2.4. Aditivos

Los aditivos son sustancias químicas que se agregan al concreto para mejorar el desempeño del mismo, así como para disminuir su costo. Entre los aditivos más comunes se tiene:

- Aditivos incorporadores de aire: se usan principalmente para incrementar la resistencia del concreto al congelamiento y derretimiento, proporcionan mejor resistencia a la acción de deterioro de las sales descongelantes.
- Aditivos acelerantes: acelera en el concreto el desarrollo de su temprana resistencia. Los resultados de tales adiciones (particularmente útiles en climas fríos) son la reducción del tiempo requerido para el curado y la protección del concreto, así como el pronto retiro de la cimbra.
- Aditivos retardantes: se usan para retardar tanto el fraguado del concreto como los aumentos de temperatura. Los aditivos retardadores son particularmente útiles para grandes colados donde pueden presentarse notables incrementos de temperatura.

- Los superplastificantes: son aditivos hechos a partir de sulfonatos orgánicos. Su uso permite a los ingenieros reducir considerablemente el contenido de agua en los concretos y al mismo tiempo incrementar sus revenimientos. (McCormac & Brown, 2017)

2.4.2.5. Acero de refuerzo

Los refuerzos utilizados en las estructuras de concreto pueden adoptar la forma de varillas. La varilla puede ser lisa o corrugada. Las varillas corrugadas tienen una superficie irregular para mejorar la unión entre el concreto y el acero. Las varillas lisas no se usan con frecuencia, excepto para rodear las varillas longitudinales, sobre todo en columnas. Existen diversos tamaños de varillas corrugadas que van desde No. 3 al No. 11, con tamaños muy grandes que son las varillas No. 14 y No.18.

Hay varios tipos de varillas de refuerzo con designaciones de la ASTM que se utilizan en Guatemala, los cuales tienen grados diferentes como el Grado 40, Grado 50, Grado 60, etc. El grado significa el punto de fluencia del acero por ejemplo el Grado 50 tiene su límite de fluencia igual a 50 ksi.

- ASTM A615/COGUANOR NTG 36011: son barras de acero al carbono corrugadas, donde su principal uso es la construcción de concreto reforzado. Las barras tienen cuatro niveles de límite de fluencia mínima: 280 MPa (40000 psi), 420 MPa (60000 psi), 520 MPa (75000 psi) y 550 MPa (80000 psi). Cuenta con presentaciones de 6, 9 y 12 metros.
- ASTM A706/COGUANOR NTG 36016: varillas lisas y corrugadas de baja aleación. Usadas cuando se requieren propiedades contra la tensión. Las

barras tienen dos niveles de límite de elasticidad: 420 MPa (60000 psi) y 550 MPa (80000 psi).

2.5. Análisis estructural

El análisis de una estructura comienza con la formulación de un modelo matemático que permita predecir el desempeño de una estructura ante las cargas o efectos externos que actúan sobre ésta.

En un análisis dinámico se considerarán las características de masa y amortiguamiento de la estructura, las fuerzas de inercia y, también, la masa del resto de elementos no estructurales, como los cerramientos, pavimentos, tabiquería, etc.

2.5.1. Elementos estructurales

2.5.1.1. Losa

Elemento horizontal destinada a soportar cargas vivas, cargas muertas o cargas accidentales para luego trasmitirlas a los elementos de apoyo.

2.5.1.2. Viga

Se trata de un elemento usado en posición horizontal sometido principalmente a flexión y cortante, con o sin fuerza axial o de torsión. Una viga resiste y trasmite a sus apoyos la carga por medio de flexión y cortante.

2.5.1.3. Columna

Miembro, usual o predominantemente vertical, usado principalmente para resistir carga axial de compresión, pero que también puede resistir momentos, cortantes o torsión.

2.5.1.4. Cimentación

Subestructura encargada de soportar y distribuir sobre el terreno las cargas de la edificación de una forma estable y segura.

2.5.2. Cargas de diseño

2.5.2.1. Cargas verticales

Toda estructura está sometida a cargas verticales, las cuales se clasifican en: cargas muertas y cargas vivas.

La Norma de Seguridad Estructural para Guatemala NSE-2 de la -AGIES-, en su capítulo 2, define: “Las cargas muertas comprenden todas las cargas de elementos permanentes de la construcción. Incluyen, pero no necesariamente están limitadas al peso propio de la estructura, pisos, rellenos, cielos, vidrieras, tabiques fijos y equipo permanente rígidamente anclado a la estructura” (p.1) y en su capítulo 3 define: “Las cargas vivas son aquellas producidas por el uso y la ocupación de la edificación” (p.1).

2.5.2.2. Cargas horizontales

Las fuerzas horizontales son aquellas fuerzas paralelas a la superficie terrestre. Estas fuerzas son producidas por sismos, vientos o impacto, siendo puramente dinámicas.

2.5.3. Análisis estructural por método numérico (Kani)

El Método de Kani fue presentado por Gaspar Kani en 1959 en Alemania, siendo similar al Método de Distribución de Momentos. Este Método utiliza el Método

iterativo de Gauss-Seidel para resolver las ecuaciones de Pendiente-Deflexión sin conocer explícitamente esas ecuaciones.

Al realizar las iteraciones para los momentos en los extremos desconocidos, el Método de Kani proporcionará la precisión deseada en los momentos finales de los extremos de los miembros. Para fines prácticos, la obtención de los momentos finales con este método se dará cuando los valores de iteraciones se repiten en el 50 por ciento de los nudos de la estructura.

El Método de Kani es fácil y rápido, y también tiene incorporada la capacidad de eliminación de errores. Esto significa que los errores computacionales desaparecerán automáticamente en operaciones subsecuentes. Sin embargo, este método solamente sirve para analizar marcos rígidos rectangulares, formados por columnas verticales (que pueden tener distintas longitudes).

El autor del método (G. Kani) recomienda iniciar los cálculos en el nudo más descompensado y elegir una ruta que facilite los cálculos siguientes. Sin embargo, debido a la naturaleza de este método, esto no es estrictamente necesario. La desventaja de no utilizar una ruta que cumpla con el criterio anterior es que puede ser posible que la convergencia de las iteraciones requiera más ciclos.

2.5.4. Análisis Estructural por medio de Software (ETABS)

Etabs es un software desarrollado por la empresa CSI, potente enfocado al análisis de estructuras, que nos va a permitir realizar dimensionamiento, modelado, cálculo y análisis de estructuras como por ejemplo de edificios.

Este programa cuenta con las herramientas necesarias para ejecutar el diseño completo de una estructura; por ejemplo, la estructura de una vivienda, un edificio de varias plantas, además con un comportamiento dinámico.

2.6. Instalaciones

2.6.1. Instalaciones hidráulicas

Es el conjunto de tuberías, conexiones, válvulas, dispositivos de almacenamiento, distribución y equipos de bombeo, entre otros, conectados entre sí, con el objetivo de conducir agua potable, desde la red pública, al interior de los edificios, en cantidad y presión adecuada para cada uno de los servicios.

2.6.2. Instalaciones sanitarias

Es el conjunto de tuberías de conducción, conexiones, accesorios, entre otros, necesarios para la evacuación y ventilación de las aguas negras y pluviales de una edificación.

2.6.3. Instalaciones eléctricas

Es el conjunto de tuberías y canalizaciones, cajas de conexión, registro, elementos de unión, conductores eléctricos, accesorios de control, accesorios de protección, etc., necesarios para conectar o interconectar una o varias fuentes o tomas de energía eléctrica con los receptores.

2.7. Estacionamiento

Espacio destinado a la ubicación estacionaria de uno o más vehículos. Incluye el espacio destinado a una o más plazas de aparcamiento conectadas funcionalmente

entre sí, así como las áreas de maniobra, hacia las cuales se ingresa a través de una misma entrada.

2.7.1. Componentes del estacionamiento

La Guía de Aplicación de Dotación y Diseño de Estacionamientos define los componentes más importantes de un estacionamiento:

- Área de maniobra: espacio de determinada longitud necesaria para efectuar las maniobras de giro que le permitan a un vehículo entrar y salir de una plaza de aparcamiento.
- Corte de línea de bordillo: es la acción de generar un nuevo acceso o egreso vehicular desde el límite de propiedad hasta la línea de bordillo.
- Espacio de acumulación: prolongación de la entrada dentro del espacio no vial que tiene como fin la espera breve de vehículos ingresando a un estacionamiento.
- Línea de bordillo: línea real o virtual que divide el espacio vehicular del no vehicular, exista o no bordillo.
- Plaza de aparcamiento: área necesaria para contener inmovilizado un vehículo.
- Radio de giro: distancia mínima en la cual un vehículo puede girar, determinando así el área necesaria para realizar dicho movimiento.
- Rampa: superficie con una pendiente mayor o igual al cuatro por ciento.
- Transición: ensanchamiento de la vía a partir de la línea de bordillo con respecto a la trayectoria natural de circulación.

- Vado vehicular: extensión de una entrada o una salida a lo largo del espacio no vehicular para conectar entre sí el espacio vehicular con el espacio no vial
- Bahía de abordaje: espacio destinado a actividades de abordaje o desabordaje de pasajeros o a la carga y descarga de objetos, durante las cuales los vehículos permanecen inmovilizados momentáneamente.
- Pasillo de circulación: espacios de circulación vehicular interna que sirven para entrar y salir de un estacionamiento, así como para maniobrar un vehículo al acceder a una plaza de aparcamiento.

3. CÓDIGOS DE DISEÑO y ESPECIFICACIONES

3.1. Descripción de los Códigos y manuales de diseño

3.1.1. Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural -ACI- 318S-14

Este reglamento proporciona los requisitos mínimos para el diseño y la construcción de elementos de concreto estructural de cualquier estructura construida, según los requisitos del reglamento general de construcción legalmente adoptado, del cual este reglamento forma parte. En lugares en donde no se cuente con un reglamento de construcción legalmente adoptado, este reglamento define las disposiciones mínimas aceptables en la práctica del diseño y la construcción.

3.1.2. Normas de Seguridad Estructural para Guatemala -AGIES-

Las Normas de Seguridad Estructural de Edificaciones y Obras de Infraestructura para la Republica de Guatemala -NSE- desarrolladas por la Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica -AGIES- se han convertido en documentos sumamente importantes para la regulación del diseño estructural en el país.

Los objetivos primarios de estas normas, son:

- a) Proteger la vida y la integridad física de las personas que usan u ocupan edificaciones o estructuras.
- b) Proveer un mínimo de calidad estructural que preserve la integridad de la obra sujeta a solicitaciones de cargas permanentes y cargas frecuentes.
- c) Proveer protección razonable contra daños directos e indirectos causados por amenazas naturales.

3.1.3. Manual de uso para la Norma de Reducción de Desastres Numero dos

La Norma de Reducción de Desastres No. 2 -NRD2-, Normas Mínimas de Seguridad en Edificaciones e Instalaciones de Uso Público, establece los requisitos mínimos de seguridad que deben observarse en las rutas de evacuación y salidas de emergencia de todas aquellas edificaciones e instalaciones, nuevas y existentes, a las cuales tienen acceso terceras personas, por ejemplo: oficinas, clínicas, centros de salud, mercados, iglesias, salones municipales, alcaldías auxiliares, escuelas y centros educativos, la -NRD2- fue creada con el principal objetivo de ser un conjunto de acciones dirigidas a reducir los efectos generados por la presentación de un evento natural o provocado.

3.1.4. Manual de criterios normativos para el diseño arquitectónico de centros educativos oficiales

Para el diseño de los edificios escolares el Ministerio de Educación a través del Manual de criterios normativos para el Diseño Arquitectónico de Centros Educativos Oficiales, describe los criterios que se deben de utilizar para los espacios que se brindarán a los alumnos y a los maestros. Se toma como base esta herramienta para distribuir dentro del diseño arquitectónico las aulas teóricas, servicios sanitarios, accesos a través de gradas, tomando en cuenta la cantidad de usuarios, cantidad de luminaria, altura de ambientes, dimensiones y abatimiento de puertas y ventanas, y otros.

4. DISEÑO DE LA EDIFICACIÓN DE TRES NIVELES PARA BIBLIOTECA MUNICIPAL

4.1. Descripción del proyecto

El proyecto consistirá en el análisis y diseño de la edificación para la biblioteca municipal, cuyas instalaciones serán usadas para el desarrollo de actividades educativas, culturales y de arte. Beneficiando directamente a los habitantes del casco urbano del municipio de San Pedro Sacatepéquez.

4.2. Información básica del proyecto

4.2.1. Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico tuvo como objetivo conocer los límites y dimensiones del terreno; se realizó desde un punto estratégico dentro del terreno, para luego medir mediante radiaciones cada uno de los puntos que componen la superficie. Se realizó empleando la estación total TOPCON GTS-230W.

4.2.2. Ensayo de laboratorio de mecánica de suelos

4.2.2.1. Ensayo triaxial

Para dicho ensayo se excavó un pozo a cielo abierto de 1.5 metros de largo por 1.5 metros de ancho y 1.5 metros de profundidad tomando así una muestra inalterada de suelo de un pie cúbico para luego ser ensayada en el Laboratorio de Mecánica de Suelos, Asfalto y Concreto -SUASCON-.

4.2.2.2. Valor soporte del suelo

El valor soporte del suelo según estudio es de 8.5 Ton/m² (ver apéndice 10).

4.3. Diseño arquitectónico

Para el diseño arquitectónico se tomó como base los lineamientos descritos en el Manual de criterios normativos para el Diseño Arquitectónico de Centros Educativos Oficiales del Ministerio de Educación de Guatemala, y del proyecto de grado: “Biblioteca pública en ámbito cultural zona 4, Ciudad de Guatemala”.

4.3.1. Ubicación del edificio

El edificio estará ubicado en la calle 29 de junio, acceso No. 5 de la zona 1, del municipio de San Pedro Sacatepéquez, en el casco urbano.

Figura 2.

Ubicación y coordenadas del terreno



Fuente: Elaboración propia.

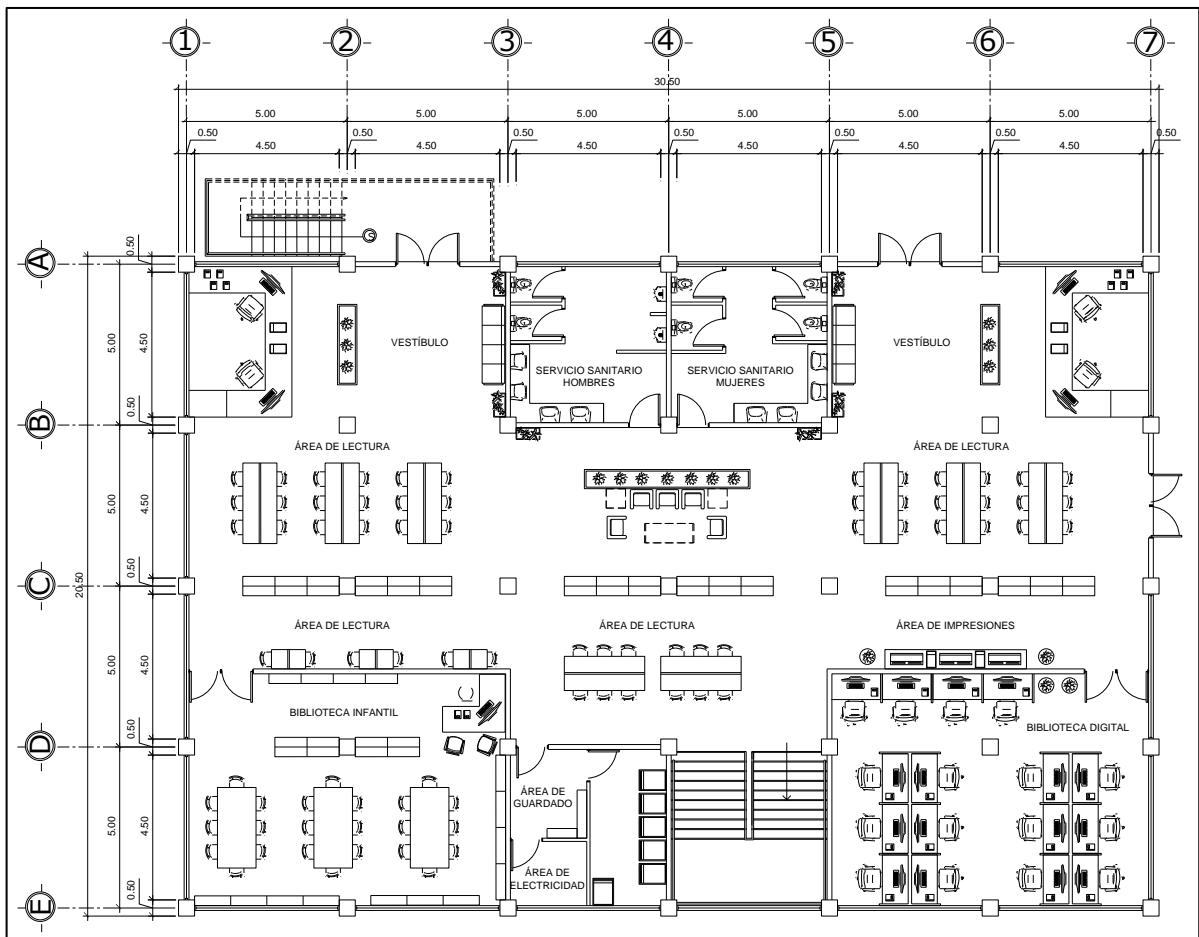
4.3.2. Distribución de ambientes

Para un funcionamiento de alta calidad, fue necesario contar con espacios adecuados para que los usuarios puedan realizar sus trabajos individuales, como grupales. La distribución de los ambientes quedó de la siguiente manera:

Primera planta: consta de una recepción, área de préstamo interno y externo, biblioteca general, salas de lectura, biblioteca infantil, biblioteca digital, servicios sanitarios y una bodega.

Figura 3.

Planta arquitectónica del primer nivel

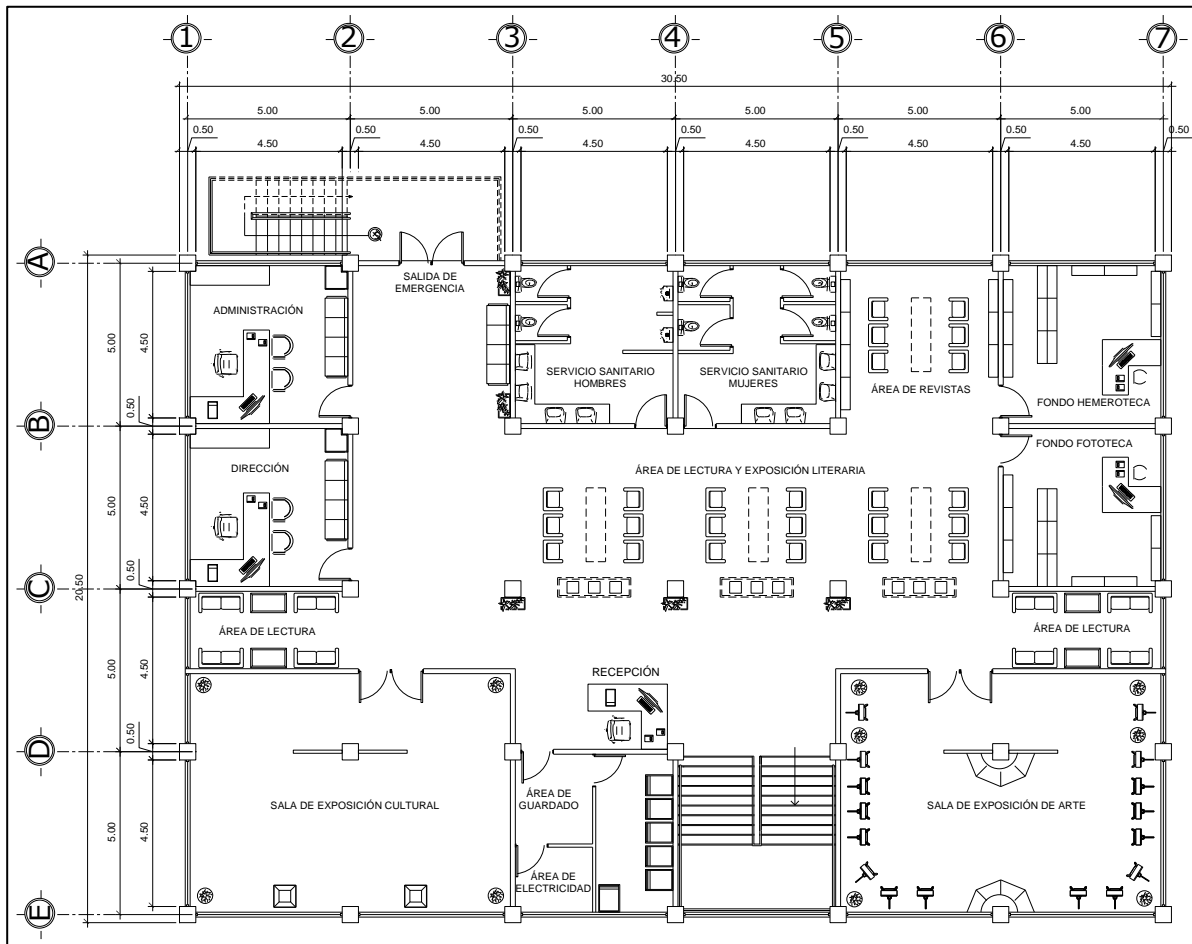


Fuente: Elaboración propia, utilizando software AutoCAD 2021.

Segunda planta: consta de una recepción, oficinas administrativas, sala de exposición cultural, sala de exposición de arte, sala de lectura y exposición literaria, servicios sanitarios y una bodega.

Figura 4.

Planta arquitectónica del segundo nivel

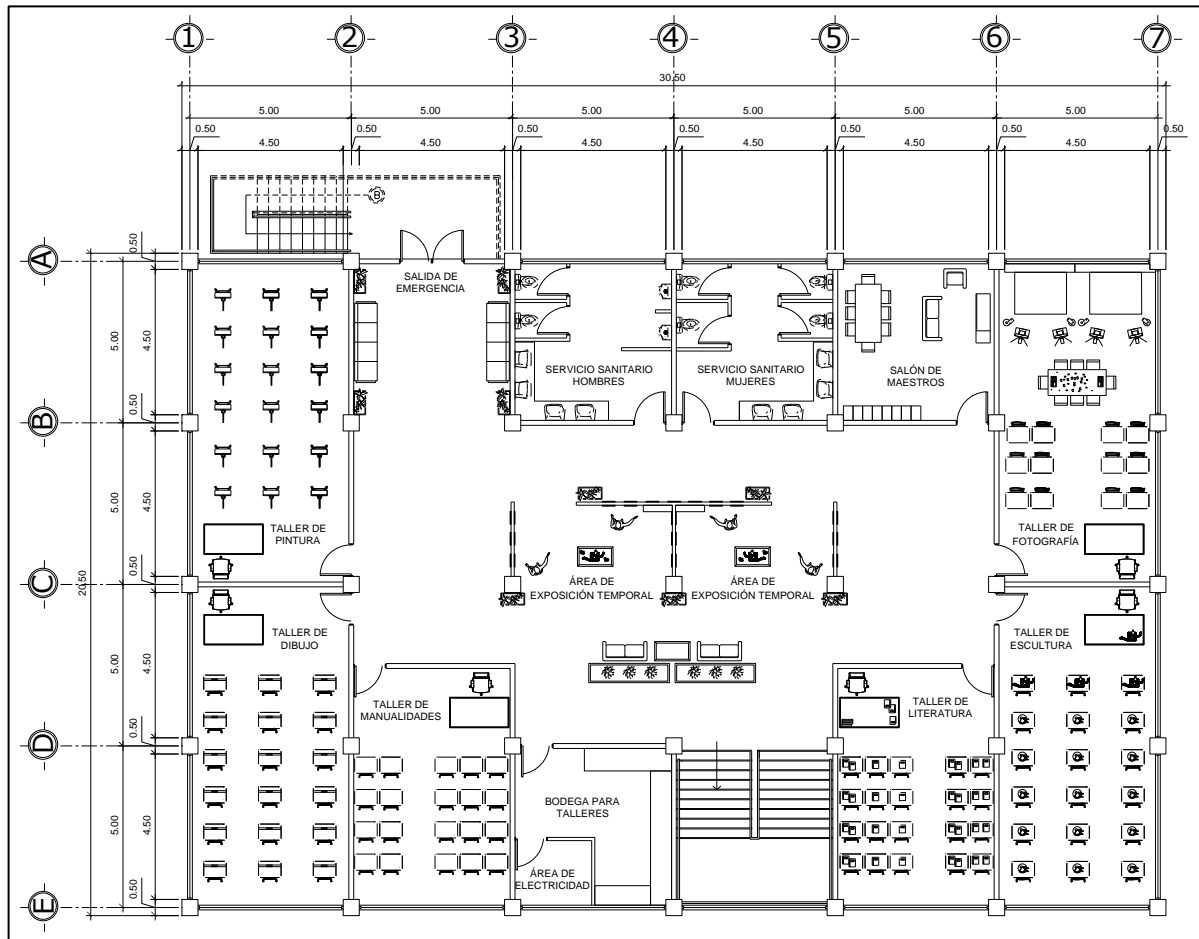


Fuente: Elaboración propia, utilizando software AutoCAD 2021.

Tercera planta: consta de talleres de dibujo, pintura, fotografía, escultura, manualidades y literatura, sala de exposición temporal, una sala de maestros, servicios sanitarios y una bodega.

Figura 5.

Planta arquitectónica del tercer nivel



Fuente: Elaboración propia, utilizando software AutoCAD 2021.

4.3.3. Señalización de ambientes CONRED -NRD2-

Las señalizaciones serán fijadas de forma segura por medio de anclajes metálicos, pernos o tornillos. El material de las señales de ruta de evacuación será de metal. El tamaño de las señales dependerá de la distancia de observación. Entre las señalizaciones básicas se tiene:

- Salida de emergencia: Serán instaladas sobre las puertas que conduzcan a una zona segura.

- Vía de evacuación: Será instalada en los muros del edificio.
- Zona segura y punto de reunión: Serán instaladas en el estacionamiento ya que en ese lugar no representa riesgo inmediato.

4.3.4. *Altura del edificio*

La altura de la edificación será de 9.60 metros, la altura de cada nivel será de 3.20 metros, esto para proporcionar una temperatura adecuada en los ambientes.

4.4. Descripción de la tipología estructural seleccionada

Para el edificio se ha seleccionado el sistema de marcos dúctiles de concreto reforzado, sistema integrado por columnas y vigas que soportan toda la carga vertical y horizontal, losas de concreto armado y muros de mampostería tipo tabique para división de ambientes, y para la cimentación se utilizará cimiento corrido y zapatas aisladas.

Tabla 1.

Coefficientes y factores para diseño de sistemas sismo-resistentes

Sistema Estructural			
Sistema de marcos resistentes a momentos	R	Ω_R	C_d
E-1 Marcos dúctiles DA	8	3	5.5

Fuente: Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica, AGIES, NSE-3, Diseño

Estructural de Edificaciones, p. 1-17.

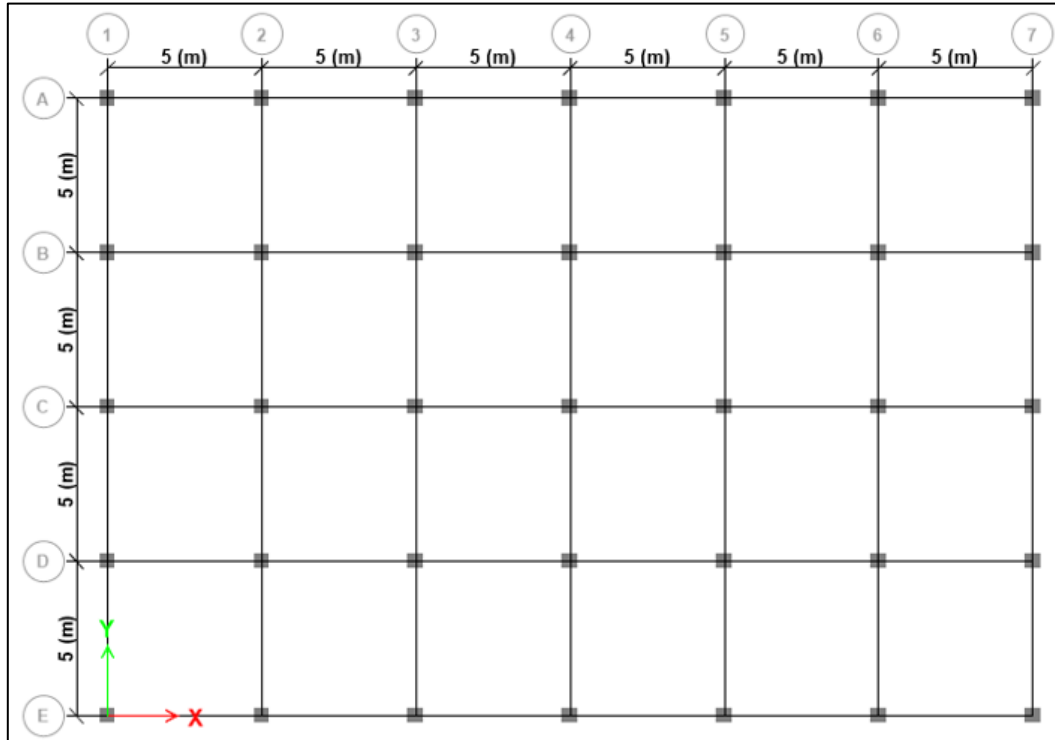
4.5. Análisis estructural

El análisis será realizando en el programa ETABS versión 18.1.1 y los datos serán comparados con el método numérico de Kani y así darle solución al sistema estructural.

4.5.1. Predimensionamiento de elementos estructurales

Figura 6.

Planta para predimensionamiento, primer nivel



Fuente: Elaboración propia, utilizando software ETABS versión 18.1.1.

4.5.1.1. Losa

Por la simetría de los marcos de la edificación, todas las losas tienen las mismas dimensiones, las cuales son de 5.00 metros por 5.00 metros.

Para predimensionar la losa se debe determinar si la losa trabaja en una o dos direcciones, a través de su relación entre la luz mayor y la luz menor de la losa.

$$a/b \leq 0.5 \rightarrow \text{Losa en un sentido}$$

$$a/b > 0.5 \rightarrow \text{Losa en dos sentidos}$$

Donde:

a = lado corto de la losa.

b = lado largo de la losa.

Datos:

- a = 5.00 m

- b = 5.00 m

$$m = \frac{a}{b} = \frac{5.00 \text{ m}}{5.00 \text{ m}} = 1$$

La relación es mayor a 0.50, esto indica que la losa trabaja en dos direcciones.

- Espesor de losa (t)

$$t = \frac{\textit{Perimetro}}{180}$$

$$t = \frac{(2 * 5.00 \text{ m}) + (2 * 5.00 \text{ m})}{180} = \mathbf{0.11 \text{ m}}$$

La normativa ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto) indica que el espesor máximo de losas es de 15.00 cm y el espesor mínimo es de 9.00 cm. Por lo tanto, se tomará un espesor de 12.00 cm.

4.5.1.2. Viga

El predimensionamiento de vigas se desarrolló de acuerdo a las consideraciones establecidas en el capítulo 9, sección 9.3 de la normativa ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto).

Tabla 2.

Altura mínima de vigas no preesforzada

Condición de apoyo	Altura mínima (h)
Simplemente apoyada	l/16
Con un extremo continuo	l/18.5
Ambos extremos continuos	l/21
En voladizo	l/8

Fuente: Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural, ACI 318S-14, capítulo 9, p.138.

- **Altura mínima**

Condición: Con un extremo continuo

$$h = \frac{5.00 \text{ m}}{18.5} = 0.27 \text{ m}$$

Condición: Ambos extremos continuos

$$h = \frac{5.00 \text{ m}}{21} = 0.24 \text{ m}$$

- **Base mínima**

Para determinar la base de la viga se toma en cuenta lo que establece la normativa ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto), en el capítulo 18, sección 18.6.2 sobre estructuras sismorresistentes, establece que el ancho b_w debe ser al menos igual al menor de $0.3h$ y 25 cm .

$$b_w = 0.3 * 50 \text{ cm} = 15 \text{ cm}$$

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

Tabla 3.

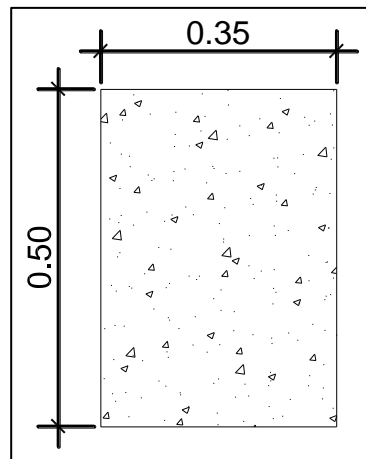
Predimensionamiento de vigas

Viga Principal	Luz L (m)	Peralte h (m)	Ancho b_w (m)	Dimensiones (m)
Entre eje E-D	5.00	0.27	0.08-0.25	0.35x0.50
Entre eje D-C	5.00	0.24	0.07-0.25	0.35x0.50
Entre eje C-B	5.00	0.24	0.07-0.25	0.35x0.50
Entre eje B-A	5.00	0.27	0.08-0.25	0.35x0.50

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7.

Sección transversal de vigas



Fuente: Elaboración propia, utilizando software AutoCAD 2021.

Todas las vigas se dimensionaron con una sección de 0.35mx0.50m

4.5.1.3. Columnas

El predimensionamiento de columnas se desarrolló de acuerdo a las consideraciones de diseño establecidos en el capítulo 18, sección 18.7.2 de la normativa ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto), en donde establece que la dimensión menor de la sección transversal de la columna, medida en una línea que pasa a través del centroide geométrico, debe ser al menos 30 cm, así como la relación

entre la dimensión menor de la sección transversal y la dimensión perpendicular debe ser al menos 0.4.

La metodología utilizada para el predimensionamiento de las columnas se basa en el cálculo de la carga axial aplicada a la columna crítica de la edificación, se utilizará la ecuación establecida en el capítulo 22, sección 22.4.2.2 de la normativa ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto):

$$P_o = 0.85 * f'_c (A_g - A_{st}) + f_y * A_{st}$$

Para determinar la capacidad resistente de la columna se considera incrementar la carga axial a través de combinaciones de cargas recomendadas por la Norma NSE-2, capítulo 8, sección 8.3 de AGIES 2018.

$$1.4CM$$

$$1.2CM + 1.6CV + 0.5CV_t$$

$$1.2CM + CV + 1.6CV_t$$

Donde:

CM = cargas muertas.

CV = cargas vivas.

CVt = cargas vivas de techo.

- **Integración de cargas muertas:**

Datos:

- $A_t = 25.00 \text{ m}^2$
- $\gamma_c = 2400 \text{ kg/m}^3$
- $CM_{\text{tabiquería}} = 75 \text{ kg/m}^2$
- $CM_{\text{instalaciones}} = 25 \text{ kg/m}^2$
- $CM_{\text{acabados}} = 160 \text{ kg/m}^2$
- $CV_{\text{azotea}} = 100 \text{ kg/m}^2$
- $CV_{\text{pasillo}} = 500 \text{ kg/m}^2$

- **Peso propio de losa**

$$P_{\text{losa}} = A_t * t * \gamma_c$$

$$P_{\text{losa}} = 25.00 \text{ m}^2 * 0.12 \text{ m} * 2,400 \text{ kg/m}^3 = \mathbf{7,200 \text{ kg}}$$

- **Peso propio de viga**

$$h_v = 0.50 \text{ m} \quad b_v = 0.35 \text{ m} \quad L_v = 10.00 \text{ m}$$

$$P_{\text{viga}} = h_v * b_v * L_v * \gamma_c$$

$$P_{\text{viga}} = 0.50 \text{ m} * 0.35 \text{ m} * 10.00 \text{ m} * 2,400 \text{ kg/m}^3 = \mathbf{4,200 \text{ kg}}$$

- **Peso propio de columna**

$$h_c = 0.50 \text{ m} \quad b_c = 0.50 \text{ m} \quad L_c = 3.20 \text{ m}$$

$$P_{\text{columna}} = h_c * b_c * L_c * \gamma_c$$

$$P_{\text{columna}} = 0.50 \text{ m} * 0.50 \text{ m} * 3.20 \text{ m} * 2,400 \text{ kg/m}^3 = \mathbf{1,920 \text{ kg}}$$

- Peso propio de tabiquería

$$P_{tabiqueria} = A_t * CM_{tabiqueria}$$

$$P_{tabiqueria} = 25.00 \text{ m}^2 * 75 \text{ kg/m}^2 = \mathbf{1,875 \text{ kg}}$$

- Peso propio de instalaciones

$$P_{instalaciones} = A_t * CM_{instalaciones}$$

$$P_{instalaciones} = 25.00 \text{ m}^2 * 25 \text{ kg/m}^2 = \mathbf{625 \text{ kg}}$$

- Peso propio de acabados

$$P_{acabados} = A_t * CM_{acabados}$$

$$P_{acabados} = 25.00 \text{ m}^2 * 160 \text{ kg/m}^2 = \mathbf{4,000 \text{ kg}}$$

Tabla 4.

Integración de cargas muertas sobre columna crítica

Descripción	Primer nivel	Segundo nivel	Tercer nivel
Peso propio losa	7,200 kg	7,200 kg	7,200 kg
Peso propio viga	4,200 kg	4,200 kg	4,200 kg
Peso propio columna	-	1,920 kg	1,920 kg
Peso propio tabiquería	1,875 kg	1,875 kg	-
Peso propio instalaciones	625 kg	625 kg	625 kg
Peso propio acabados	4,000 kg	4,000 kg	3,625 kg
Total	17,900 kg	19,820 kg	17,570 kg

Fuente: Elaboración propia.

- **Integración de cargas vivas:**

- Carga viva de azotea

$$P_{azotea} = A_t * CV_{azotea}$$

$$P_{losa} = 25.00 \text{ m}^2 * 100 \text{ kg/m}^2 = \mathbf{2,500 \text{ kg}}$$

- Carga viva de pasillo y área de exposición

$$P_{azotea} = A_t * CV_{pasillo}$$

$$P_{losa} = 25.00 \text{ m}^2 * 500 \text{ kg/m}^2 = \mathbf{12,500 \text{ kg}}$$

Tabla 5.

Integración de cargas vivas sobre columna crítica

Descripción	Primer nivel	Segundo nivel	Tercer nivel
Azotea			2,500 kg
Pasillo	12,500 kg		
Área de exposición		12,500 kg	

Fuente: Elaboración propia, 2023

- **Carga axial**

$$P_o = 1.4M$$

$$P_o = 1.4(17,900 \text{ kg} + 19,820 \text{ kg} + 17,570 \text{ kg}) = 77,406 \text{ kg}$$

$$P_o = 1.2M + 1.6V + 0.5Vt$$

$$P_o = 1.2(55,290 \text{ kg}) + 1.6 (25,000 \text{ kg}) + 0.5(2500 \text{ kg}) = \mathbf{107,598 \text{ kg}}$$

$$P_o = 1.2M + V + 1.6Vt$$

$$P_o = 1.2(55,290 \text{ kg}) + (25,000 \text{ kg}) + 1.6(2500 \text{ kg}) = 95,348 \text{ kg}$$

Se tomará la mayor combinación de carga $P_o=107,598 \text{ kg}$

Utilizando la ecuación establecida en la sección 22.4.2.2 de la normativa ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto):

$$P_o = 0.85 * f'_c (A_g - A_{st}) + f_y * A_{st}$$

El área de refuerzo longitudinal, A_{st} , debe ser al menos $0.01A_g$ y no debe exceder $0.06A_g$.

Sustituyendo valores:

$$107,598 \text{ kg} = 0.85 * 280 \text{ kg/m}^2 * (A_g - 0.01A_g) + 4,200 \text{ kg/m}^2 * 0.01A_g$$

$$107,598 \text{ kg} = 0.85 * 280 \text{ kg/m}^2 * (A_g - 0.01A_g) + 4,200 \text{ kg/m}^2 * 0.01A_g$$

Despejando:

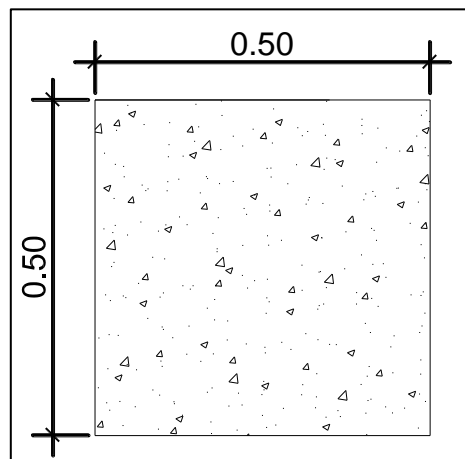
$$A_g = \frac{107,598 \text{ kg}}{0.8 * 0.7(0.85 * 280 \text{ kg/m}^2 * (1 - 0.01) + 4,200 \text{ kg/m}^2 * 0.01)}$$

$$A_g = 692.095 \text{ cm}^2$$

Tomando en cuenta los requisitos de diseño establecidos en el capítulo 18, sección 18.7.2 de la normativa ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto) anteriormente descrito, y cubriendo el área gruesa requerido (A_g) en los cálculos anteriores, se propone una sección de 50 cm x 50 cm.

Figura 8.

Sección transversal de columnas



Fuente: Elaboración propia, utilizando software AutoCAD 2021.

Todas las columnas se dimensionaron con una sección de 0.50mx0.50m.

4.5.1.4. Cimentación

La metodología para el predimensionamiento de las zapatas se basa en el cálculo de la carga permanente aplicada a ésta como lo son: cargas muertas, cargas vivas y la resistencia al corte del suelo.

- **Área neta de la zapata**

$$A_z = \frac{P_{total}}{Q_{adm}}$$

Donde:

A_z = área de zapata cuadrada.

P_{total} = carga permanente (Carga Muerta + Carga viva).

Q_{adm} = valor soporte del suelo.

$$A_z = \frac{55.29 \text{ Ton} + 27.5 \text{ Ton}}{8.5 \text{ Ton}/m^2}$$

$$A_z = 9.74 \text{ m}^2$$

- **Base de la zapata**

$$B_z = \sqrt{A_z}$$

$$B_z = \sqrt{9.74 \text{ m}^2} = 3.12 \text{ m}$$

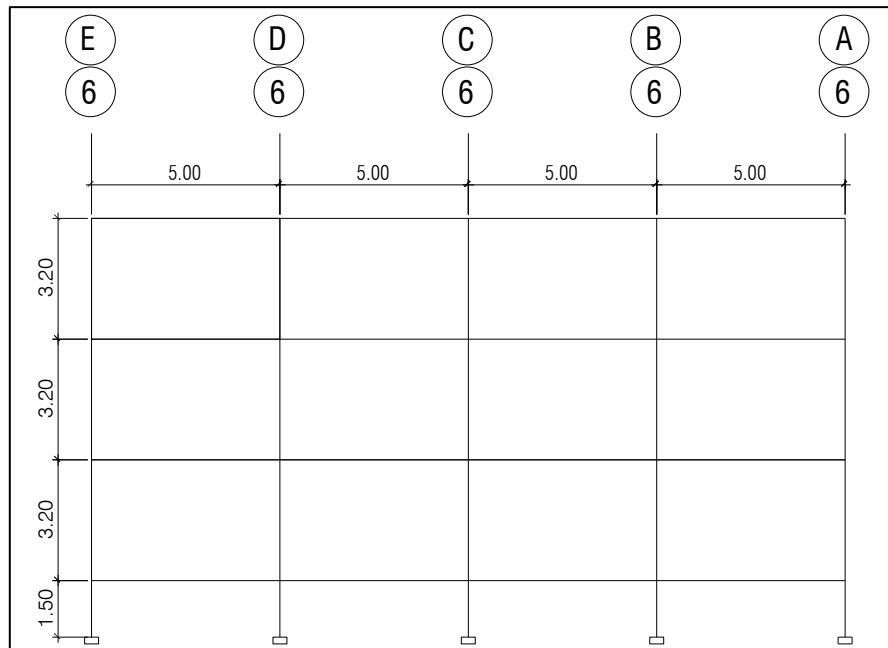
Previo al diseño estructural y a los chequeos correspondientes de dicho elemento, se propone una zapata de sección cuadrada de 3,15 m x 3,15 m que encierra un área neta de 9.92 m².

4.5.2. Modelos matemáticos para marcos dúctiles con nudos rígidos

La estructura se analizará con modelos matemáticos para determinar las cargas que interactúan en los elementos, dichos modelos incluirán la rigidez de todos sus componentes y se analizarán como marcos planos independientes entre sí, en cada dirección de análisis sentido X como en sentido Y. Por la simetría estructural del edificio, se analizan y diseñan únicamente los marcos críticos.

Figura 9.

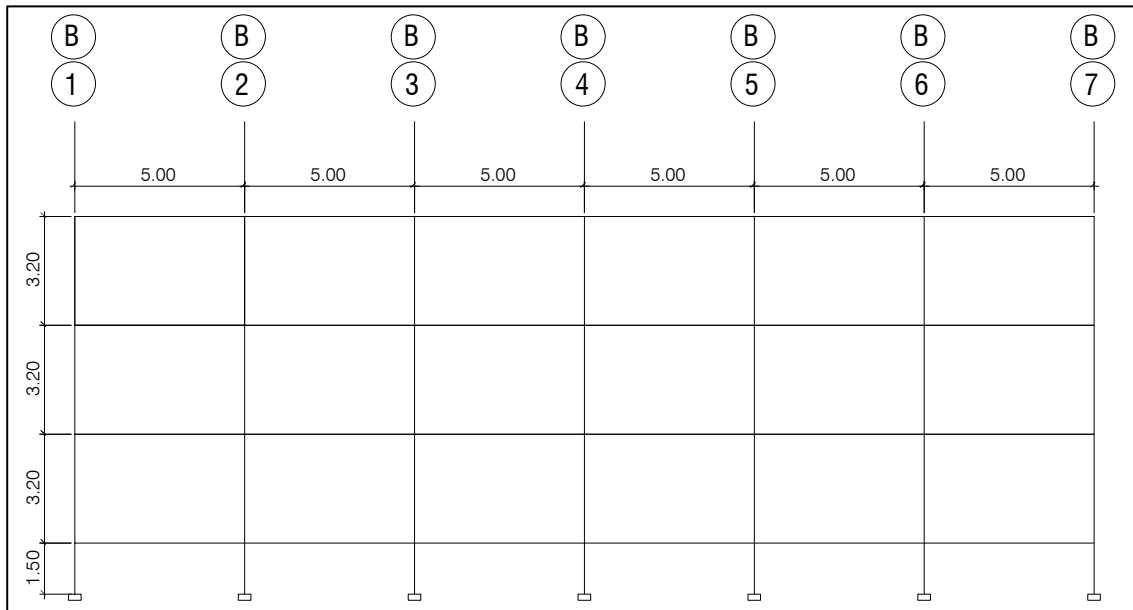
Elevación de marco típico transversal, sentido X



Fuente: Elaboración propia, utilizando software AutoCAD 2021.

Figura 10.

Elevación de marco típico longitudinal, sentido Y



Fuente: Elaboración propia, utilizando software AutoCAD 2021.

4.5.3. Cargas de diseño

Los cálculos y las consideraciones propias para el análisis con cargas verticales y horizontales, así como el diseño estructural del edificio se realizarán de acuerdo a lo especificado en las Normas de Seguridad Estructural para Guatemala NSE-2 sobre cargas de diseño, la norma NSE-3 sobre Diseño Estructural, y la norma ACI 318S-14 relacionado a Diseño Sismorresistente y Diseño de Concreto Armado.

4.5.3.1. Cargas verticales

4.5.3.1.1. Cargas muertas

Las cargas muertas se determinaron del cálculo directo del peso de todos los elementos estructurales y de los elementos no estructurales cuya posición no se modificará durante la vida útil de la edificación.

La norma NSE 2 de la AGIES, en el Anexo B, nos proporciona un listado de cargas muertas mínimas de diseño, en el presente caso se tiene:

Tabla 6.

Cargas muertas mínimas de diseño

Carga muerta		
Entrepiso		
Concreto armado		2,400 kg/m ³
Tabiquería		75 kg/m ²
Instalaciones		25 kg/m ²
Acabados		160 kg/m ²
Techo		
Mortero de nivelación		95 kg/m ²
Instalaciones		25 kg/m ²
Acabados		50 kg/m ²

Fuente: Elaboración propia.

4.5.3.1.2. Cargas vivas

La norma NSE 2 de la AGIES, en el capítulo 3, sección 3.7, establece diferentes cargas vivas para distintos tipos de ocupación o uso, en el presente caso se tiene:

Tabla 7.

Cargas vivas mínimas de diseño

Carga viva		
Entrepiso		
Talleres		500 kg/m ²
Pasillos y escaleras		500 kg/m ²
Área de reuniones		500 kg/m ²
Techo		
Azotea sin acceso		100 kg/m ²

Fuente: Elaboración propia.

4.5.3.1.3. Integración de cargas

A continuación, se integran las cargas muertas y vivas que soportarán los marcos de la edificación en sentido X, únicamente para el tramo E-D de los tres niveles, como referencia de cálculo.

- **Carga muerta - tercer nivel - tramo E-D**

- Carga por peso propio de la viga

$$h_v = 0.50 \text{ m} \quad b_v = 0.35 \text{ m}$$

$$P_{viga} = h_v * b_v * \gamma_c$$

$$P_{viga} = 0.50 \text{ m} * 0.35 \text{ m} * 2,400 \text{ kg/m}^3 = \mathbf{420 \text{ kg/m}}$$

- Carga por peso propio de la losa

$$t = 0.12 \text{ m} \quad L_v = 5.00 \text{ m} \quad A_t = 12.50 \text{ m}^2$$

$$P_{losa} = \frac{A_t * t * \gamma_c}{L_v}$$

$$P_{losa} = \frac{12.50 \text{ m}^2 * 0.12 \text{ m} * 2,400 \text{ kg/m}^3}{5.00 \text{ m}} = \mathbf{720 \text{ kg/m}}$$

- Carga por peso propio de acabados + mortero de nivelación

$$P_{acabados} = \frac{A_t * CM_{acabados}}{L_v}$$

$$P_{acabados} = \frac{12.50 \text{ m}^2 * 145 \text{ kg/m}^2}{L_v} = \mathbf{362.5 \text{ kg/m}}$$

- Carga por peso propio de instalaciones

$$P_{instalaciones} = \frac{A_t * CM_{instalaciones}}{L_v}$$

$$P_{instalaciones} = \frac{12.50 \text{ m}^2 * 25 \text{ kg/m}^2}{L_v} = \mathbf{62.5 \text{ kg/m}}$$

- **Carga muerta - segundo nivel - tramo E-D**

- Carga por peso propio de la viga

$$h_v = 0.50 \text{ m} \quad b_v = 0.35 \text{ m}$$

$$P_{viga} = h_v * b_v * \gamma_c$$

$$P_{viga} = 0.50 \text{ m} * 0.35 \text{ m} * 2,400 \text{ kg/m}^3 = \mathbf{420 \text{ kg/m}}$$

- Carga por peso propio de la losa

$$t = 0.12 \text{ m} \quad L_v = 5.00 \text{ m} \quad A_t = 12.50 \text{ m}^2$$

$$P_{losa} = \frac{A_t * t * \gamma_c}{L_v}$$

$$P_{losa} = \frac{12.50 \text{ m}^2 * 0.12 \text{ m} * 2,400 \text{ kg/m}^3}{5.00 \text{ m}} = \mathbf{720 \text{ kg/m}}$$

- Carga por peso propio de acabados

$$P_{acabados} = \frac{A_t * CM_{acabados}}{L_v}$$

$$P_{acabados} = \frac{12.50 \text{ m}^2 * 160 \text{ kg/m}^2}{L_v} = \mathbf{400 \text{ kg/m}}$$

- Carga por peso propio de tabiquería

$$P_{tabiqueria} = \frac{A_t * CM_{tabiqueria}}{L_v}$$

$$P_{tabiqueria} = \frac{12.50 \text{ m}^2 * 75 \text{ kg/m}^2}{L_v} = \mathbf{187.5 \text{ kg/m}}$$

- Carga por peso propio de instalaciones

$$P_{instalaciones} = \frac{A_t * CM_{instalaciones}}{L_v}$$

$$P_{instalaciones} = \frac{12.50 \text{ m}^2 * 25 \text{ kg/m}^2}{L_v} = \mathbf{62.5 \text{ kg/m}}$$

- **Carga muerta - primer nivel - tramo E-D**

- Carga por peso propio de la viga

$$h_v = 0.50 \text{ m} \quad b_v = 0.35 \text{ m}$$

$$P_{viga} = h_v * b_v * \gamma_c$$

$$P_{viga} = 0.50 \text{ m} * 0.35 \text{ m} * 2,400 \text{ kg/m}^3 = \mathbf{420 \text{ kg/m}}$$

- Carga por peso propio de la losa

$$t = 0.12 \text{ m} \quad L_v = 5.00 \text{ m} \quad A_t = 12.50 \text{ m}^2$$

$$P_{losa} = \frac{A_t * t * \gamma_c}{L_v}$$

$$P_{losa} = \frac{12.50 \text{ m}^2 * 0.12 \text{ m} * 2,400 \text{ kg/m}^3}{5.00 \text{ m}} = \mathbf{720 \text{ kg/m}}$$

- Carga por peso propio de acabados

$$P_{acabados} = \frac{A_t * CM_{acabados}}{L_v}$$

$$P_{acabados} = \frac{12.50 \text{ m}^2 * 160 \text{ kg/m}^2}{L_v} = \mathbf{400 \text{ kg/m}}$$

- Carga por peso propio de tabiquería

$$P_{tabiqueria} = \frac{A_t * CM_{tabiqueria}}{L_v}$$

$$P_{\text{tabiquería}} = \frac{12.50 \text{ m}^2 * 75 \text{ kg/m}^2}{L_v} = \mathbf{187.5 \text{ kg/m}}$$

- Carga por peso propio de instalaciones

$$P_{\text{instalaciones}} = \frac{A_t * CM_{\text{instalaciones}}}{L_v}$$

$$P_{\text{instalaciones}} = \frac{12.50 \text{ m}^2 * 25 \text{ kg/m}^2}{L_v} = \mathbf{62.5 \text{ kg/m}}$$

- **Carga viva - tercer nivel - tramo E-D**

$$CV = \frac{A_t * CV_{\text{azotea}}}{L_v}$$

$$CV = \frac{12.50 \text{ m}^2 * 100 \text{ kg/m}^2}{5.00 \text{ m}} = \mathbf{250 \text{ kg/m}}$$

- **Carga viva - segundo nivel - tramo E-D**

$$CV = \frac{A_t * CV_{\text{taller}}}{L_v}$$

$$CV = \frac{12.50 \text{ m}^2 * 500 \text{ kg/m}^2}{5.00 \text{ m}} = \mathbf{1250 \text{ kg/m}}$$

- **Carga viva - primer nivel - tramo E-D**

$$CV = \frac{A_t * CV_{\text{reuniones}}}{L_v}$$

$$CV = \frac{12.50 \text{ m}^2 * 500 \text{ kg/m}^2}{5.00 \text{ m}} = \mathbf{1250 \text{ kg/m}}$$

Por la simetría de los marcos de la edificación, todas las losas tienen las mismas dimensiones, y las mismas cargas.

Tabla 8.

Resumen de carga muerta en marco 6, sentido X

Nivel	Tramo E-D	Tramo D-C	Tramo C-B	Tramo B-A
3	1,565 kg/m	1,565 kg/m	1,565 kg/m	1,565 kg/m
2	1,790 kg/m	1,790 kg/m	1,790 kg/m	1,790 kg/m
1	1,790 kg/m	1,790 kg/m	1,790 kg/m	1,790 kg/m

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9.

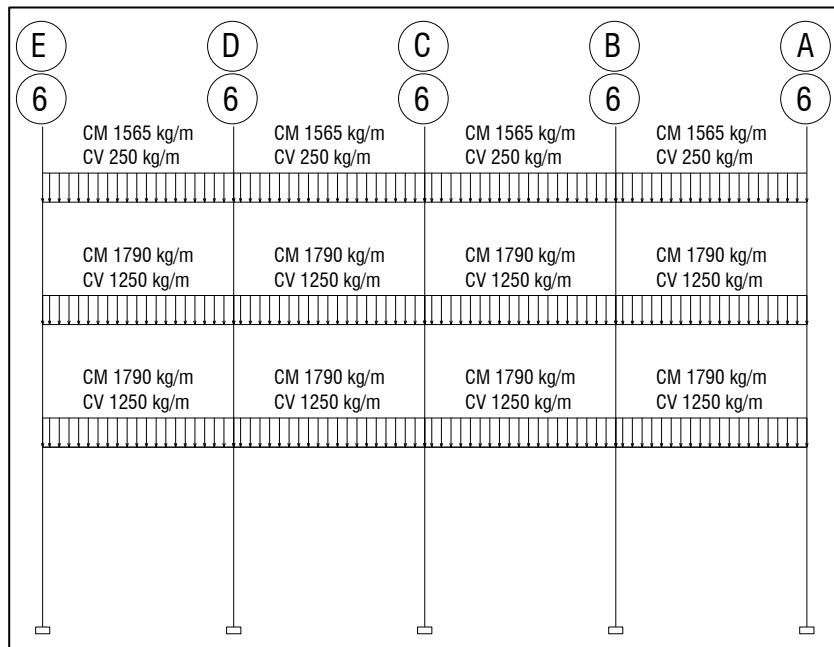
Resumen de carga viva en marco 6, sentido X

Nivel	Tramo E-D	Tramo D-C	Tramo C-B	Tramo B-A
3	250 kg/m	250 kg/m	250 kg/m	250 kg/m
2	1250 kg/m	1,250 kg/m	1,250 kg/m	1,250 kg/m
1	1250 kg/m	1,250 kg/m	1,250 kg/m	1,250 kg/m

Fuente: Elaboración propia.

Figura 11.

Cargas verticales en marco 6, sentido X



Fuente: Elaboración propia, utilizando Software AutoCAD 2021.

Tabla 10.

Resumen de carga muerta en marco B, sentido Y

Nivel	Tramo 1-2	Tramo 2-3	Tramo 3-4	Tramo 4-5	Tramo 5-6	Tramo 6-7
3	1,565 kg/m	1,565 kg/m	1,565 kg/m	1,565 kg/m	1,565 kg/m	1,565 kg/m
2	1,790 kg/m	1,790 kg/m	1,790 kg/m	1,790 kg/m	1,790 kg/m	1,790 kg/m
1	1,790 kg/m	1,790 kg/m	1,790 kg/m	1,790 kg/m	1,790 kg/m	1,790 kg/m

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11.

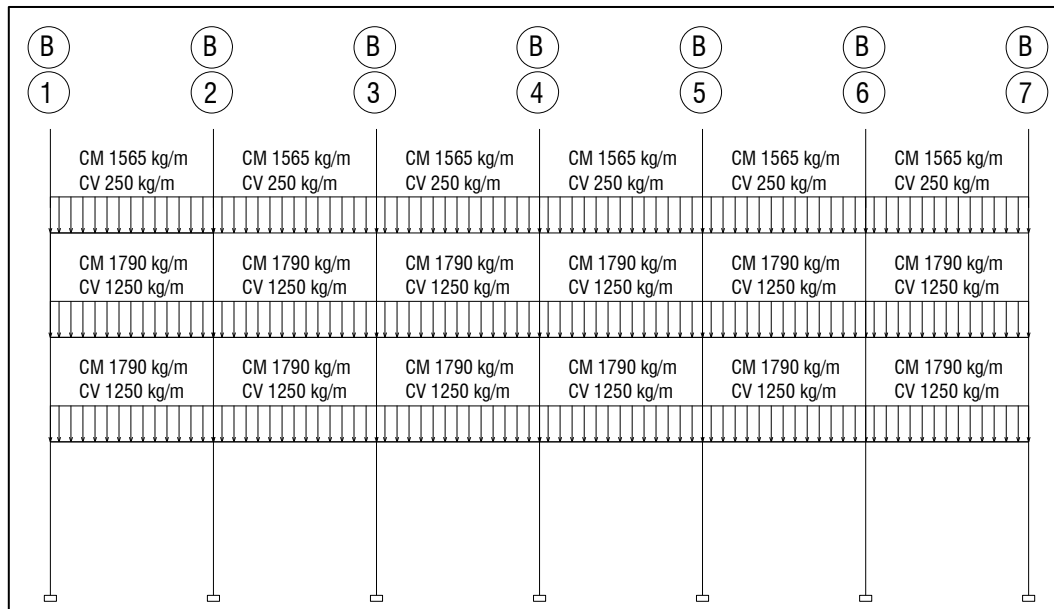
Resumen de carga viva en marco B, sentido Y

Nivel	Tramo 1-2	Tramo 2-3	Tramo 3-4	Tramo 4-5	Tramo 5-6	Tramo 6-7
3	250 kg/m	250 kg/m	250 kg/m	250 kg/m	250 kg/m	250 kg/m
2	1,250 kg/m	1,250 kg/m	1,250 kg/m	1,250 kg/m	1,250 kg/m	1,250 kg/m
1	1,250 kg/m	1,250 kg/m	1,250 kg/m	1,250 kg/m	1,250 kg/m	1,250 kg/m

Fuente: Elaboración propia.

Figura 12.

Cargas verticales en marco B, sentido Y



Fuente: Elaboración propia, utilizando Software AutoCAD 2021.

4.5.3.2. Cargas horizontales

La ubicación de este proyecto es en el municipio de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos. La estructura se encuentra en una zona altamente sísmica, por lo que es necesario considerar los efectos sísmicos de la estructura. Para el diseño se utilizará el método de carga sísmica estática equivalente de la norma NSE 3 de la AGIES, la cual permite que las solicitaciones sísmicas sean modeladas como fuerzas estáticas horizontales aplicadas a lo alto y ancho de la edificación.

El total de la fuerza sísmica equivalente que actúa sobre la edificación se representa por medio del cortante estático equivalente al límite de cedencia en la base de la estructura.

4.5.3.2.1. Carga de sismo efectiva

El peso W_s es el peso de la masa que participa en el sismo. Se calculó adicionando el peso propio de la estructura, la carga permanente y se tomó el 25% de la carga viva.

$$W_s = 100\%(CM + SCP) + 25\%CV + 25\%CV_t$$

Donde:

W_s = carga de sismo efectiva.

CM = carga muerta.

SCP = sobrecarga permanente.

CV = carga viva.

CV_t = carga viva de techo.

A continuación, se detalla el peso sísmico efectivo de la edificación:

- **Integración de carga muerta:**

Tabla 12.

Peso unitario de elementos estructurales

Elemento	b	h	Peso unitario
Losa		0.12 m	288 kg/m ²
Viga	0.35 m	0.50 m	420 kg/m
Columna	0.50 m	0.50 m	600 kg/m

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13.

Integración de peso sísmico, carga muerta

Nivel	Elementos	Peso unitario	Cantidad	Peso total
Tercer	Losa	288 kg/m ²	600 m ²	172,800 kg
	Acabados+mortero	145 kg/m ²	600 m ²	87,000 kg
	Instalaciones	25 kg/m ²	600 m ²	15,000 kg
	Viga	420 kg/m	290 m	121,800 kg
	Columna (1.6 m)	600 kg/m	56 m	33,600 kg
	Total			430,200 kg
Segundo	Losa	288 kg/m ²	575 m ²	165,600 kg
	Muro	75 kg/m ²	575 m ²	43,125 kg
	Acabados	160 kg/m ²	575 m ²	92,000 kg
	Instalaciones	25 kg/m ²	575 m ²	14,375 kg
	Viga	420 kg/m	290 m	121,800 kg
	Columna (3.2 m)	600 kg/m	112 m	67,200 kg
	Muro perimetral	210 kg/m	100 m	21,000 kg
Total			525,100 kg	
Primer	Losa	288 kg/m ²	575 m ²	165,600 kg
	Muro	75 kg/m ²	575 m ²	43,125 kg
	Acabados	160 kg/m ²	575 m ²	92,000 kg
	Instalaciones	25 kg/m ²	575 m ²	14,375 kg
	Viga	420 kg/m	290 m	121,800 kg
	Columna (4.8 m)	600 kg/m	168 m	100,800 kg
	Muro perimetral	210 kg/m	100 m	21,000 kg
Total			558,700 kg	

Fuente: Elaboración propia.

- Integración de carga viva:

Tabla 14.

Integración de peso sísmico, carga viva

Nivel	CV _t	CV	Área	Total
3	100 kg/m ²		600 m ²	60,000 kg
2		500 kg/m ²	575 m ²	287,500 kg
1		500 kg/m ²	575 m ²	287,500 kg

Fuente: Elaboración propia.

- Resumen

Tabla 15.

Peso total de carga muerta

Peso de carga muerta	
Nivel	Peso
3	328,200 kg
2	354,600 kg
1	388,200 kg
Total	1,071,000 kg

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16.

Peso total de sobrecarga permanente

Peso de sobrecarga permanente	
Nivel	Peso
3	102,000 kg
2	170,500 kg
1	170,500 kg
Total	443,000 kg

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17.

Peso total de carga viva

Peso de carga viva	
Nivel	Peso
3	60,000 kg
2	287,500 kg
1	287,500 kg
Total	575,000 kg

Fuente: Elaboración propia.

$$W_s = 100\%(1,071,000 \text{ kg} + 443,000 \text{ kg}) + 25\%(575,000 \text{ kg}) + 25\%(60,000 \text{ kg})$$

$$W_s = 1,672,750 \text{ kg}$$

4.5.4. Cálculo de corte basal según método estático equivalente -AGIES-

4.5.4.1. Categoría ocupacional

La norma NSE 1 de la AGIES en su capítulo 3 clasifica a los edificios educativos, como: Categoría III: Obras importantes ya que son las que albergan o pueden afectar a gran cantidad de personas; aquellas donde los ocupantes estén restringidos a desplazarse; las que prestan servicios importantes (pero no esenciales después de un desastre) a gran número de personas o entidades; obras que albergan valores culturales reconocidos.

4.5.4.2. Zonificación sísmica de Guatemala

La ubicación de este proyecto es en el municipio de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos. La estructura se encuentra en una zona altamente sísmica.

4.5.4.2.1. Índice de sismicidad

El territorio de Guatemala se divide en macro-zonas de amenaza sísmica caracterizadas por su índice de sismicidad que va desde $I_0=2$ a $I_0=4$. En el anexo A de la norma NSE 2 se encuentra el listado de amenazas sísmicas por municipio.

$$I_0 = 4.2$$

4.5.4.2.2. Parámetros básicos

Son los parámetros Scr y $S1r$ cuyos valores para el territorio de Guatemala están especificados en el Listado de Amenaza Sísmica por Municipios en Anexo A, de la norma NSE 2, para el municipio de San Pedro Sacatepéquez, son:

$$Scr = 1.61 \quad S1r = 0.84$$

4.5.4.3. Nivel de protección sísmica y probabilidad del sismo de diseño

El nivel de protección sísmica se establece en función del Índice de Sismicidad ($I_0=4.2$) y la clasificación de obra (D), por lo cual la probabilidad de exceder el sismo de diseño es 5% en 50 años.

4.5.4.4. Ajuste por clase de sitio

$$Scs = Scr * F_a$$

$$S1s = S1r * F_v$$

Donde:

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

S_{1s} = es la ordenada espectral correspondiente a períodos de vibración de 1 segundo; ambos para un amortiguamiento nominal de 5% del crítico.

F_a = es el coeficiente de sitio para períodos de vibración cortos.

F_v = es el coeficiente de sitio para períodos largos.

Los coeficientes F_a y F_v están especificados en las tablas 4.5-1 y 4.5-2 de la norma NSE 2, se establecen en función al Índice de sismicidad y Clase de sitio, en este caso, son:

4.5.4.4.1. Coeficientes de sitio F_a

$$F_a = 1.0$$

$$S_{cs} = 1.61 * 1.0 = \mathbf{1.61}$$

4.5.4.4.2. Coeficiente de sitio F_v

$$F_v = 1.0$$

$$S_{1s} = 0.84 * 1.0 = \mathbf{0.84}$$

4.5.4.5. Ajuste por intensidades sísmicas especiales

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

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

Donde:

N_a y N_v son los factores que aplican por la proximidad de las amenazas especiales.

4.5.4.5.1. Tipo de fuente sísmica

Debido que el proyecto estará ubicado en el municipio de San Pedro Sacatepéquez, la estructura se encuentra en zona altamente sísmica, por lo cual se considera el tipo de fuente A, Fallas geológicas capaces de generar eventos de gran magnitud y con alta tasa de sismicidad.

Los factores N_a y N_v están especificados en las tablas 4.6.2-2 y 4.6.2-3 de la norma NSE 2, se establecen en función del tipo de fuente y la distancia horizontal más cercana a fuente sísmica, en este caso, son:

4.5.4.5.2. Factor N_a para periodos cortos de vibración

$$N_a = 1.0$$

$$S_{cs} = 1.61 * 1.0 * 1.0 = \mathbf{1.61}$$

4.5.4.5.3. Factor N_v para periodos largos de vibración

$$N_v = 1.0$$

$$S_{1s} = 0.84 * 1.0 * 1.0 = \mathbf{0.84}$$

4.5.4.6. Probabilidad nominal de ocurrencia de los sismos de diseño

Se determinará según el nivel de protección sísmica que se requiera, mediante uno de los factores K_d indicados en la norma NSE 2, Tabla 4.5.5-1.

4.5.4.6.1. Factor K_d de acuerdo con el nivel de sismo

El factor K_d para sismo severo con 5% de probabilidad de ser excedido en 50 años, es de:

$$K_d = 0.80$$

Los parámetros de espectro se calibran mediante las expresiones:

$$S_{cd} = K_d * S_{cs} \quad S_{1d} = K_d * S_{1s}$$

$$S_{cd} = 0.8 * 1.61 = 1.288 \quad S_{1d} = 0.8 * 0.84 = 0.672$$

4.5.4.7. Períodos de vibración de transición

- Período T_s que separa los períodos cortos de los largos.

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

$$T_s = \frac{0.84}{1.61} = 0.522 \text{ s}$$

- Período T_o que define el inicio de la meseta de períodos cortos del espectro.

$$T_o = 0.2 * T_s$$

$$T_o = 0.2 * 0.522 = 0.104 \text{ s}$$

4.5.4.8. Período fundamental de vibración

El período fundamental de vibración de una edificación se estimará en forma empírica y genérica, como:

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

Donde:

h_n = es la altura total del edificio, en metros.

$$K_T = 0.047$$

$x = 0.85$ para sistemas E1 de concreto reforzado.

$$K_T = 0.047 \quad h_n = 11.1 \quad x = 0.85$$

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

$$T_a = 0.047(11.1)^{0.85} = \mathbf{0.364 \text{ s}}$$

4.5.4.9. Espectros genéricos probables

Figura 13.

Espectro genérico probable

$S_a(T) = S_{cd} \left[0.4 + 0.6 \frac{T}{T_0} \right]$	<i>cuando</i> $T < T_0$
$S_a(T) = S_{cd}$	<i>cuando</i> $T_0 \leq T \leq T_S$
$S_a(T) = \frac{S_{1d}}{T} \leq S_{cd}$	<i>cuando</i> $T_S < T < T_L$
$S_a(T) = \frac{S_{1d}}{(T^2)} * T_L$	<i>cuando</i> $T \geq T_L$

Fuente: Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica, AGIES, NSE 2. Demandas Estructurales y condiciones de sitio, Capítulo 4, p.4-9.

$$T = 0.364 \quad T_0 = 0.104 \quad T_L = 3.3 \quad T_S = 0.522$$

La condición que cumple es la $T_0 \leq T \leq T_S$ siendo $S_a(T) = S_{cd}$

- **Aceleración máxima del suelo**

$$AMS_d = 0.4 * S_{cd}$$

$$AMS_d = 0.4 * 1.288 = \mathbf{0.515}$$

- **Componente vertical del sismo de diseño**

$$S_{vd} = 0.2 * S_{cd}$$

$$S_{vd} = 0.2 * 1.288 = \mathbf{0.258}$$

4.5.4.10. Coeficiente sísmico al límite de cedencia

El coeficiente sísmico (C_s) en cada dirección de análisis se establecerá de la manera siguiente:

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

Donde:

$S_a(T)$ = es la demanda sísmica de diseño (pseudo-aceleración inducida en función del periodo) para una estructura con período T obtenida del espectro de diseño sísmico establecido para el sitio.

R = es el factor de reducción.

T = es el período fundamental de vibración de la estructura.

$$R = 8 \quad \beta_d = 1 \quad S_a(T) = S_{cd} = 1.288$$

$$C_s = \frac{1.288}{1 * 8} = \mathbf{0.161}$$

4.5.4.11. Valores mínimos de C_s

$$C_s \geq \frac{0.044 * S_{cd} * F_d}{R * \beta_d} \geq 0.01$$

$$\frac{0.044 * 1.288 * 0.83}{8 * 1} = 0.05$$

$$0.161 \geq 0.05 \geq 0.01 = \mathbf{Cumple}$$

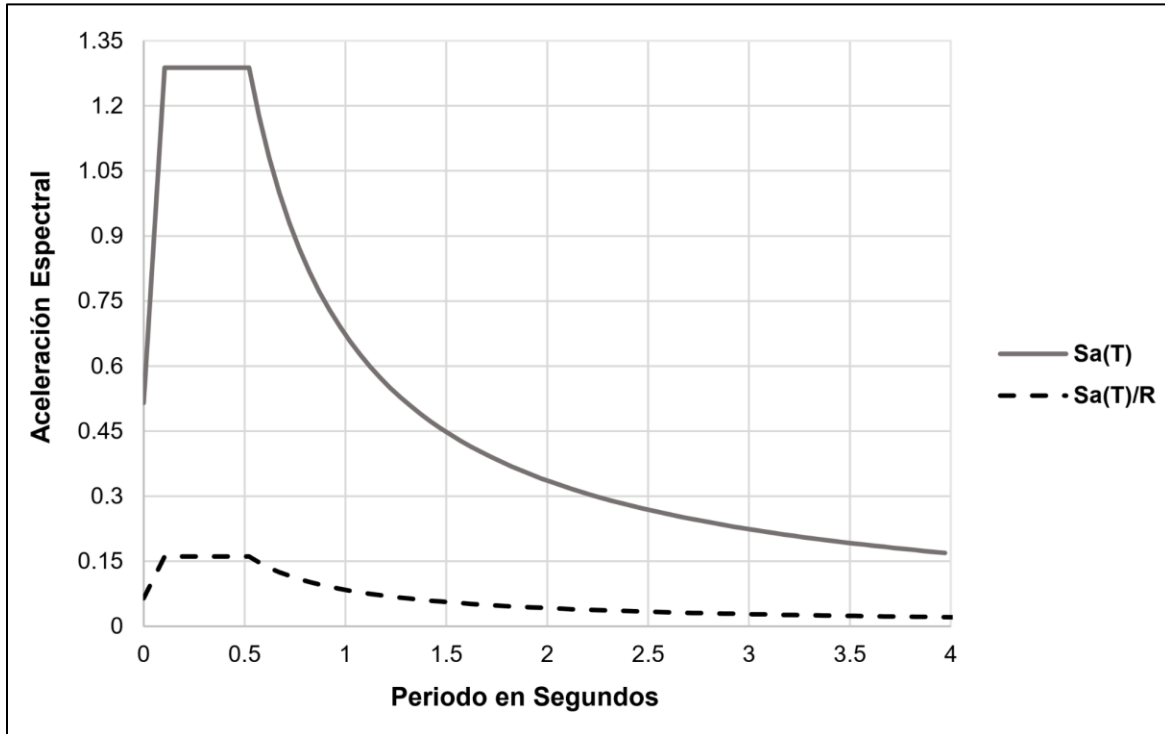
$$C_s \geq \frac{0.45 * k_d * F_d}{R * \beta_d}$$

$$\frac{0.45 * 0.8 * 0.83}{8 * 1} = 0.04$$

$$0.161 \geq 0.04 = \mathbf{Cumple}$$

Figura 14.

Gráfica de espectro de diseño con factor de reducción



Fuente: Elaboración propia.

4.5.4.12. Cálculo del valor de corte basal

$$V_b = C_s * W_s$$

$$V_b = 0.161 * 1,672,750 \text{ kg} = 269,312.75 \text{ kg}$$

4.5.5. Distribución vertical de las fuerzas sísmicas por nivel

El corte basal de cedencia 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.

Tabla 18.

Distribución de corte basal por nivel

Nivel	W_x (kg)	h_x (m)	$W_x * h_x^k$ (kg-m)	C_{yx}	V_B (kg)	F_x (kg)
3	445,200	11.1	4,941,720	0.39	269,312.8	105,032
2	596,975	7.9	4,716,102.5	0.37	269,312.8	99,646
1	630,575	4.7	2,963,702.5	0.24	269,312.8	64,635
Total	1,672,750		12,521,525	1.00		269,313

Fuente: Elaboración propia.

4.5.6. Determinación de las fuerzas sísmicas en los diferentes marcos

4.5.6.1. Cálculo de rigidez

$$CR_X = \frac{\sum_{i=1}^n (K_i * X_i)}{\sum_{i=1}^n K_i} \quad CR_Y = \frac{\sum_{i=1}^n (K_i * Y_i)}{\sum_{i=1}^n K_i}$$

Donde:

CR_X y CR_Y = centro de rigidez del sentido indicado.

K_i = rigidez del marco que se está analizando.

X_i y Y_i = distancia medida desde el origen hasta el centroide de la columna del marco correspondiente.

Para el cálculo de la rigidez de cada nivel de análisis, se utiliza la fórmula de Wilbur aplicable a marcos de elementos estructurales con momento de inercia constante y en los que las deformaciones axiales son despreciables a través de las siguientes ecuaciones:

- **Para techo:**

$$K_N = \frac{1}{\frac{F_N * H^3}{3 * E_c * I_c} + \frac{1.2 * F_N * H}{A_g * G}}$$

- **Para entresijos:**

$$K_N = \frac{1}{\frac{F_N * H^3}{12 * E_c * I_c} + \frac{1.2 * F_N * H}{A_g * G}}$$

Donde:

F_N = fuerza actuante en el nivel de piso de análisis.

H = luz libre del elemento vertical del nivel de análisis.

E_c = módulo de elasticidad del concreto.

I_c = inercia de la sección de la columna.

A_g = área gruesa de la sección transversal de la columna.

G = módulo de rigidez.

- **Módulo de elasticidad del concreto**

Para calcular el módulo de elasticidad del concreto (E_c) de peso normal, se toma en cuenta los requisitos establecidos en el capítulo 19, sección 19.2.2 de la normativa ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto) a través de la siguiente expresión:

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

$$E_c = 15,100\sqrt{280 \text{ kg/cm}^2} = 252,671.33 \text{ kg/cm}^2$$

- **Módulo de rigidez**

$$G = 0.4 * E_c$$

$$G = 0.4 * 252,671.33 \text{ kg/cm}^2 = \mathbf{101,068.53 \text{ kg/cm}^2}$$

- **Inercia de columnas**

$$I_c = \frac{b_c * h_c^3}{12}$$

$$I_c = \frac{50 \text{ cm} * (50 \text{ cm})^3}{12} = \mathbf{520,833.33 \text{ cm}^4}$$

- **Área gruesa**

$$A_g = b_c * h_c$$

$$A_g = 50 \text{ cm} * 50 \text{ cm} = \mathbf{2,500 \text{ cm}^2}$$

- **Rigidez techo**

$$K_{N3} = \frac{1}{\frac{105,032 \text{ kg} * (320 \text{ cm})^3}{3 * 252,671.33 \text{ kg/cm}^2 * 520,833.33 \text{ cm}^4} + \frac{1.2 * 105,032 \text{ kg} * 320 \text{ cm}}{2500 \text{ cm}^2 * 101,068.53 \text{ kg/cm}^2}}$$

$$K_{N3} = \mathbf{0.1126 \text{ cm}^{-1}}$$

- **Rigidez entrepisos**

$$K_{N2} = \frac{1}{\frac{99,646 \text{ kg} * (320 \text{ cm})^3}{12 * 252,671.33 \text{ kg/cm}^2 * 520,833.33 \text{ cm}^4} + \frac{1.2 * 99,646 \text{ kg} * 320 \text{ cm}}{2500 \text{ cm}^2 * 101,068.53 \text{ kg/cm}^2}}$$

$$K_{N2} = \mathbf{0.4506 \text{ cm}^{-1}}$$

$$K_{N1} = \frac{1}{\frac{64,635 \text{ kg} * (470 \text{ cm})^3}{12 * 252,671.33 \text{ kg/cm}^2 * 520,833.33 \text{ cm}^4} + \frac{1.2 * 64,635 \text{ kg} * 470 \text{ cm}}{2500 \text{ cm}^2 * 101,068.53 \text{ kg/cm}^2}}$$

$$K_{N1} = \mathbf{0.2276 \text{ cm}^{-1}}$$

A continuación, se presenta la integración para el centro de rigidez de cada nivel del edificio, utilizando las ecuaciones anteriormente mencionadas:

Tabla 19.

Centro de rigidez, sentido X

Marco	Columnas	Kc	Km	L	Km*L
Tercer nivel					
1	5	0.1126 cm ⁻¹	0.5630 cm ⁻¹	0 m	0.00 cm ⁻¹ * m
2	5	0.1126 cm ⁻¹	0.5630 cm ⁻¹	5 m	2.82 cm ⁻¹ * m
3	5	0.1126 cm ⁻¹	0.5630 cm ⁻¹	10 m	5.63 cm ⁻¹ * m
4	5	0.1126 cm ⁻¹	0.5630 cm ⁻¹	15 m	8.45 cm ⁻¹ * m
5	5	0.1126 cm ⁻¹	0.5630 cm ⁻¹	20 m	11.26 cm ⁻¹ * m
6	5	0.1126 cm ⁻¹	0.5630 cm ⁻¹	25 m	14.08 cm ⁻¹ * m
7	5	0.1126 cm ⁻¹	0.5630 cm ⁻¹	30 m	16.89 cm ⁻¹ * m
		Total	3.9410 cm⁻¹		59.12 cm⁻¹ * m
	CRx		15.00 m		
Segundo nivel					
1	5	0.451 cm ⁻¹	2.2530 cm ⁻¹	0 m	0.00 cm ⁻¹ * m
2	5	0.451 cm ⁻¹	2.2530 cm ⁻¹	5 m	11.27 cm ⁻¹ * m
3	5	0.451 cm ⁻¹	2.2530 cm ⁻¹	10 m	22.53 cm ⁻¹ * m
4	5	0.451 cm ⁻¹	2.2530 cm ⁻¹	15 m	33.80 cm ⁻¹ * m
5	5	0.451 cm ⁻¹	2.2530 cm ⁻¹	20 m	45.06 cm ⁻¹ * m
6	5	0.451 cm ⁻¹	2.2530 cm ⁻¹	25 m	56.33 cm ⁻¹ * m
7	5	0.451 cm ⁻¹	2.2530 cm ⁻¹	30 m	67.59 cm ⁻¹ * m
		Total	15.771 cm⁻¹		236.57 cm⁻¹ * m
	CRx		15.00 m		
Primer nivel					
1	5	0.228 cm ⁻¹	1.1380 cm ⁻¹	0 m	0.00 cm ⁻¹ * m
2	5	0.228 cm ⁻¹	1.1380 cm ⁻¹	5 m	5.69 cm ⁻¹ * m
3	5	0.228 cm ⁻¹	1.1380 cm ⁻¹	10 m	11.38 cm ⁻¹ * m
4	5	0.228 cm ⁻¹	1.1380 cm ⁻¹	15 m	17.07 cm ⁻¹ * m
5	5	0.228 cm ⁻¹	1.1380 cm ⁻¹	20 m	22.76 cm ⁻¹ * m
6	5	0.228 cm ⁻¹	1.1380 cm ⁻¹	25 m	28.45 cm ⁻¹ * m
7	5	0.228 cm ⁻¹	1.1380 cm ⁻¹	30 m	34.14 cm ⁻¹ * m
		Total	7.9660 cm⁻¹		119.49 cm⁻¹ * m
	CRx		15.00 m		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20.*Centro de rigidez, sentido Y*

Marco	Columnas	Kc	Km	L	Km*L
Tercer nivel					
A	7	0.1126 cm ⁻¹	0.7882 cm ⁻¹	20 m	15.76 cm ⁻¹ *m
B	7	0.1126 cm ⁻¹	0.7882 cm ⁻¹	15 m	11.82 cm ⁻¹ *m
C	7	0.1126 cm ⁻¹	0.7882 cm ⁻¹	10 m	7.88 cm ⁻¹ *m
D	7	0.1126 cm ⁻¹	0.7882 cm ⁻¹	5 m	3.94 cm ⁻¹ *m
E	7	0.1126 cm ⁻¹	0.7882 cm ⁻¹	0 m	0.00 cm ⁻¹ *m
		Total	3.9410 cm⁻¹		39.41 cm⁻¹*m
		CRy	10.00 m		
Segundo nivel					
A	7	0.451 cm ⁻¹	3.1542 cm ⁻¹	20 m	63.08 cm ⁻¹ *m
B	7	0.451 cm ⁻¹	3.1542 cm ⁻¹	15 m	47.31 cm ⁻¹ *m
C	7	0.451 cm ⁻¹	3.1542 cm ⁻¹	10 m	31.54 cm ⁻¹ *m
D	7	0.451 cm ⁻¹	3.1542 cm ⁻¹	5 m	15.77 cm ⁻¹ *m
E	7	0.451 cm ⁻¹	3.1542 cm ⁻¹	0 m	0.00 cm ⁻¹ *m
		Total	15.7710 cm⁻¹		157.71 cm⁻¹*m
		CRy	10.00 m		
Primer nivel					
A	7	0.228 cm ⁻¹	1.5932 cm ⁻¹	20 m	31.86 cm ⁻¹ *m
B	7	0.228 cm ⁻¹	1.5932 cm ⁻¹	15 m	23.90 cm ⁻¹ *m
C	7	0.228 cm ⁻¹	1.5932 cm ⁻¹	10 m	15.93 cm ⁻¹ *m
D	7	0.228 cm ⁻¹	1.5932 cm ⁻¹	5 m	7.97 cm ⁻¹ *m
E	7	0.228 cm ⁻¹	1.5932 cm ⁻¹	0 m	0.00 cm ⁻¹ *m
		Total	7.966 cm⁻¹		79.66 cm⁻¹*m
		CRy	10.00 m		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21.*Resumen centro de rigidez*

Nivel	X	Y
CR 1	15.00 m	10.00 m
CR 2	15.00 m	10.00 m
CR 3	15.00 m	10.00 m

Fuente: Elaboración propia.

4.5.6.2. Cálculo de centro de masa

El centro de masa es el punto dentro de la estructura en donde la masa de la edificación está concentrada. Se calcula con las siguientes expresiones:

$$CM_x = \frac{\sum_{i=1}^n (W_i * X_i)}{\sum_{i=1}^n W_i}$$

$$CM_y = \frac{\sum_{i=1}^n (W_i * Y_i)}{\sum_{i=1}^n W_i}$$

Donde:

CM_x y CM_y = centro de masa en el sentido indicado.

W_i = peso total de cargas gravitacionales en el nivel de análisis.

X_i y Y_i = distancia medida desde el origen hasta el centroide de la planta de análisis.

A continuación, se presenta la integración de cargas para el centro de masa de cada nivel del edificio, utilizando las ecuaciones anteriormente mencionadas:

Tabla 22.

Integración de cargas para centro de masa, tercer nivel

Losa	Área	Centroide		Carga muerta		Carga viva	Carga total	WT*Lx (kg-m)	WT*Ly (kg-m)
	m ²	Lx (m)	Ly (m)	Plosa (kg)	Pscp (kg)	Pcv (kg-m)	WT (kg)		
1	25	2.50	17.5	7,200	4,250	2,500	13,950	34,875	244,125
2	25	7.50	17.5	7,200	4,250	2,500	13,950	104,625	244,125
3	25	12.50	17.5	7,200	4,250	2,500	13,950	174,375	244,125
4	25	17.50	17.5	7,200	4,250	2,500	13,950	244,125	244,125
5	25	22.50	17.5	7,200	4,250	2,500	13,950	313,875	244,125
6	25	27.50	17.5	7,200	4,250	2,500	13,950	383,625	244,125
7	25	2.50	12.5	7,200	4,250	2,500	13,950	34,875	174,375
8	25	7.50	12.5	7,200	4,250	2,500	13,950	104,625	174,375
9	25	12.50	12.5	7,200	4,250	2,500	13,950	174,375	174,375
10	25	17.50	12.5	7,200	4,250	2,500	13,950	244,125	174,375
11	25	22.50	12.5	7,200	4,250	2,500	13,950	313,875	174,375
12	25	27.50	12.5	7,200	4,250	2,500	13,950	383,625	174,375
13	25	2.50	7.5	7,200	4,250	2,500	13,950	34,875	104,625
14	25	7.50	7.5	7,200	4,250	2,500	13,950	104,625	104,625
15	25	12.50	7.5	7,200	4,250	2,500	13,950	174,375	104,625
16	25	17.50	7.5	7,200	4,250	2,500	13,950	244,125	104,625
17	25	22.50	7.5	7,200	4,250	2,500	13,950	313,875	104,625
18	25	27.50	7.5	7,200	4,250	2,500	13,950	383,625	104,625
19	25	2.50	2.5	7,200	4,250	2,500	13,950	34,875	34,875
20	25	7.50	2.5	7,200	4,250	2,500	13,950	104,625	34,875
21	25	12.50	2.5	7,200	4,250	2,500	13,950	174,375	34,875
22	25	17.50	2.5	7,200	4,250	2,500	13,950	244,125	34,875
23	25	22.50	2.5	7,200	4,250	2,500	13,950	313,875	34,875
24	25	27.50	2.5	7,200	4,250	2,500	13,950	383,625	34,875
Total							334,800	5,022,000	3,348,000
CMx				15.00 m					
CMy				10.00 m					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23.*Integración de cargas para centro de masa, segundo nivel*

Losa	Área	Centroide		Carga muerta		Carga Viva	Carga total	WT*Lx	WT*Ly
	m ²	Lx (m)	Ly (m)	Plosa (kg)	Pscp (kg)	Pcv (kg-m)	WT (kg)	(kg-m)	(kg-m)
1	25	2.50	17.5	7,200	6,500	12,500	26,200	65,500	458,500
2	25	7.50	17.5	7,200	6,500	12,500	26,200	196,500	458,500
3	25	12.50	17.5	7,200	6,500	12,500	26,200	327,500	458,500
4	25	17.50	17.5	7,200	6,500	12,500	26,200	458,500	458,500
5	25	22.50	17.5	7,200	6,500	12,500	26,200	589,500	458,500
6	25	27.50	17.5	7,200	6,500	12,500	26,200	720,500	458,500
7	25	2.50	12.5	7,200	6,500	12,500	26,200	65,500	327,500
8	25	7.50	12.5	7,200	6,500	12,500	26,200	196,500	327,500
9	25	12.50	12.5	7,200	6,500	12,500	26,200	327,500	327,500
10	25	17.50	12.5	7,200	6,500	12,500	26,200	458,500	327,500
11	25	22.50	12.5	7,200	6,500	12,500	26,200	589,500	327,500
12	25	27.50	12.5	7,200	6,500	12,500	26,200	720,500	327,500
13	25	2.50	7.5	7,200	6,500	12,500	26,200	65,500	196,500
14	25	7.50	7.5	7,200	6,500	12,500	26,200	196,500	196,500
15	25	12.50	7.5	7,200	6,500	12,500	26,200	327,500	196,500
16	25	17.50	7.5	7,200	6,500	12,500	26,200	458,500	196,500
17	25	22.50	7.5	7,200	6,500	12,500	26,200	589,500	196,500
18	25	27.50	7.5	7,200	6,500	12,500	26,200	720,500	196,500
19	25	2.50	2.5	7,200	6,500	12,500	26,200	65,500	65,500
20	25	7.50	2.5	7,200	6,500	12,500	26,200	196,500	65,500
21	25	12.50	2.5	7,200	6,500	12,500	26,200	327,500	65,500
22	25	22.50	2.5	7,200	6,500	12,500	26,200	589,500	65,500
23	25	27.50	2.5	7,200	6,500	12,500	26,200	720,500	65,500
Total							602,600	8,973,500	6,222,500
CMx				14.89 m					
CMy				10.33 m					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 24.*Integración de cargas para centro de masa, primer nivel*

Losa	Área	Centroide		Carga muerta		Carga viva	Carga total	WT*Lx (kg-m)	WT*Ly (kg-m)
	m ²	Lx (m)	Ly (m)	Plosa (kg)	Pscp (kg)	Pcv (kg-m)	WT (kg)		
1	25	2.50	17.5	7,200	6,500	12,500	26,200	65,500	458,500
2	25	7.50	17.5	7,200	6,500	12,500	26,200	196,500	458,500
3	25	12.50	17.5	7,200	6,500	12,500	26,200	327,500	458,500
4	25	17.50	17.5	7,200	6,500	12,500	26,200	458,500	458,500
5	25	22.50	17.5	7,200	6,500	12,500	26,200	589,500	458,500
6	25	27.50	17.5	7,200	6,500	12,500	26,200	720,500	458,500
7	25	2.50	12.5	7,200	6,500	12,500	26,200	65,500	327,500
8	25	7.50	12.5	7,200	6,500	12,500	26,200	196,500	327,500
9	25	12.50	12.5	7,200	6,500	12,500	26,200	327,500	327,500
10	25	17.50	12.5	7,200	6,500	12,500	26,200	458,500	327,500
11	25	22.50	12.5	7,200	6,500	12,500	26,200	589,500	327,500
12	25	27.50	12.5	7,200	6,500	12,500	26,200	720,500	327,500
13	25	2.50	7.5	7,200	6,500	12,500	26,200	65,500	196,500
14	25	7.50	7.5	7,200	6,500	12,500	26,200	196,500	196,500
15	25	12.50	7.5	7,200	6,500	12,500	26,200	327,500	196,500
16	25	17.50	7.5	7,200	6,500	12,500	26,200	458,500	196,500
17	25	22.50	7.5	7,200	6,500	12,500	26,200	589,500	196,500
18	25	27.50	7.5	7,200	6,500	12,500	26,200	720,500	196,500
19	25	2.50	2.5	7,200	6,500	12,500	26,200	65,500	65,500
20	25	7.50	2.5	7,200	6,500	12,500	26,200	196,500	65,500
21	25	12.50	2.5	7,200	6,500	12,500	26,200	327,500	65,500
22	25	22.50	2.5	7,200	6,500	12,500	26,200	589,500	65,500
23	25	27.50	2.5	7,200	6,500	12,500	26,200	720,500	65,500
Total							602,600	8,973,500	6,222,500
CMx				14.89 m					
CMy				10.33 m					

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25.*Resumen de centro de masa*

Nivel	X	Y
CM 1	14.89 m	10.33 m
CM 2	14.89 m	10.33 m
CM 3	15.00 m	10.00 m

Fuente: Elaboración propia.

4.5.6.3. Cálculo de excentricidad directa

La excentricidad es la distancia que existe entre el centro de masa y el centro de rigidez. Se calculan las excentricidades por nivel y por eje.

$$e_x = |CM_x - CR_x| \quad e_y = |CM_y - CR_y|$$

Donde:

e_x y e_y = excentricidad directa en el sentido indicado.

CM_x y CM_y = centro de masa en el sentido indicado.

CR_x y CR_y = centro de rigidez en el sentido indicado.

Aplicando las ecuaciones y parámetros mencionados se obtiene lo siguiente:

- **Excentricidad directa tercer nivel**

$$e_x = |15.00 \text{ m} - 15.00 \text{ m}| = \mathbf{0.00 \text{ m}}$$

$$e_y = |10.00 \text{ m} - 10.00 \text{ m}| = \mathbf{0.00 \text{ m}}$$

- **Excentricidad directa segundo nivel**

$$e_x = |15.00 \text{ m} - 14.89 \text{ m}| = \mathbf{0.109 \text{ m}}$$

$$e_y = |10.00 \text{ m} - 10.33 \text{ m}| = \mathbf{0.326 \text{ m}}$$

- **Excentricidad directa primer nivel**

$$e_x = |15.00 \text{ m} - 14.89 \text{ m}| = \mathbf{0.109 \text{ m}}$$

$$e_y = |10.00 \text{ m} - 10.33 \text{ m}| = \mathbf{0.326 \text{ m}}$$

Tabla 26.

Resumen de excentricidad directa

Nivel	e_x	e_y
3	0.000 m	0.000 m
2	0.109 m	0.326 m
1	0.109 m	0.326 m

Fuente: Elaboración propia.

4.5.6.4. Cálculo de excentricidad accidental

Para su cálculo se toma en cuenta los requisitos establecidos en el capítulo 2, sección 2.3.2 de la norma NSE 3 de la AGIES, en donde establece que las excentricidades accidentales son una variación de las excentricidades directas en un 5%.

$$e_{accidental.x} = |CM_x - CR_x| \pm 0.05b_x$$

$$e_{accidental.y} = |CM_y - CR_y| \pm 0.05b_y$$

Donde:

$e_{accidental}$ = excentricidad accidental en el sentido indicado.

CM_x y CM_y = centro de masa en el sentido indicado.

CR_x y CR_y = centro de rigidez en el sentido indicado.

b_x y b_y = dimensión perpendicular a la fuerza considera.

- **Excentricidad accidental tercer nivel:**

$$e_{accidental.x1} = |15.00 \text{ m} - 15.00 \text{ m}| + 0.05 * 30.00 \text{ m} = \mathbf{1.50 \text{ m}}$$

$$e_{accidental.x2} = |15.00 \text{ m} - 15.00 \text{ m}| - 0.05 * 30.00 \text{ m} = \mathbf{-1.50 \text{ m}}$$

$$e_{accidental.y1} = |10.00 \text{ m} - 10.00 \text{ m}| + 0.05 * 20.00 \text{ m} = \mathbf{1.00 \text{ m}}$$

$$e_{accidental.y2} = |10.00 \text{ m} - 10.00 \text{ m}| - 0.05 * 20.00 \text{ m} = \mathbf{-1.00 \text{ m}}$$

- **Excentricidad directa segundo nivel:**

$$e_{accidental.x1} = |15.00 \text{ m} - 14.89 \text{ m}| + 0.05 * 30.00 \text{ m} = \mathbf{1.609 \text{ m}}$$

$$e_{accidental.x2} = |15.00 \text{ m} - 14.89 \text{ m}| - 0.05 * 30.00 \text{ m} = \mathbf{-1.391 \text{ m}}$$

$$e_{accidental.y1} = |10.00 \text{ m} - 10.33 \text{ m}| + 0.05 * 20.00 \text{ m} = \mathbf{1.326 \text{ m}}$$

$$e_{accidental.y2} = |10.00 \text{ m} - 10.33 \text{ m}| - 0.05 * 20.00 \text{ m} = \mathbf{-0.674 \text{ m}}$$

- **Excentricidad directa primer nivel:**

$$e_{accidental.x1} = |15.00 \text{ m} - 14.89 \text{ m}| + 0.05 * 30.00 \text{ m} = \mathbf{1.609 \text{ m}}$$

$$e_{accidental.x2} = |15.00 \text{ m} - 14.89 \text{ m}| - 0.05 * 30.00 \text{ m} = \mathbf{-1.391 \text{ m}}$$

$$e_{accidental.y1} = |10.00 \text{ m} - 10.33 \text{ m}| + 0.05 * 20.00 \text{ m} = \mathbf{1.326 \text{ m}}$$

$$e_{accidental.y2} = |10.00 \text{ m} - 10.33 \text{ m}| - 0.05 * 20.00 \text{ m} = \mathbf{-0.674 \text{ m}}$$

Tabla 27.

Resumen excentricidad accidental

Nivel	e_{accidental.x1}	e_{accidental.x2}	e_{accidental.y1}	e_{accidental.y2}
3	1.500 m	-1.500 m	1.000 m	-1.000 m
2	1.609 m	-1.391 m	1.326 m	-0.674 m
1	1.609 m	-1.391 m	1.326 m	-0.674 m

Fuente: Elaboración propia.

4.5.6.5. Cálculo de corte directo

Para el cálculo del corte directo se aplica la siguiente fórmula:

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

Donde:

K_m = rigidez del marco que se analiza.

F_x = fuerza sísmica por nivel.

4.5.6.6. Cálculo de cortante por torsión

Para el cálculo del cortante por torsión se aplica la siguiente fórmula:

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

Donde:

K_m = rigidez del marco que se analiza.

F_x = fuerza sísmica por nivel.

$e_{accidental}$ = excentricidad.

d_i = distancia medida desde el centroide de rigidez hasta el eje de análisis.

4.5.6.7. Cálculo de cortante total

Para el cálculo del cortante total se aplica la siguiente fórmula:

$$V_T = V_s + V_t$$

Donde:

V_s = fuerza de corte directo.

V_t = fuerza de corte por torsión.

A continuación, se presenta el cálculo de las distribuciones de fuerzas horizontales por marco en ambos sentidos (X-Y) y por nivel, utilizando las ecuaciones anteriormente mencionadas:

Tabla 28.*Fuerza por marco en sentido X, tercer nivel*

Marco	$e_{accidental.x}$	F_x (kg)	K_m (cm^{-1})	d_i (m)	$K_m * F_x$	$K_m * d_i^2$	V_s (kg)	V_t (kg)	V_T (kg)	V_T a usar
1	1.50							-3,376	11,629	
	-1.50	105,032	0.563	-15	59,133	126.67	15,004.57	3,376	18,381	18,381
2	1.50							-2,251	12,754	
	-1.50	105,032	0.563	-10	59,133	56.30	15,004.57	2,251	17,255	17,255
3	1.50							-1,125	13,879	
	-1.50	105,032	0.563	-5	59,133	14.07	15,004.57	1,125	16,130	16,130
4	1.50							0.000	15,005	
	-1.50	105,032	0.563	0	59,133	0.00	15,004.57	0.000	15,005	15,005
5	1.50							1,125	16,130	
	-1.50	105,032	0.563	5	59,133	14.07	15,004.57	-1,125	13,879	16,130
6	1.50							2,251	17,255	
	-1.50	105,032	0.563	10	59,133	56.30	15,004.57	-2,251	12,754	17,255
7	1.50							3,376	18,381	
	-1.50	105,032	0.563	15	59,133	126.67	15,004.57	-3,376	11,629	18,381
Total			3.941			394.10				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29.*Fuerza por marco en sentido X, segundo nivel*

Marco	$e_{accidental.x}$	F_x (kg)	K_m (cm^{-1})	d_i (m)	$K_m * F_x$	$K_m * d_i^2$	V_s (kg)	V_t (kg)	V_T (kg)	V_T a usar
1	1.61							-3,435	10,800	
	-1.39	99,646	2.25	-15	224,502	506.92	14,235.10	2,971	17,206	17,206
2	1.61							-2,290	11,945	
	-1.39	99,646	2.25	-10	224,502	225.30	14,235.10	1,981	16,216	16,216
3	1.61							-1,145	13,090	
	-1.39	99,646	2.25	-5	224,502	56.35	14,235.10	990	15,225	15,225
4	1.61							0.000	14,235	
	-1.39	99,646	2.25	0	224,502	0.000	14,235.10	0.000	14,235	14,235
5	1.61							1,145	15,380	
	-1.39	99,646	2.25	5	224,502	56.32	14,235.10	-990	13,245	15,380
6	1.61							2,290	16,525	
	-1.39	99,646	2.25	10	224,502	225.30	14,235.10	-1,981	12,255	16,525
7	1.61							3,435	17,670	
	-1.39	99,646	2.25	15	224,502	506.92	14,235.10	-2,971	11,264	17,670
Total			15.77			1577.10				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30.*Fuerza por marco sentido X, primer nivel*

Marco	$e_{accidental,x}$	F_x (kg)	K_m (cm^{-1})	d_i (m)	$K_m * F_x$	$K_m * d_i^2$	V_s (kg)	V_t (kg)	V_T (kg)	V_T a usar
1	1.61	64,635	1.14	-15	73,554.7	256.05	9,233.58	-2,228	7005	11,161
	-1.39							1,927	11,161	
2	1.61	64,635	1.14	-10	73,554.7	113.80	9,233.58	-1,485	7,748	10,518
	-1.39							1,285	10,518	
3	1.61	64,635	1.14	-5	73,554.7	28.45	9,233.58	-743	8,491	9,876
	-1.39							642	9,876	
4	1.61	64,635	1.14	0	73,554.7	0.000	9,233.58	0.000	9,234	9,234
	-1.39							0.000	9,234	
5	1.61	64,635	1.14	5	73,554.7	28.45	9,233.58	743	9,976	9,976
	-1.39							-642	8,591	
6	1.61	64,635	1.14	10	73,554.7	113.80	9,233.58	1,485	10,719	10,719
	-1.39							-1,285	7,949	
7	1.61	64,635	1.14	15	73,554.7	256.05	9,233.58	2,228	11,462	11,462
	-1.39							-1,927	7,307	
Total			7.966			796.60				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31.*Fuerza por marco en sentido Y, tercer nivel*

Marco	$e_{accidental,y}$	F_x (kg)	K_m (cm^{-1})	d_i (m)	$K_m * F_x$	$K_m * d_i^2$	V_s (kg)	V_t (kg)	V_T (kg)	V_T a usar
A	1.00	105,032	0.788	10	82,786.2	78.82	21,006.39	4,201	25,208	25,208
	-1.00							-4,201	16,805	
B	1.00	105,032	0.788	5	82,786.2	19.70	21,006.39	2,101	23,107	23,107
	-1.00							-2,101	18,906	
C	1.00	105,032	0.788	0	82,786.2	0.00	21,006.39	0.000	21,006	21,006
	-1.00							0.000	21,006	
D	1.00	105,032	0.788	-5	82,786.2	19.70	21,006.39	-2,101	18,906	23,107
	-1.00							2,101	23,107	
E	1.00	105,032	0.788	-10	82,786.2	78.82	21,006.39	-4,201	16,805	25,208
	-1.00							4,201	25,208	
Total			3.941			197.05				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 32.

Fuerza por marco en sentido Y, segundo nivel

Marco	$e_{accidental,y}$	F_x (kg)	K_m (cm^{-1})	d_i (m)	$K_m * F_x$	$K_m * d_i^2$	V_s (kg)	V_t (kg)	V_T (kg)	V_T a usar
A	1.33	99,646	3.154	10	314,302.5	315.4	19,929.14	5,286	25,215	25,215
	-0.67							-2,686	17,243	
B	1.33	99,646	3.154	5	314,302.5	78.85	19,929.14	2,643	22,572	22,572
	-0.67							-1,343	18,586	
C	1.33	99,646	3.154	0	314,302.5	0.00	19,929.14	0.000	19,929	19,929
	-0.67							0.000	19,929	
D	1.33	99,646	3.154	-5	314,302.5	78.85	19,929.14	-2,643	17,286	21,272
	-0.67							1,343	21,272	
E	1.33	99,646	3.154	-10	314,302.5	315.4	19,929.14	-5,286	14,644	22,615
	-0.67							2,686	22,615	
Total			15.77			788.55				

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33.

Fuerza por marco en sentido Y, primer nivel

Marco	$e_{accidental,y}$	F_x (kg)	K_m (cm^{-1})	d_i (m)	$K_m * F_x$	$K_m * d_i^2$	V_s (kg)	V_t (kg)	V_T (kg)	V_T a usar
A	1.33	64,635	1.593	10	102,976.6	159.32	12,927.01	3,428	16,355	16,355
	-0.67							-1,742	11,185	
B	1.33	64,635	1.593	5	102,976.6	39.83	12,927.01	1,714	14,641	14,641
	-0.67							-871	12,056	
C	1.33	64,635	1.593	0	102,976.6	0.00	12,927.01	0.000	12,927	12,927
	-0.67							0.000	12,927	
D	1.33	64,635	1.593	-5	102,976.6	39.83	12,927.01	-1,714	11,213	13,798
	-0.67							871	13,798	
E	1.33	64,635	1.593	-10	102,976.6	159.32	12,927.01	-3,428	9,499	14,669
	-0.67							1,742	14,669	
Total			7.96			398.30				

Fuente: Elaboración propia.

4.5.6.8. Resumen

A continuación, se presentan la distribución de fuerzas horizontales por nivel y por marco:

Tabla 34.

Resumen distribución de fuerzas horizontales por marco en sentido X

Fuerza Horizontal en marcos X. Tercer nivel		Fuerza Horizontal en marcos X. Segundo nivel		Fuerza Horizontal en marcos X. Primer nivel	
Marco	F (kg)	Marco	F (kg)	Marco	F (kg)
1	18,381	1	17,206	1	11,161
2	17,255	2	16,216	2	10,518
3	16,130	3	15,225	3	9,876
4	15,005	4	14,235	4	9,234
5	16,130	5	15,380	5	9,976
6	17,255	6	16,525	6	10,719
7	18,381	7	17,670	7	11,462

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35.

Resumen distribución de fuerzas horizontales por marco en sentido Y

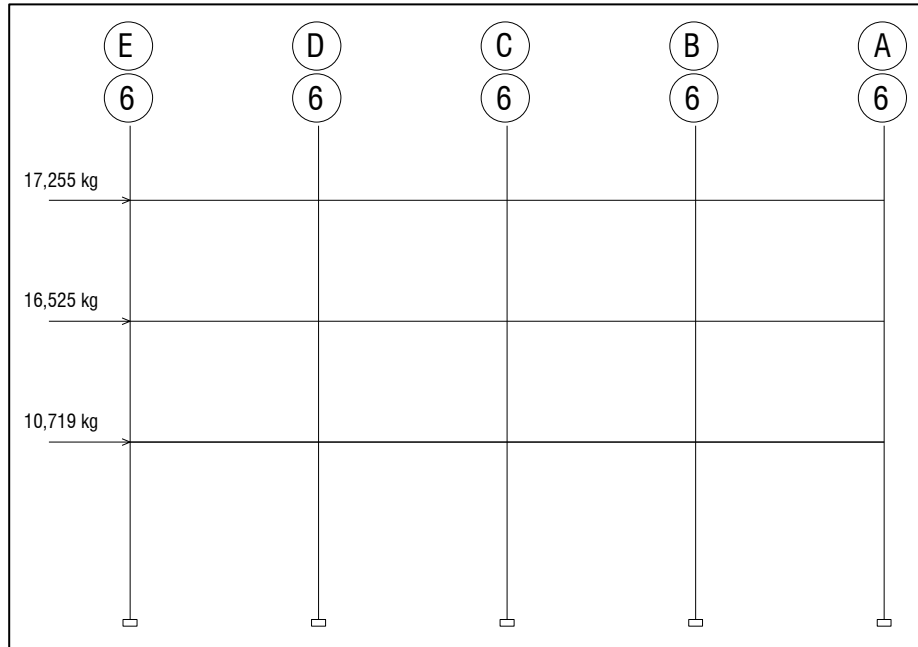
Fuerza Horizontal en marcos X. Tercer nivel		Fuerza Horizontal en marcos X. Segundo nivel		Fuerza Horizontal en marcos X. Primer nivel	
Marco	F (kg)	Marco	F (kg)	Marco	F (kg)
A	25,208	A	25,215	A	16,355
B	23,107	B	22,572	B	14,641
C	21,006	C	19,929	C	12,927
D	23,107	D	21,272	D	13,798
E	25,208	E	22,615	E	14,669

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan las fuerzas por nivel para los marcos del eje 6 y para los marcos del eje B:

Figura 15.

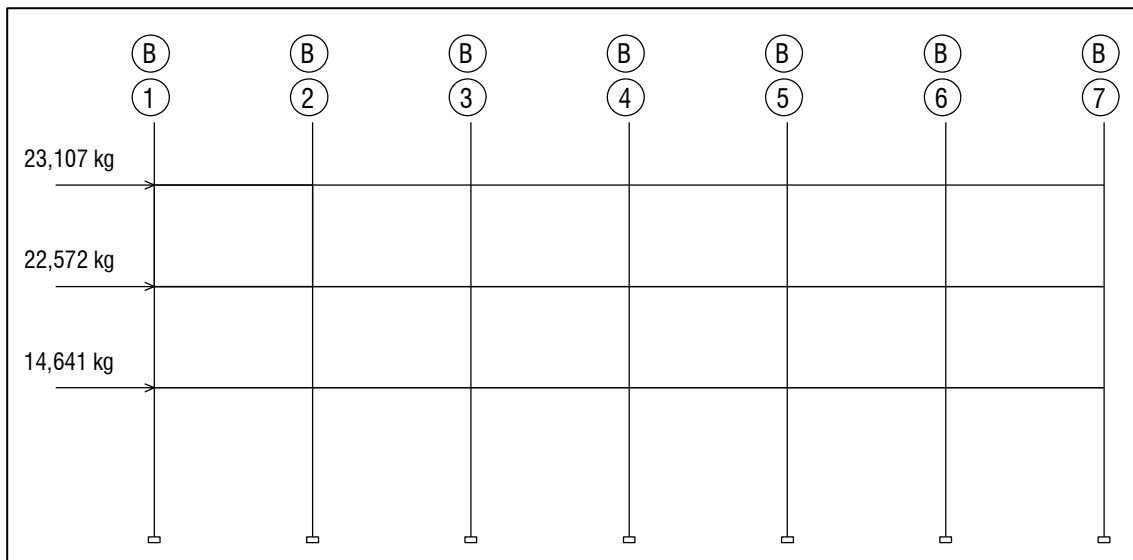
Fuerzas horizontales en el marco 6, sentido X



Fuente: Elaboración propia, utilizando Software AutoCAD 2021.

Figura 16.

Fuerzas horizontales en el marco B, sentido Y



Fuente: Elaboración propia, utilizando Software AutoCAD 2021.

4.5.7. Análisis de marcos rígidos a través del uso de software y comparación por método numérico

4.5.7.1. Análisis estructural por método numérico Kani

Con el método numérico iterativo de Kani, se realizaron dos tipos de suposiciones:

- Se asumió una estructura con nodos rígidos (marcos sin ladeo) y se utilizó para calcular las reacciones ante las cargas verticales (cargas muertas y carga viva).
- Se asumió una estructura con nodos desplazables (marcos con ladeo) y se utilizó para calcular las reacciones ante cargas horizontales (carga sísmica).

Para realizar el análisis de la estructura es necesario determinar los siguientes datos:

- **Momentos fijos**

$$MF_{ik} = \frac{\pm W * L^2}{12}$$

Donde:

W = carga viva o carga muerta uniformemente distribuida en kg.

L= longitud del elemento horizontal (viga) en metros.

- **Momentos de sujeción**

Se determinan al existir cargas verticales, son iguales a la sumatoria de los momentos fijos en cada nodo.

$$M_s = \sum MF_{ik}$$

- **Fuerzas cortantes de piso**

Se determina de la distribución de fuerzas horizontales aplicadas a cada marco.

$$Q_n = \sum H$$

- **Momentos de piso**

$$M_n = \frac{Q_n * h_n}{3}$$

Donde:

Q_n = fuerza cortante del piso en kg.

h_n = altura del nivel en metros.

- **Rigidez de los elementos**

$$K_{ik} = \frac{I}{L_{ik}}$$

Donde:

I = inercia del elemento en m^4 .

L_{ik} = longitud del elemento en metros.

- **Factor de giro**

$$\mu_{ik} = -\frac{1}{2} * \frac{K_{ik}}{\sum K_{ik}}$$

Se puede comprobar que la suma de todos los factores de distribución en un nudo sea igual a -0,5.

- **Factores de corrimiento o desplazamiento**

$$v_{ik} = -\frac{3}{2} * \frac{K_{ik}}{\sum K_{ik}}$$

Se puede comprobar que la suma de todos los factores de distribución en un nudo sea igual a -1,5.

- **Iteraciones, influencia de giro**

Sin ladeo: $M'_{ik} = \mu_{ik} * (M_s + \sum M'_{ki})$

Con ladeo: $M'_{ik} = \mu_{ik} * (M_s + \sum(M'_{ki} + (M''_{ik}))$

- **Iteraciones, influencia de desplazamiento**

Ladeo por asimetría: $M''_{ik} = v_{ik} * (M_{ki} + \sum M'_{ik})$

Ladeo por fuerza horizontal: $M''_{ik} = v_{ik} * (M_n + \sum(M'_{ik} + (M'_{ki}))$

- **Momentos finales en el extremo de cada elemento**

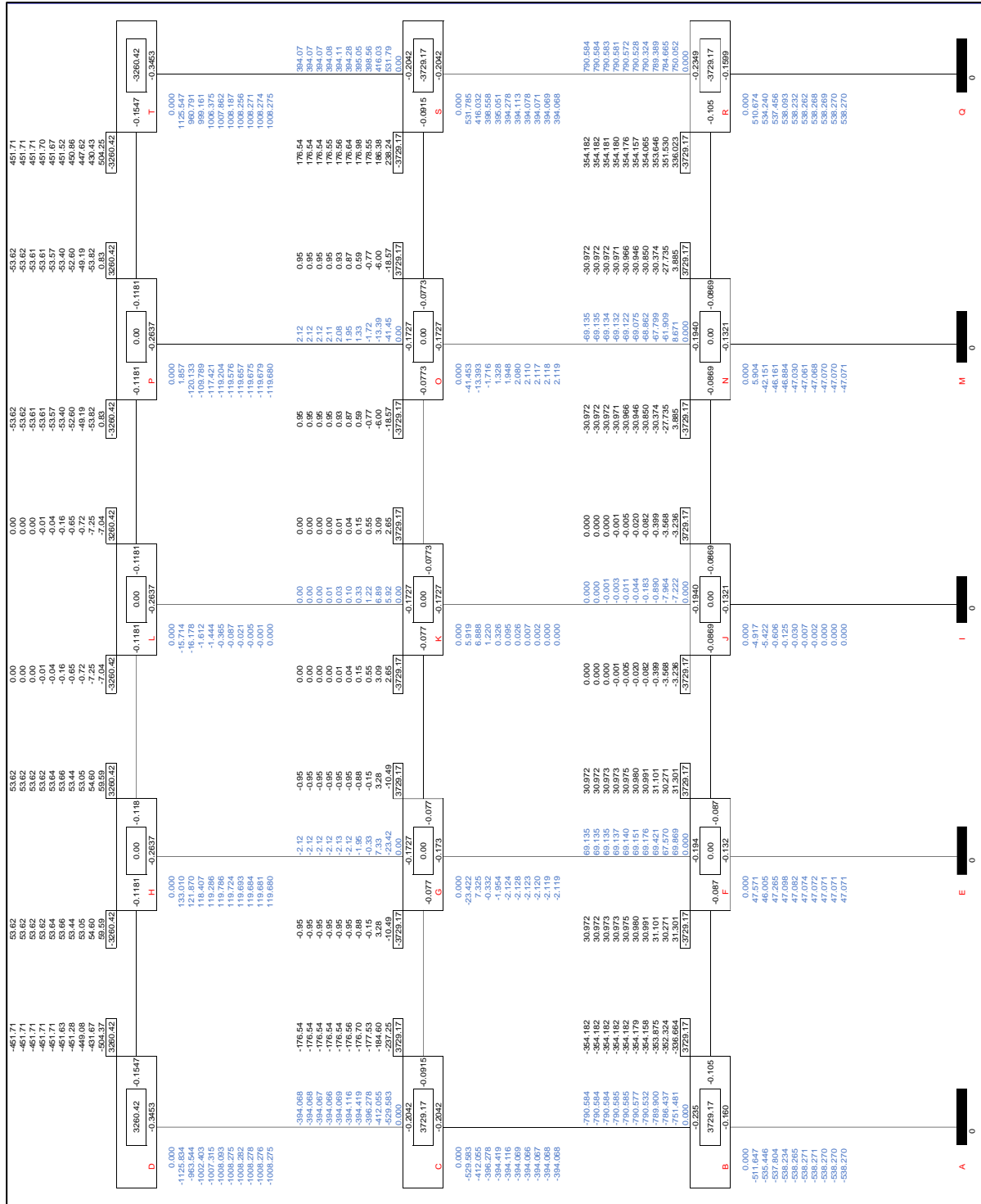
Sin ladeo: $M_{ik} = MF_{ik} + 2M'_{ik} + M'_{ki}$

Con ladeo: $M_{ik} = MF_{ik} + 2M'_{ik} + M'_{ki} + M''_{ik}$

A continuación, se presenta el proceso iterativo de análisis estructural del marco 6 a modo de ejemplo, se realizó el cálculo empleando los dos tipos de condiciones explicados anteriormente, la primera es asumiendo una estructura con nudos rígidos (marcos sin ladeo) y se utilizó para calcular las reacciones debidas a las cargas verticales (carga muerta y carga viva) y para la segunda condición se asumió una estructura con nudos desplazables (marcos con ladeo) y se utilizó para calcular las reacciones ante cargas horizontales (carga sísmica).

Figura 17.

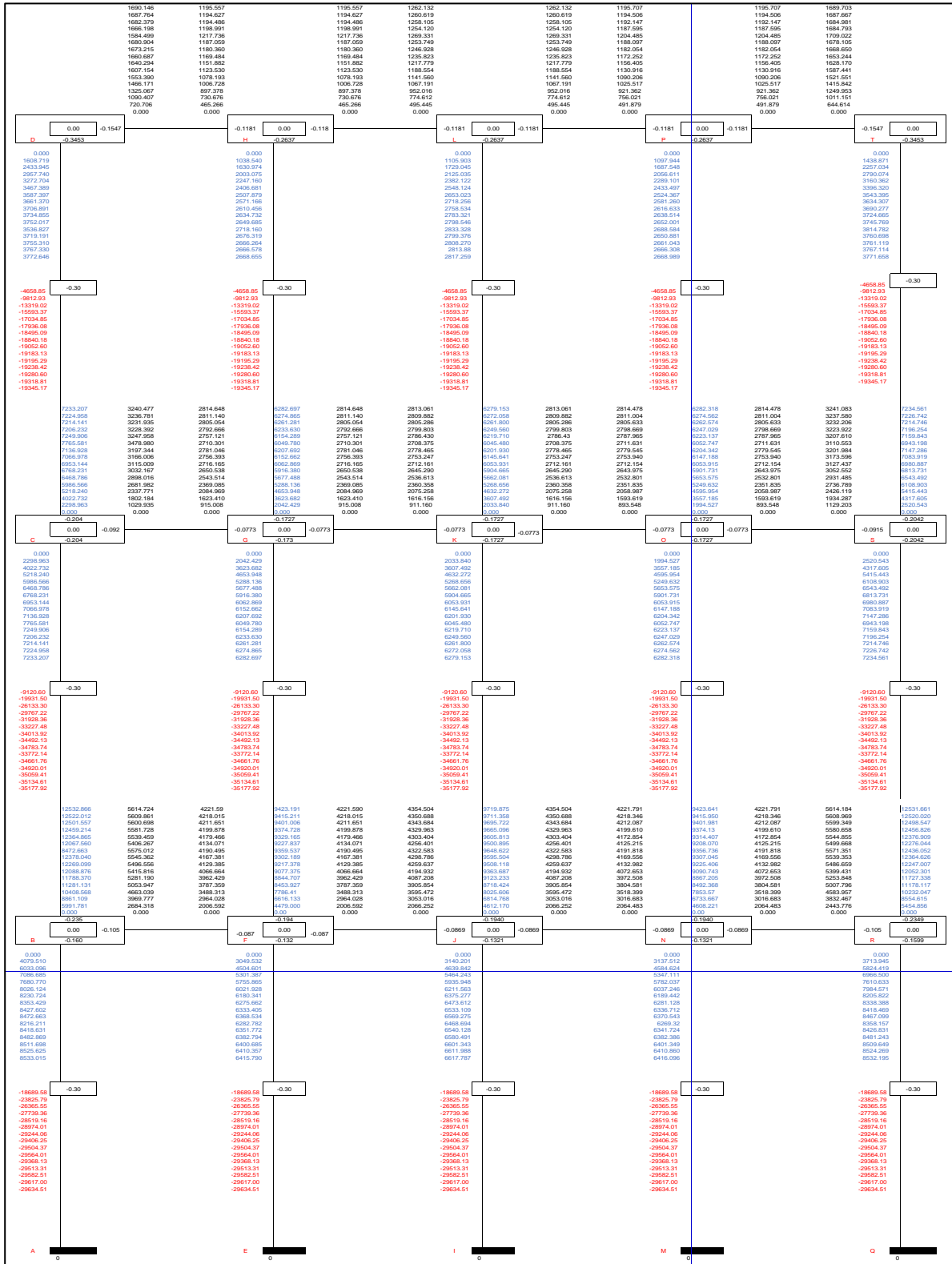
Análisis iterativo método Kani, carga muerta



Fuente: Elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Figura 19.

Análisis iterativo método Kani, carga por sismo



Fuente: Elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

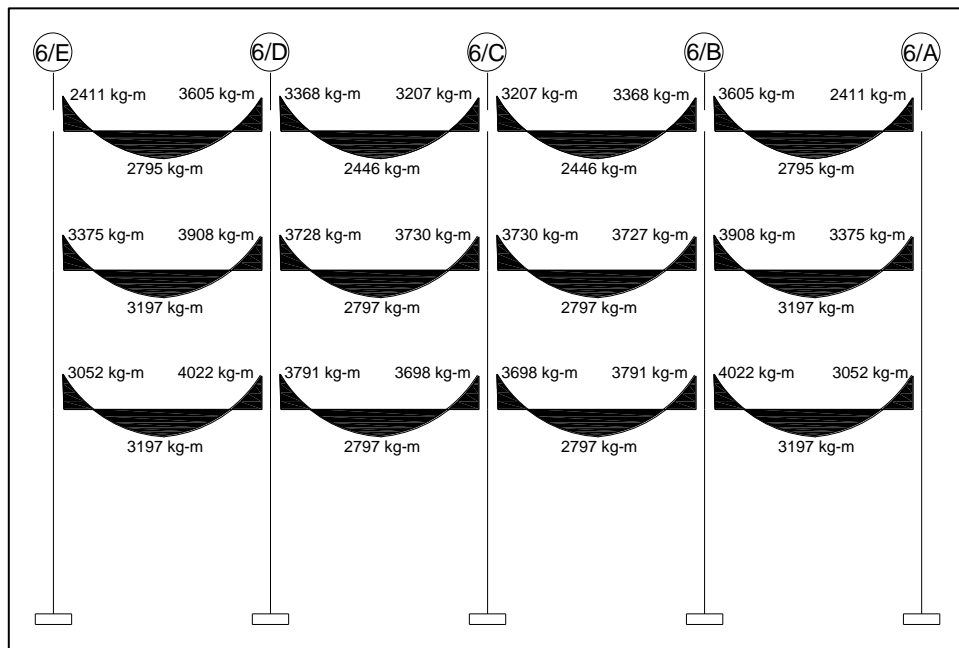
4.5.7.1.1. Análisis por método numérico Kani, carga muerta

Para el análisis del marco por el método numérico de Kani para cargas muertas, se toman en consideración los datos de la integración de cargas verticales de la sección 4.5.3.1 y figura 8 de los resultados finales de la integración de cargas muertas para el marco 6 y de la figura 9 de los resultados finales de la integración de cargas muertas para el marco B.

A continuación, se presentan los diagramas de momentos finales por carga muerta en vigas y columnas:

Figura 20.

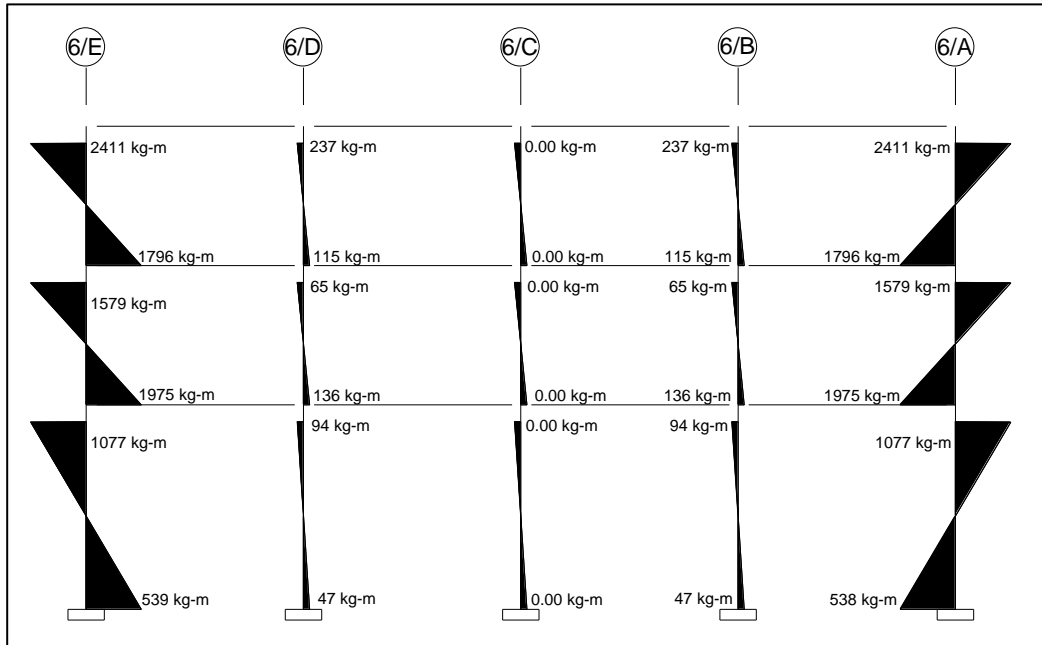
Diagrama de momentos por carga muerta en vigas del marco 6



Fuente: Elaboración propia, utilizando Software AutoCAD 2021.

Figura 21.

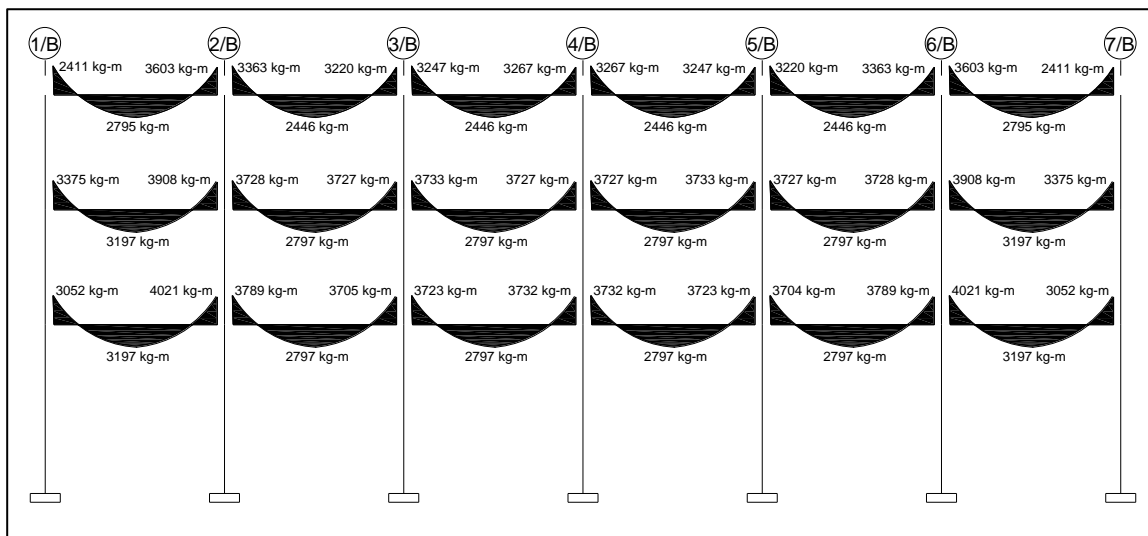
Diagrama de momentos por carga muerta en columnas del marco 6



Fuente: Elaboración propia, empleando Software AutoCAD 2021.

Figura 22.

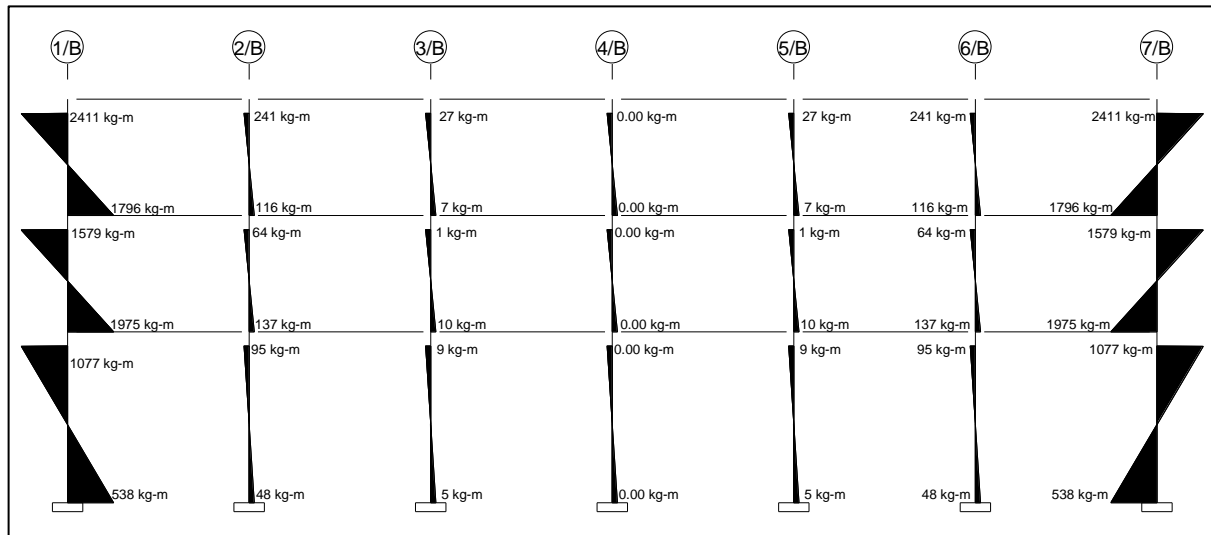
Diagrama de momentos por carga muerta en vigas del marco B



Fuente: Elaboración propia, empleando Software AutoCAD 2021.

Figura 23.

Diagrama de momentos por carga muerta en columnas del marco B



Fuente: Elaboración propia, utilizando Software AutoCAD 2021.

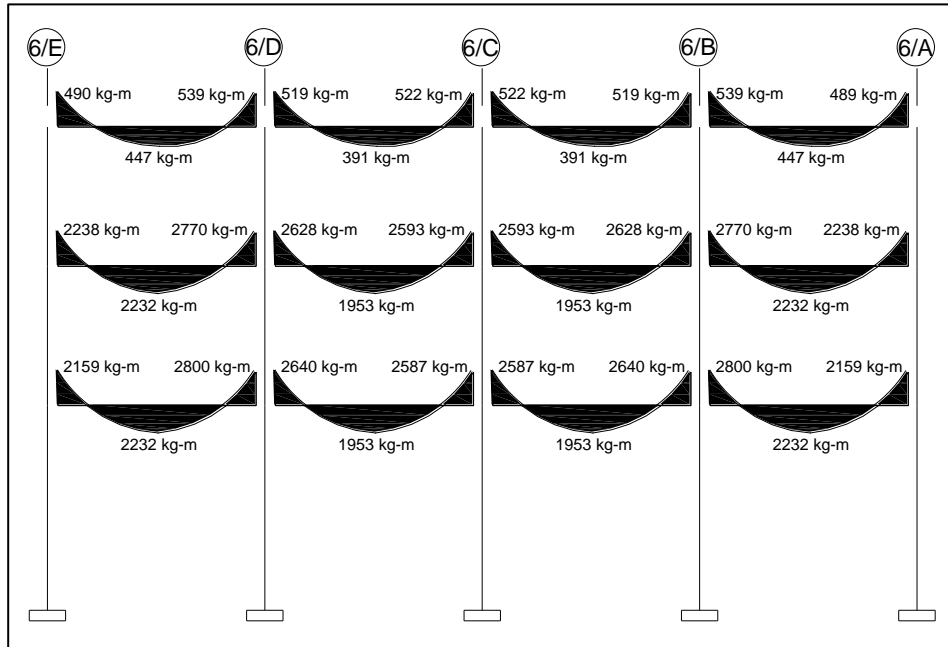
4.5.7.1.2. Análisis por método numérico Kani, carga viva

Para el análisis del marco por el método numérico de Kani para carga viva, se toman en consideración los datos de la integración de cargas verticales de la sección 4.5.3.1.3 y figura 11 de los resultados finales de la integración de cargas muertas para el marco 6 y de la figura 12 de los resultados finales de la integración de cargas muertas para el marco B.

A continuación, se presentan los diagramas de momentos finales por carga viva en vigas y columnas:

Figura 24.

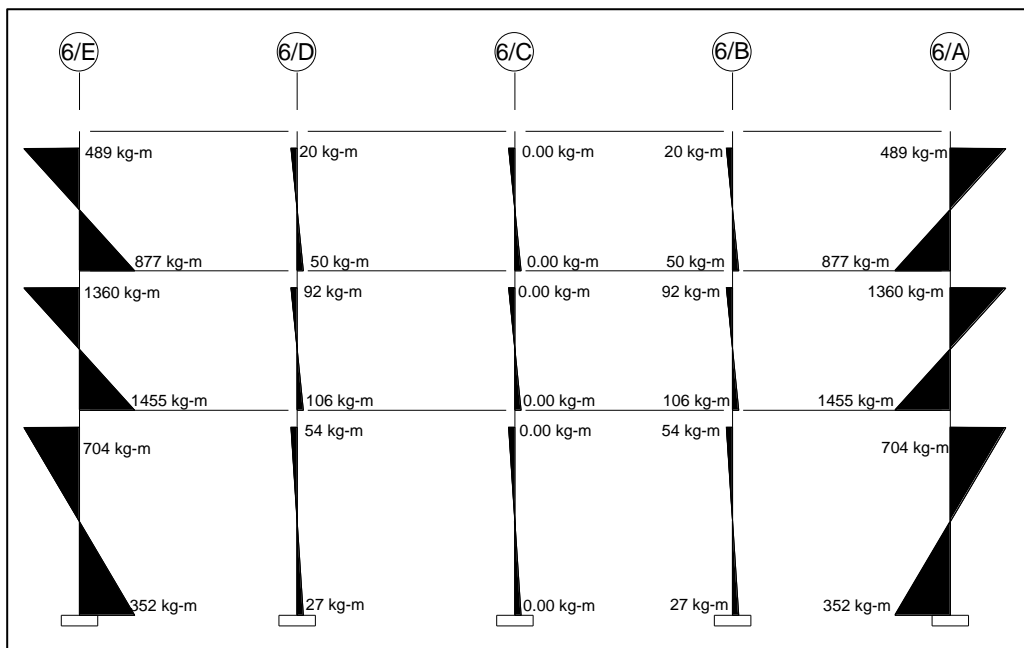
Diagrama de momentos por carga viva en vigas del marco 6



Fuente: Elaboración propia, utilizando Software AutoCAD 2021.

Figura 25.

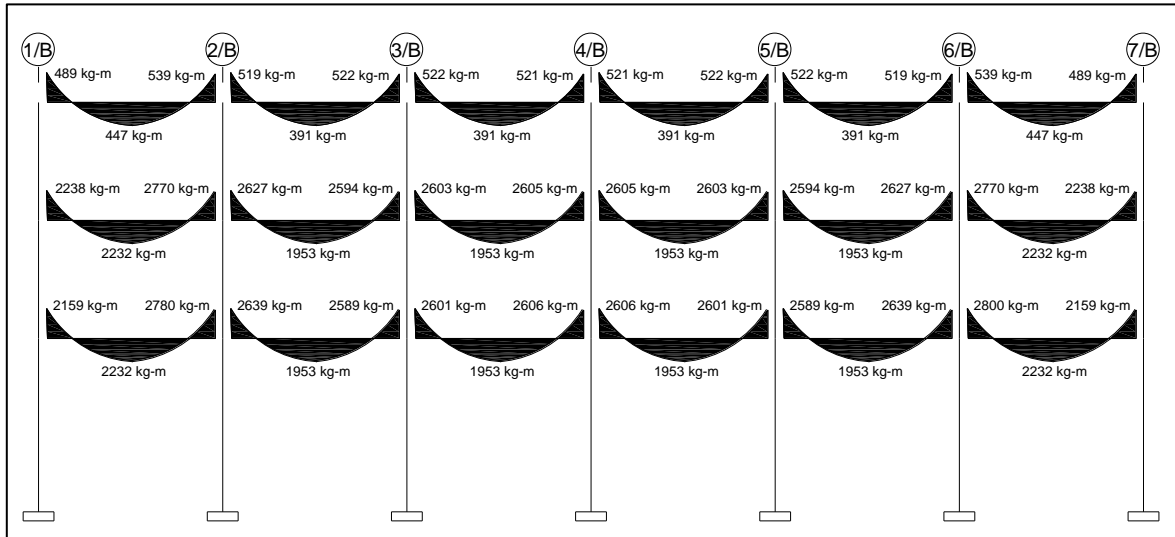
Diagrama de momentos por carga viva en columnas del marco 6



Fuente: Elaboración propia, utilizando Software AutoCAD 2021.

Figura 26.

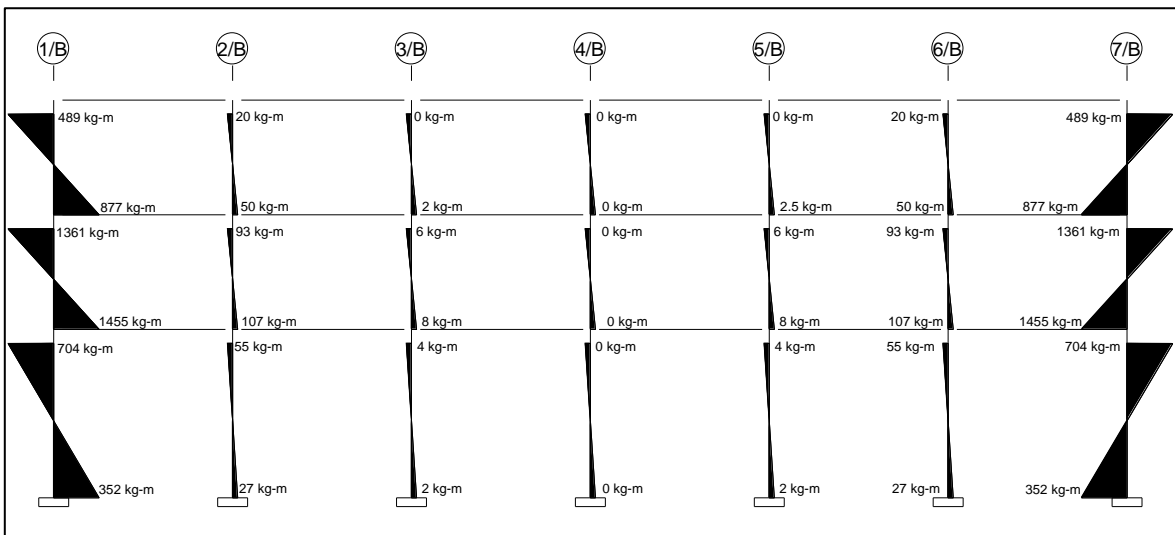
Diagrama de momentos por carga viva en vigas del marco B



Fuente: Elaboración propia, utilizando Software AutoCAD 2021.

Figura 27.

Diagrama de momentos por carga viva en columnas del marco B



Fuente: Elaboración propia, utilizando Software AutoCAD 2021.

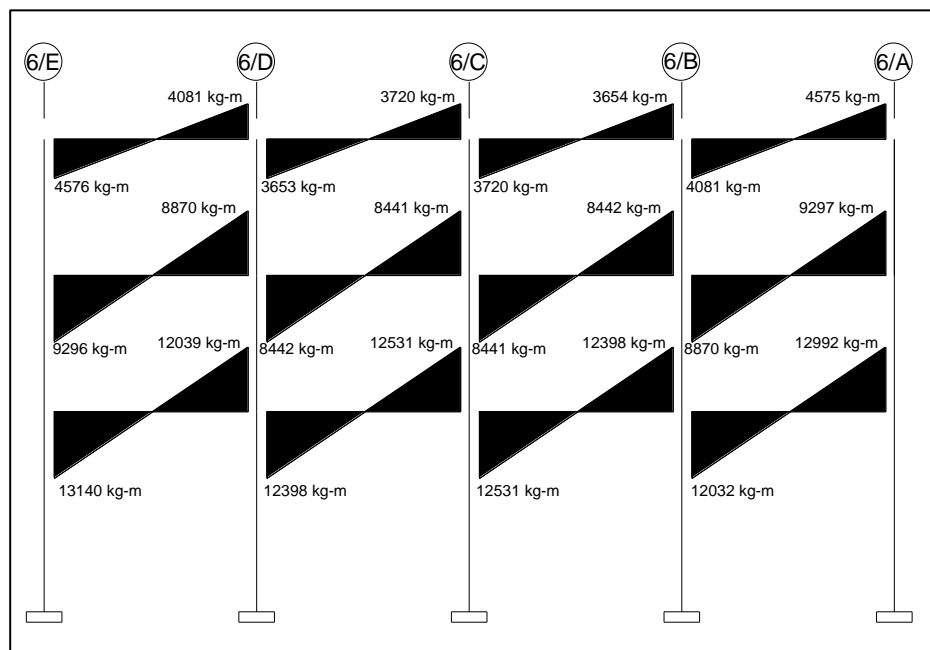
4.5.7.1.3. Análisis por método numérico Kani, carga de sismo

Para el análisis del marco por el método numérico de Kani para carga de sismo, se toman en consideración los datos de la integración de cargas horizontales de la sección 4.5.3.2., específicamente de la tabla 34 y figura 15 de los resultados finales de la integración de cargas de sismo para el marco 6 y de la tabla 35 y figura 16 de los resultados finales de la integración de cargas de sismo para el marco B.

A continuación, se presentan los diagramas de momentos finales por carga sísmica en vigas y columnas:

Figura 28.

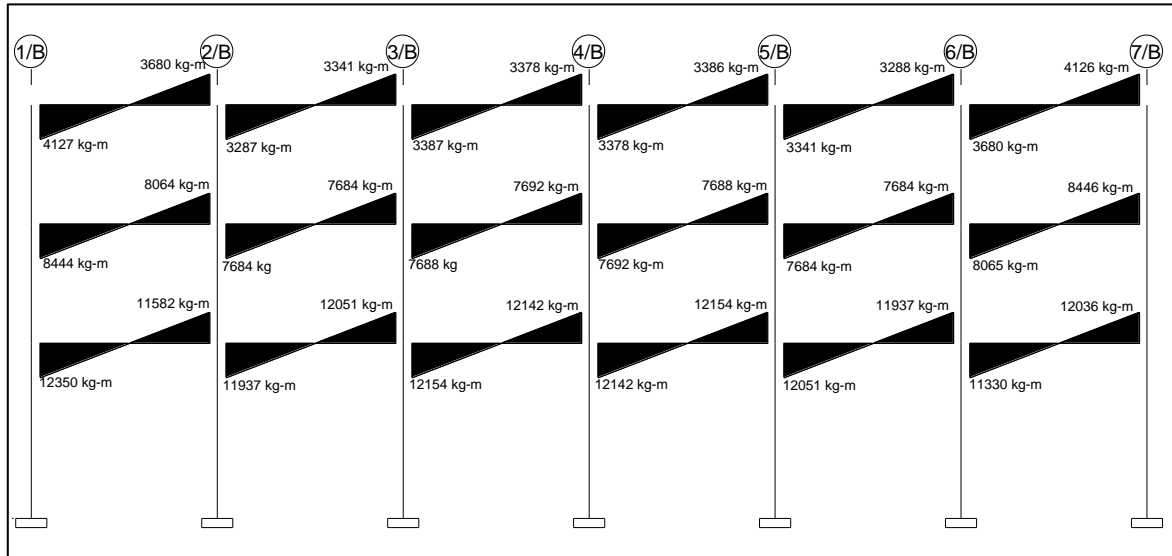
Diagrama de momentos por carga de sismo en vigas del marco 6



Fuente: Elaboración propia, utilizando Software AutoCAD 2021.

Figura 29.

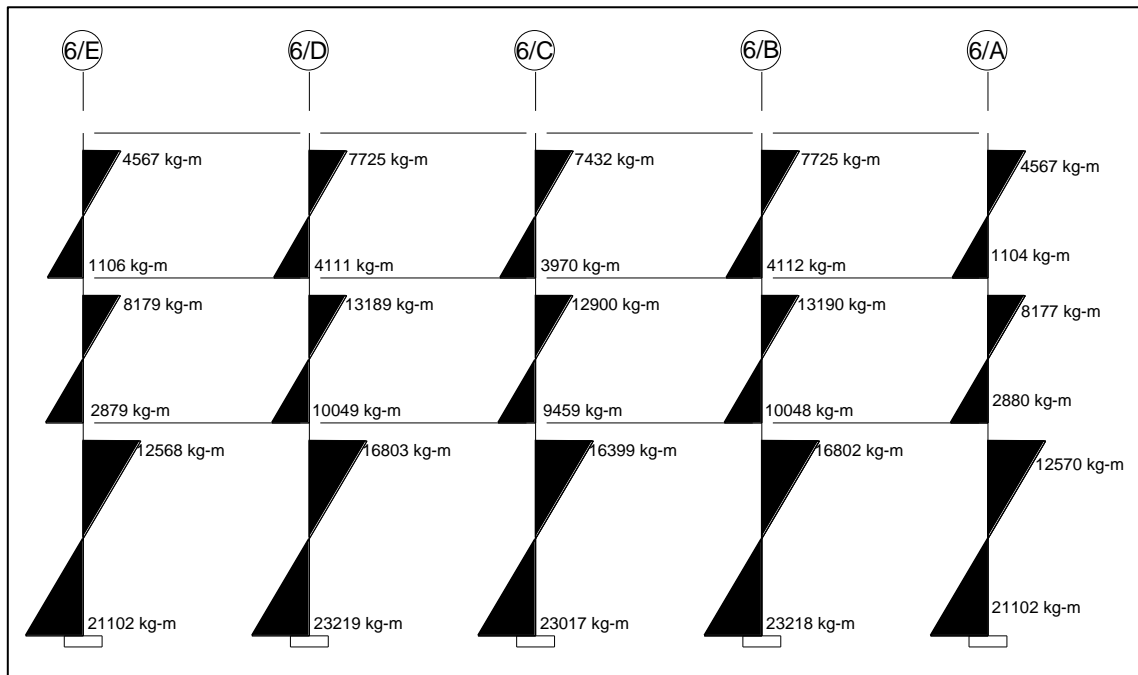
Diagrama de momentos por carga de sismo en vigas del marco B



Fuente: Elaboración propia, utilizando Software AutoCAD 2021.

Figura 30.

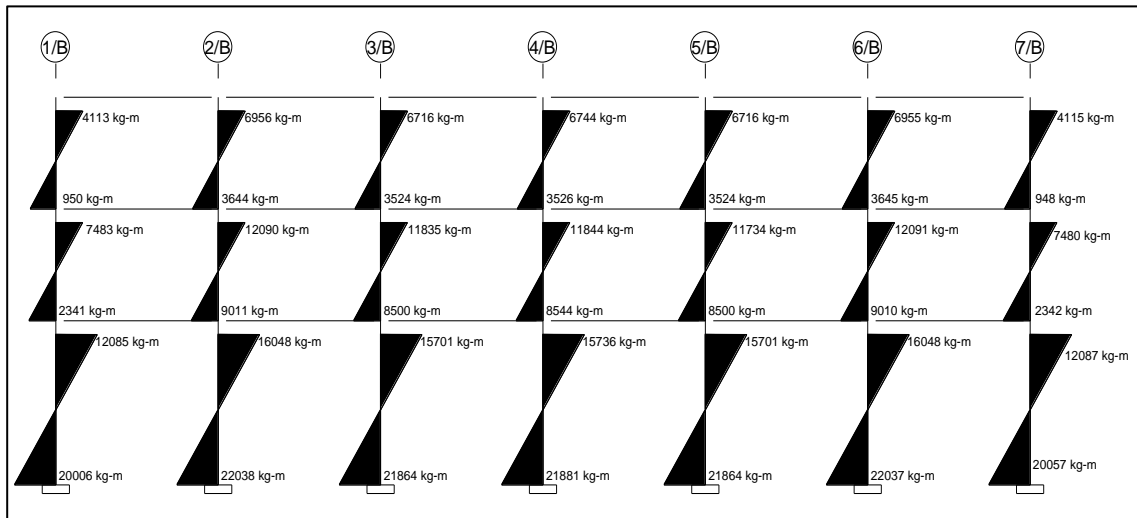
Diagrama de momentos por carga de sismo en columnas del marco 6



Fuente: Elaboración propia, utilizando Software AutoCAD 2021.

Figura 31.

Diagrama de momentos por carga de sismo en columnas del marco B



Fuente: Elaboración propia, utilizando Software AutoCAD 2021.

4.5.7.2. Análisis estructural por medio de Software ETABS

Para el análisis estructural del edificio se usó el software ETABS 18.1.1, en donde se realizó el dimensionamiento, modelado y cálculo de la estructura.

Para el dimensionamiento de los elementos estructurales se ingresaron los datos obtenidos de la sección 4.5.1.

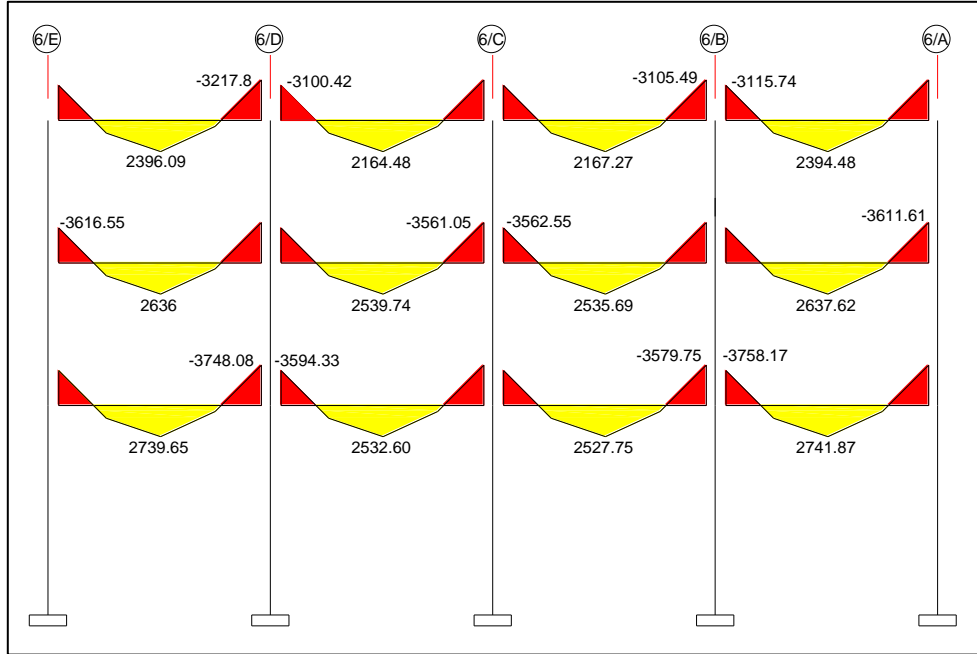
Para las solicitaciones horizontales se ingresaron los datos obtenidos de la sección 4.5.4.

Dichos resultados serán comparados con los obtenidos a través del método numérico Kani previamente calculados, tolerando un margen de error no mayor al 15% entre ambos análisis como límite permisible.

4.5.7.2.1. Análisis por medio de software ETABS, carga muerta

Figura 32.

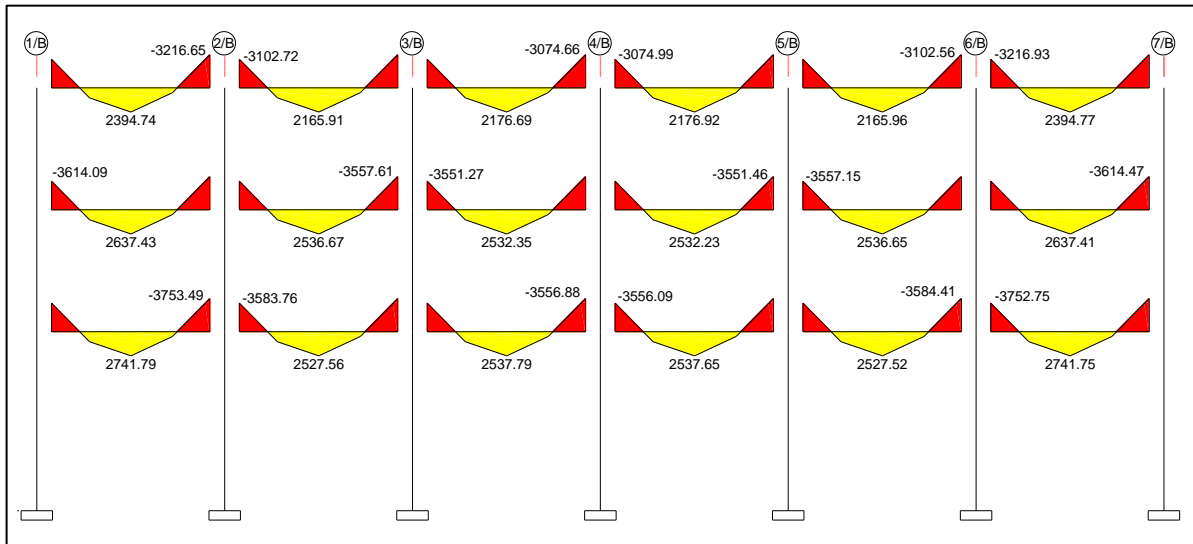
Diagrama de momentos por carga muerta en vigas del marco 6



Fuente: Elaboración propia, utilizando Software ETABS versión 18.1.1.

Figura 33.

Diagrama de momentos por carga muerta en vigas del marco B

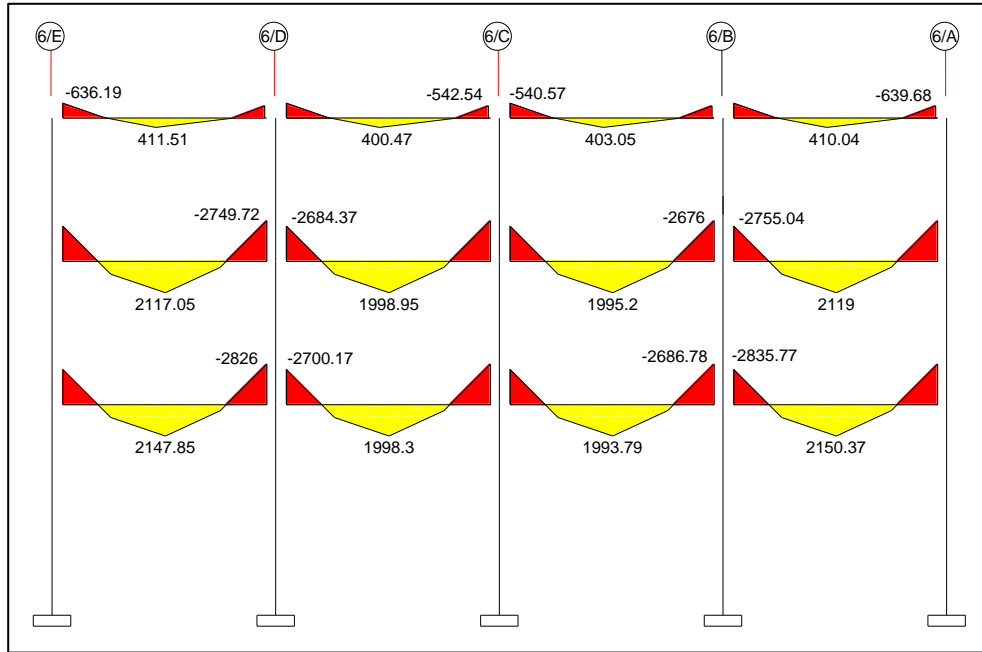


Fuente: Elaboración propia, utilizando Software ETABS versión 18.1.1.

4.5.7.2.2. Análisis por medio de software ETABS, carga viva

Figura 34.

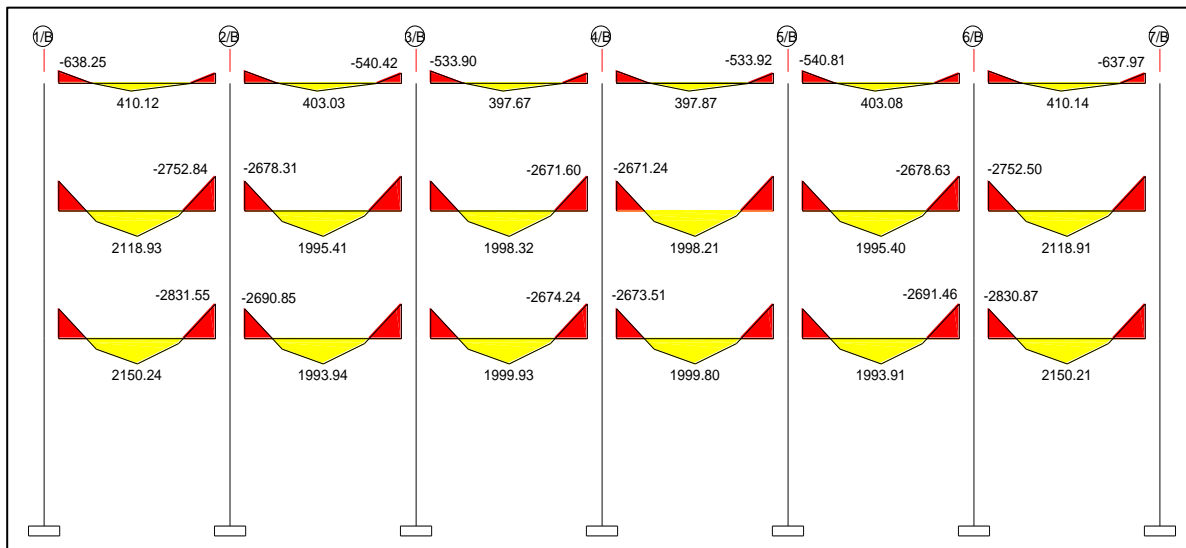
Diagrama de momentos por carga viva en vigas del marco 6



Fuente: Elaboración propia, utilizando Software ETABS versión 18.1.1.

Figura 35.

Diagrama de momentos por carga viva en vigas del marco B

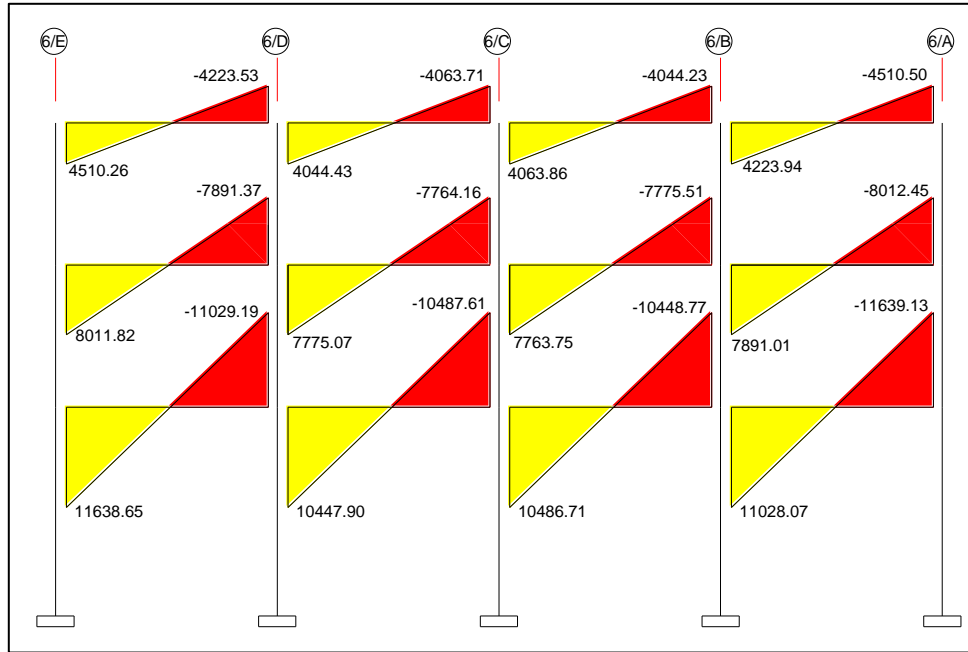


Fuente: Elaboración propia, utilizando Software ETABS versión 18.1.1.

4.5.7.2.3. Análisis por medio de software ETABS, carga de sismo

Figura 36.

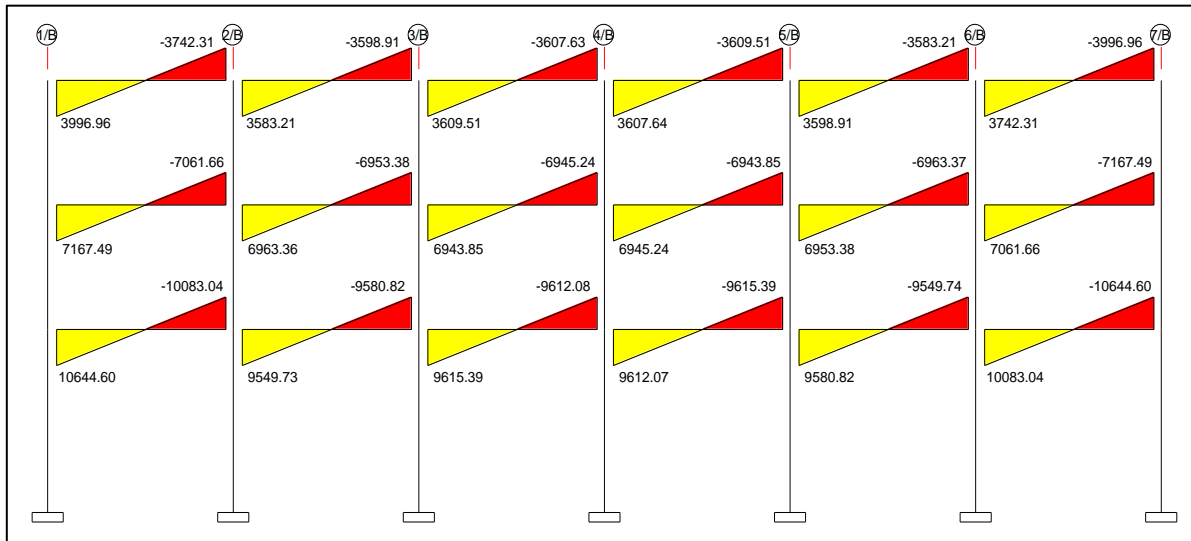
Diagrama de momentos por carga de sismo en vigas del marco 6



Fuente: Elaboración propia, utilizando Software ETABS versión 18.1.1.

Figura 37.

Diagrama de momentos por carga de sismo en vigas del marco B



Fuente: Elaboración propia, utilizando Software ETABS versión 18.1.1.

4.5.7.3. Análisis de resultados

Tabla 36.

Comparación de momentos ETABS y Kani por carga muerta, marco 6

Viga	Método numérico Kani (kg-m)			Método ETABS (kg-m)			Dif. %
	M (-) Izq.	M (+)	M (-) Der.	M (-) Izq.	M (+)	M (-) Der.	
Tercer nivel							
Tramo E-D	2,411	2,795	-3,605	2,676	2,396	-3,218	10
Tramo D-C	3,368	2,446	-3,207	3,100	2,164	-3,060	7
Tramo C-B	3,207	2,446	-3,368	3,058	2,167	-3,105	7
Tramo B-A	3,605	2,795	-2,411	3,216	2,394	-2,680	10
Segundo nivel							
Tramo E-D	3,375	3,197	-3,908	3,617	2,636	-3,555	9
Tramo D-C	3,728	2,797	-3,730	3,537	2,540	-3,561	5
Tramo C-B	3,730	2,797	-3,727	3,563	2,536	-3,527	5
Tramo B-A	3,908	3,197	-3,375	3,560	2,638	-3,612	9
Primer nivel							
Tramo E-D	3,052	3,197	-4,022	3,208	2,739	-3,748	6
Tramo D-C	3,791	2,797	-3,698	3,594	2,533	-3,541	5
Tramo C-B	3,698	2,797	-3,791	3,546	2,528	-3,580	5
Tramo B-A	4,022	3,197	-3,052	3,758	2,742	-3,199	6

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37.

Comparación de momentos ETABS y Kani por carga muerta, marco B

Viga	Método numérico Kani (kg-m)			Método ETABS (kg-m)			Dif. %
	M (-) Izq.	M (+)	M (-) Der.	M (-) Izq.	M (+)	M (-) Der.	
Tercer nivel							
Tramo 1-2	2,411	2,795	-3,603	2,679	2,395	-3,217	11
Tramo 2-3	3,363	2,446	-3,220	3,103	2,166	-3,063	7
Tramo 3-4	3,247	2,446	-3,267	3,074	2,177	-3,075	6
Tramo 4-5	3,267	2,446	-3,247	3,075	2,177	-3,071	6
Tramo 5-6	3,220	2,446	-3,363	3,063	2,166	-3,103	7
Tramo 6-7	3,603	2,795	-2,411	2,317	2,395	-2,678	11
Segundo nivel							
Tramo 1-2	3,375	3,197	-3,908	3,614	2,637	-3,558	8
Tramo 2-3	3,728	2,797	-3,727	3,531	2,537	-3,558	5
Tramo 3-4	3,733	2,797	-3,727	3,551	2,532	-3,548	5
Tramo 4-5	3,727	2,797	-3,733	3,548	2,532	-3,551	5
Tramo 5-6	3,727	2,797	-3,728	3,557	2,537	-3,532	5
Tramo 6-7	3,908	3,197	-3,375	3,558	2,637	-3,614	8
Primer nivel							
Tramo 1-2	3,052	3,197	-4,021	3,203	2,742	-3,753	6
Tramo 2-3	3,789	2,797	-3,705	3,584	2,528	-3,544	5
Tramo 3-4	3,723	2,797	-3,732	3,553	2,538	-3,557	5
Tramo 4-5	3,732	2,797	-3,723	3,556	2,538	-3,553	5
Tramo 5-6	3,704	2,797	-3,789	3,543	2,528	-3,584	5
Tramo 6-7	4,021	3,197	-3,052	3,753	2,742	-3,204	6

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 38.*Comparación de momentos ETABS y Kani por carga viva, marco 6*

Viga	Método numérico Kani (kg-m)			Método ETABS (kg-m)			Dif.
	M (-) Izq.	M (+)	M (-) Der.	M (-) Izq.	M (+)	M (-) Der.	
Tercer nivel							
Tramo E-D	490	447	-539	636	412	-453	23
Tramo D-C	519	391	-522	510	400	-543	4
Tramo C-B	522	391	-159	541	403	-515	4
Tramo B-A	539	447	-489	451	410	-640	23
Segundo nivel							
Tramo E-D	2,238	2,232	-2,770	2,576	2,117	-2,750	9
Tramo D-C	2,628	1,953	-2,593	2,684	1,999	-2,669	3
Tramo C-B	2,593	1,953	-2,628	2,670	1,995	-2,676	3
Tramo B-A	2,770	2,232	-2,238	2,755	2,119	-2,572	9
Primer nivel							
Tramo E-D	2,159	2,232	-2,800	2,434	2,148	-2,826	7
Tramo D-C	2,640	1,953	-2,587	2,700	1,998	-2,664	3
Tramo C-B	2,587	1,953	-2,640	2,669	1,994	-2,687	3
Tramo B-A	2,800	2,232	-2,159	2,836	2,150	-2,426	7

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39.*Comparación de momentos ETABS y Kani por carga viva, marco B*

Viga	Método numérico Kani (kg-m)			Método ETABS (kg-m)			Dif.
	M (-) Izq.	M (+)	M (-) Der.	M (-) Izq.	M (+)	M (-) Der.	
Tercer nivel							
Tramo 1-2	489	447	-539	638	410	-453	23
Tramo 2-3	519	391	-522	514	403	-540	4
Tramo 3-4	522	391	-521	534	398	-531	2
Tramo 4-5	521	391	-522	531	398	-534	2
Tramo 5-6	522	391	-519	541	403	-514	4
Tramo 6-7	539	447	-489	453	410	-638	23
Segundo nivel							
Tramo 1-2	2,238	2,232	-2,770	2,574	2,119	-2,753	8
Tramo 2-3	2,627	1,953	-2,594	2,678	1,995	-2,668	3
Tramo 3-4	2,603	1,953	-2,605	2,671	1,998	-2,672	3
Tramo 4-5	2,605	1,953	-2,603	2,671	1,998	-2,671	3
Tramo 5-6	2,594	1,953	-2,627	2,668.	1,995	-2,679	3
Tramo 6-7	2,770	2,232	-2,238	2,753	2,119	-2,575	8
Primer nivel							
Tramo 1-2	2,159	2,232	-2,800	2,431	2,150	-2,832	7
Tramo 2-3	2,639	1,953	-2,589	2,691	1,994	-2,666	3
Tramo 3-4	2,601	1,953	-2,606	2,672	2,000	-2,674	3
Tramo 4-5	2,606	1,953	-2,601	2,674	2,000	-2,673	3
Tramo 5-6	2,589	1,953	-2,639	2,665	1,994	-2,691	3
Tramo 6-7	2,800	2,232	-2,159	2,830	2,150	-2,431	7

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 40.*Comparación de momentos ETABS y Kani por carga de sismo, marco 6*

Viga	Método numérico Kani (kg-m)		Método ETABS (kg-m)		Dif.
	M (-) Izq.	M (-) Der.	M (-) Izq.	M (-) Der.	
Tercer nivel					%
Tramo E-D	4576	4081	4510	4224	3
Tramo D-C	3653	3720	4044	4064	10
Tramo C-B	3720	3654	4064	4044	10
Tramo B-A	4081	4575	4224	4511	3
Segundo nivel					
Tramo E-D	9,296	8,870	8,012	7,891	11
Tramo D-C	8,442	8,441	7,775	7764	8
Tramo C-B	8,441	8,442	7,764	776	8
Tramo B-A	8,870	9,297	7,891	8,012	11
Primer nivel					
Tramo E-D	13,140	12,039	11,639	11,029	11
Tramo D-C	12,398	12,531	10,448	10,488	11
Tramo C-B	12,531	12,398	10,487	10,449	10
Tramo B-A	12,032	12,992	11,028	11,639	10

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 41.*Comparación de momentos ETABS y Kani por carga de sismo, marco B*

Viga	Método numérico Kani (kg-m)		Método ETABS (kg-m)		Dif.
	M (-) Izq.	M (-) Der.	M (-) Izq.	M (-) Der.	
Tercer nivel					%
Tramo 1-2	4,127	3,680	3,997	3,742	3
Tramo 2-3	3,287	3,341	3,583	3,599	-9
Tramo 3-4	3,387	3,378	3,610	3,608	-7
Tramo 4-5	3,378	3,386	3,608	3,610	-7
Tramo 5-6	3,341	3,288	3,599	3,583	-9
Tramo 6-7	3,680	4,126	3,742	3,997	3
Segundo nivel					
Tramo 1-2	8,444	8,064	7,168	7,062	13
Tramo 2-3	7,684	7,684	6,963	6,953	10
Tramo 3-4	7,688	7,692	6,944	6,945	10
Tramo 4-5	7,692	7,688	6,945	6,944	10
Tramo 5-6	7,684	7,684	6,953	6,963	10
Tramo 6-7	8,065	8,446	7,062	7,168	13
Primer nivel					
Tramo 1-2	12,350	11,582	10,645	10,083	13
Tramo 2-3	11,937	12,051	9,550	9,581	16
Tramo 3-4	12,154	12,142	9,615	9,612	16
Tramo 4-5	12,142	12,154	9,612	9,615	16
Tramo 5-6	12,051	11,937	9,581	9,550	16
Tramo 6-7	11,330	12,036	10,083	10,645	12

Fuente: Elaboración propia.

4.5.8. Envolvente de momentos

Las combinaciones de carga, se realizaron según lo establecido en la Norma NSE 2-2018, sección 8.3 que contiene las combinaciones de cargas por el método de diseño por factores de carga y resistencia. Las combinaciones de carga por gravedad son la siguientes:

Tabla 42.

Combinaciones de carga por gravedad-Método de resistencia

Combos de diseño	
CR1	1.4M
CR2	1.2M+1.6V+0.5V _t
CR3	1.2M+V+1.6V _t

Fuente: Normas de Seguridad Estructural para Guatemala NSE 2-218, p.8-3.

Para las combinaciones por carga de sismo se determinó el valor del componente vertical (S_{vd}), se realizó con la ecuación 4.5.9-1 de la Norma NSE 2-18, dando un valor de 0.258, siendo este el modificador a la carga muerta según lo establecido en el comentario 8.3.3 de la NSE 2-18. El término del sismo horizontal (S_h) deberá incluir el 30% de los efectos del sismo perpendicular a la dirección analizada. Las combinaciones de carga por sismo son las siguientes:

Tabla 43.

Combinaciones de carga sísmica-Método de resistencia

Combos de diseño	
CR4	1.2M+V+S _{vd} ±S _{hd}
CR5	0.9M-S _{vd} ±S _{hd}
CR5-a	1.0M-S _{vd} ±S _{hd}

Fuente: Normas de Seguridad Estructural para Guatemala NSE 2-218, p.8-3.

4.5.8.1. Envoltente de momentos en vigas

A continuación, se presenta el resumen de la envoltente de momentos en vigas del marco 6:

Tabla 44.

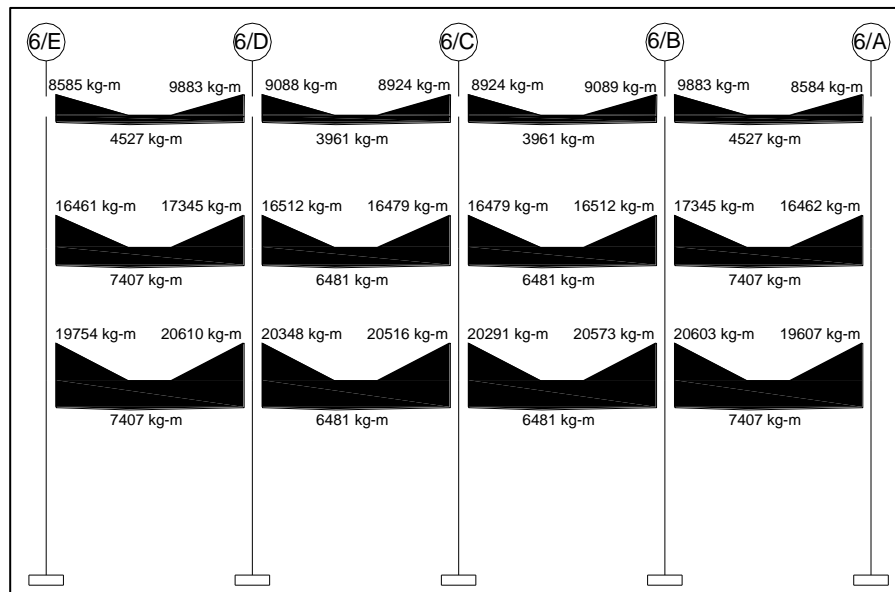
Envoltente de momentos en vigas del marco 6

Viga	M (-) Izq. (kg-m)	M (+) (kg-m)	M (-) Der. (kg-m)
Tercer nivel			
Tramo E-D	8,585	4,527	-9,883
Tramo D-C	9,088	3,961	-8,924
Tramo C-B	8,924	3,961	-9,089
Tramo B-A	9,883	4,527	-8,584
Segundo nivel			
Tramo E-D	16,461	7,407	-17,345
Tramo D-C	16,512	6,481	-16,479
Tramo C-B	16,479	6,481	-16,512
Tramo B-A	17,345	7,407	-16,462
Primer nivel			
Tramo E-D	19,754	7,407	-20,610
Tramo D-C	20,348	6,481	-20,516
Tramo C-B	20,291	6,481	-20,573
Tramo B-A	20,603	7,407	-19,607

Fuente: Elaboración propia.

Figura 38.

Diagrama de envoltente de momentos en vigas del marco 6



Fuente: Elaboración propia, utilizando Software AutoCAD 2021.

A continuación, se presenta el resumen de la envolvente de momentos en vigas del marco B:

Tabla 45.

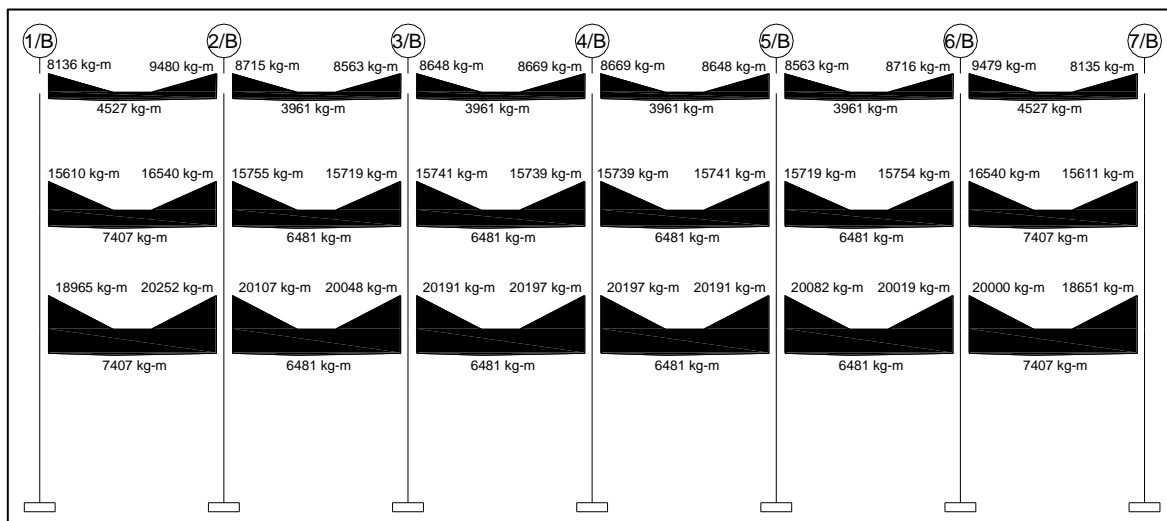
Envolvente de momentos en vigas del marco B

Viga	M (-) Izq. (kg-m)	M (+) (kg-m)	M (-) Der. (kg-m)
Tercer nivel			
Tramo 1-2	8,136	4,527	-9,480
Tramo 2-3	8,715	3,961	-8,563
Tramo 3-4	8,648	3,961	-8,669
Tramo 4-5	8,669	3,961	-8,648
Tramo 5-6	8,563	3,961	-8,716
Tramo 6-7	9,479	4,527	-8,135
Segundo nivel			
Tramo 1-2	15,610	7,407	-16,540
Tramo 2-3	15,755	6,481	-15,719
Tramo 3-4	15,741	6,481	-15,739
Tramo 4-5	15,739	6,481	-15,741
Tramo 5-6	15,719	6,481	-15,754
Tramo 6-7	16,540	7,407	-15,611
Primer nivel			
Tramo 1-2	18,965	7,407	-20,252
Tramo 2-3	20,107	6,481	-20,048
Tramo 3-4	20,191	6,481	-20,197
Tramo 4-5	20,197	6,481	-20,191
Tramo 5-6	20,082	6,481	-20,019
Tramo 6-7	20,000	7,407	-18,651

Fuente: Elaboración propia.

Figura 39.

Diagrama de envolvente de momentos en vigas del marco B



Fuente: Elaboración propia, utilizando Software AutoCAD 2021.

4.5.8.2. Envoltorio de momentos en columnas

A continuación, se presenta el resumen de la envoltorio de momentos en columnas del marco 6:

Tabla 46.

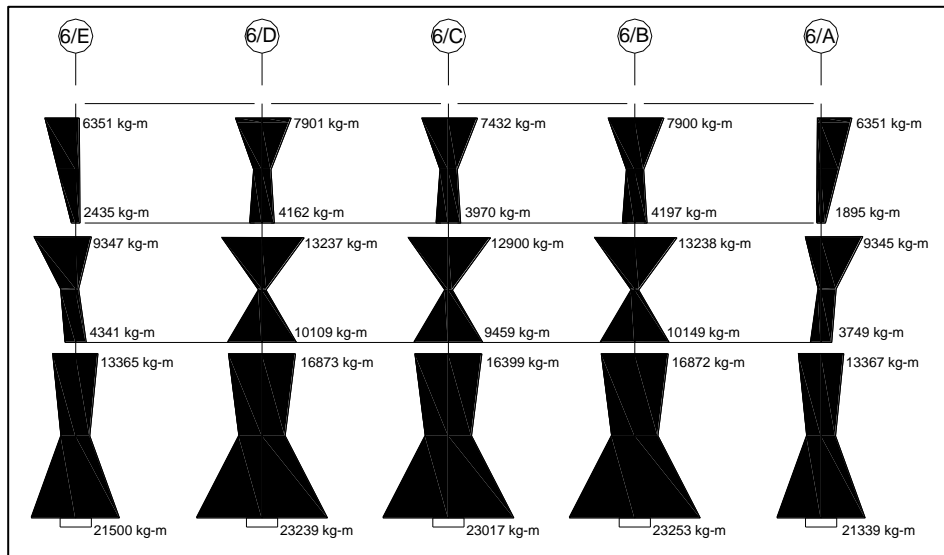
Envoltorio de momentos en columnas del marco 6

Columna	M (-) Sup. (kg-m)	M (-) Inf. (kg-m)
Tercer nivel		
Columna 6-E	-6,351	-2,435
Columna 6-D	7,901	4,162
Columna 6-C	7,432	-3,970
Columna 6-B	-7,900	-4,197
Columna 6-A	6,351	1,895
Segundo nivel		
Columna 6-E	-9,347	-4,341
Columna 6-D	13,237	10,109
Columna 6-C	12,900	9,459
Columna 6-B	-13,238	-10,149
Columna 6-A	9,345	3,749
Primer nivel		
Columna 6-E	-13,365	-21,500
Columna 6-D	16,873	23,239
Columna 6-C	16,399	23,017
Columna 6-B	-16,872	-23,253
Columna 6-A	13,367	21,339

Fuente: Elaboración propia.

Figura 40.

Diagrama de envoltorio de momentos en columnas del marco 6



Fuente: Elaboración propia, utilizando AutoCAD 2021

A continuación, se presenta el resumen de la envolvente de momentos en columnas del marco B:

Tabla 47.

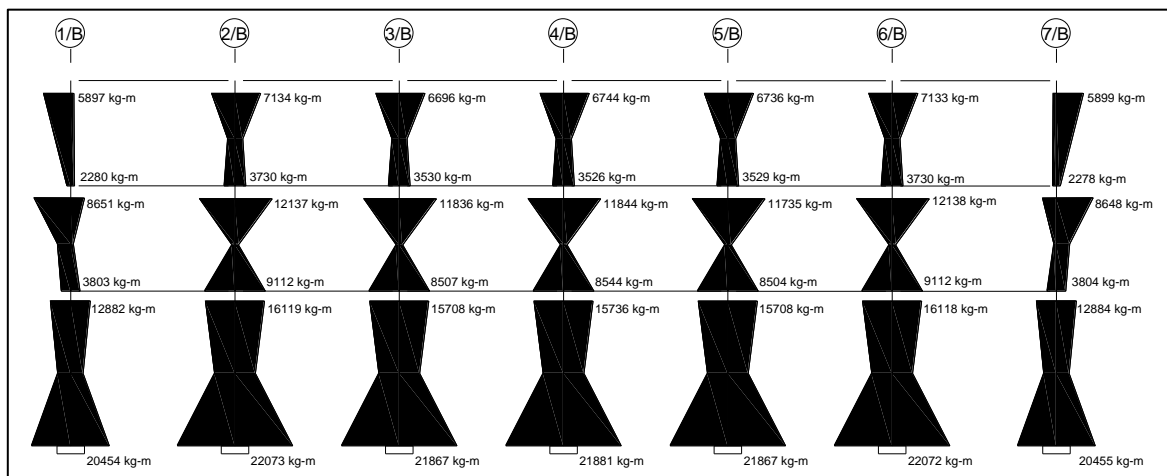
Envolvente de momentos en columnas del marco B

Columna	M (-) Sup. (kg-m)	M (-) Inf. (kg-m)
Tercer nivel		
Columna 1-B	-5,897	-2,280
Columna 2-B	7,134	3,730
Columna 3-B	-6,696	-3,530
Columna 4-B	6,744	3,526
Columna 5-B	6,736	3,529
Columna 6-B	-7,133	-3,730
Columna 7-B	5,899	2,278
Segundo nivel		
Columna 1-B	-8,651	-3,803
Columna 2-B	12,137	9,122
Columna 3-B	11,836	-8,507
Columna 4-B	11,844	-8,544
Columna 5-B	11,735	8,504
Columna 6-B	-12,138	-9,112
Columna 7-B	8,648	3,804
Primer nivel		
Columna 1-B	-12,882	-20,454
Columna 2-B	16,119	22,073
Columna 3-B	-15,708	-21,867
Columna 4-B	15,736	21,881
Columna 5-B	15,708	21,867
Columna 6-B	-16,118	-22,072
Columna 7-B	14,884	20,455

Fuente: Elaboración propia, 2023.

Figura 41.

Diagrama de envolvente de momentos en columnas del marco B

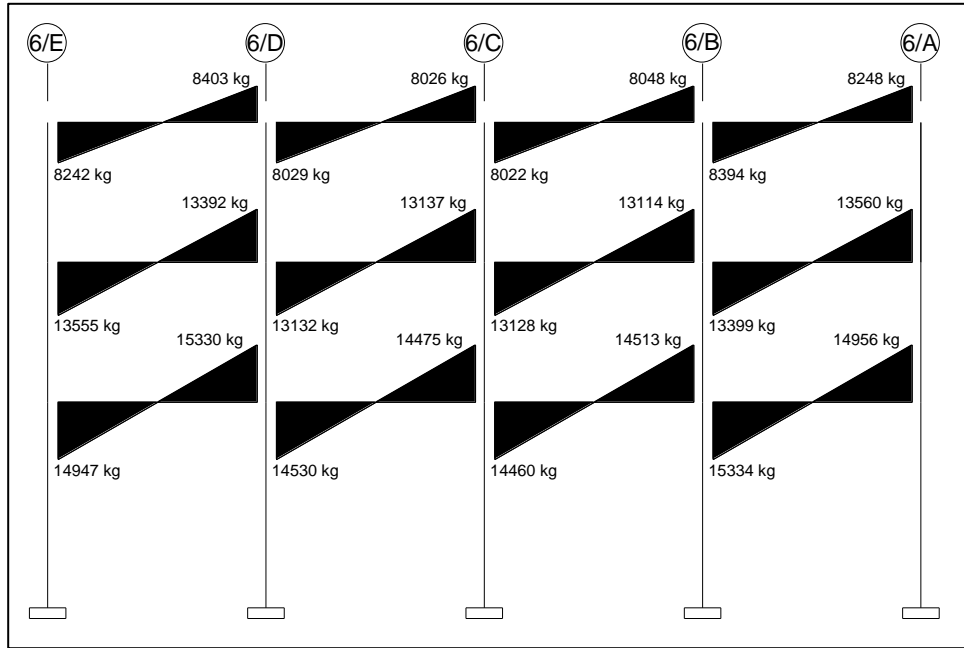


Fuente: Elaboración propia, empleando AutoCAD 2021

4.5.9. Diagramas de corte

Figura 42.

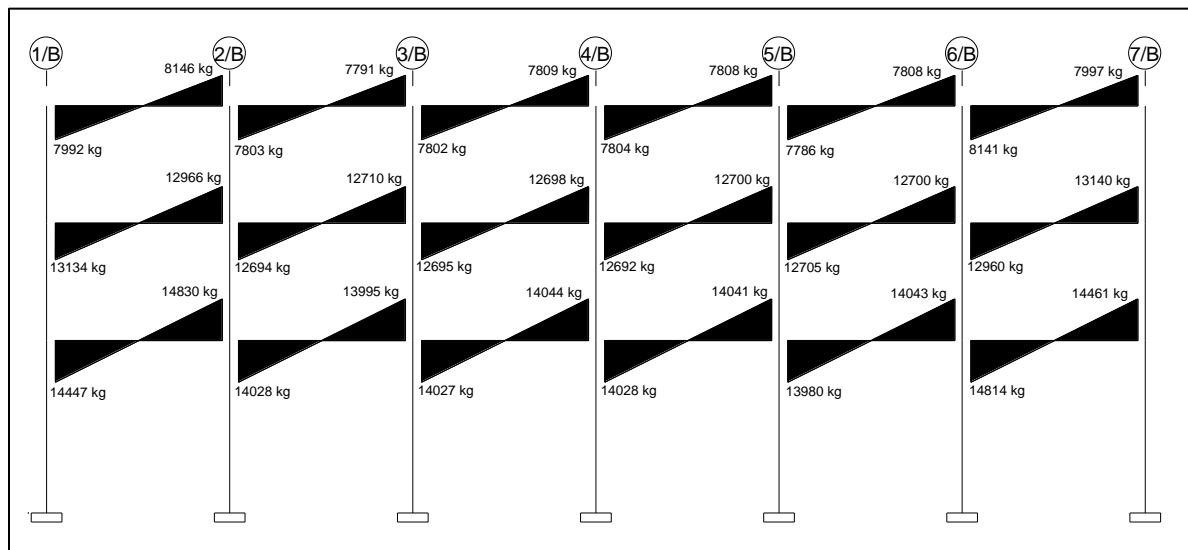
Diagrama de cortante en vigas del marco 6



Fuente: Elaboración propia, utilizando AutoCAD 2021.

Figura 43.

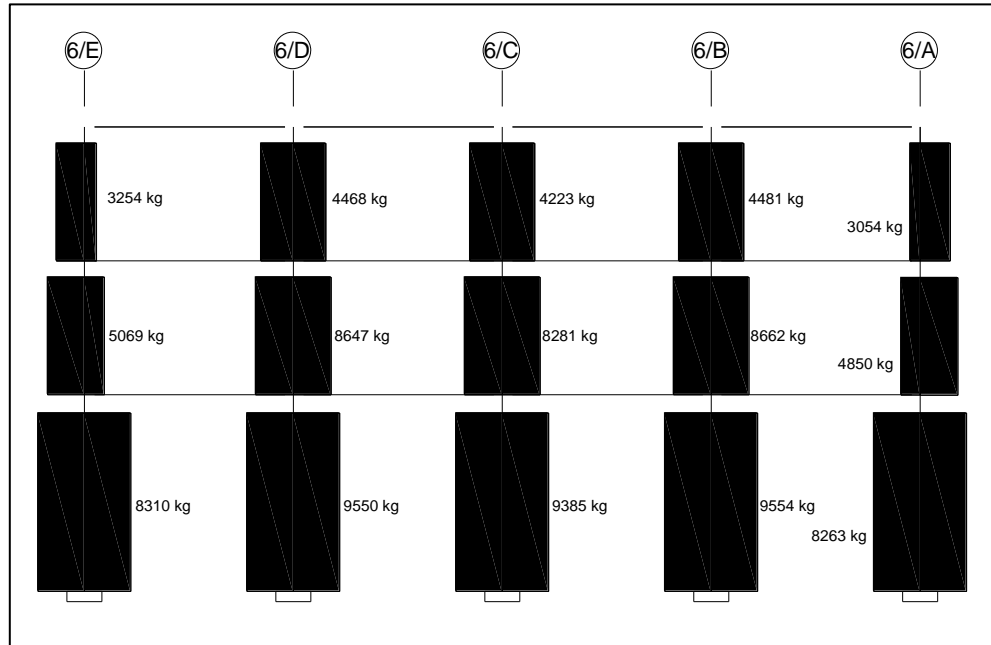
Diagrama de cortante en vigas del marco B



Fuente: Elaboración propia, utilizando AutoCAD 2021.

Figura 44.

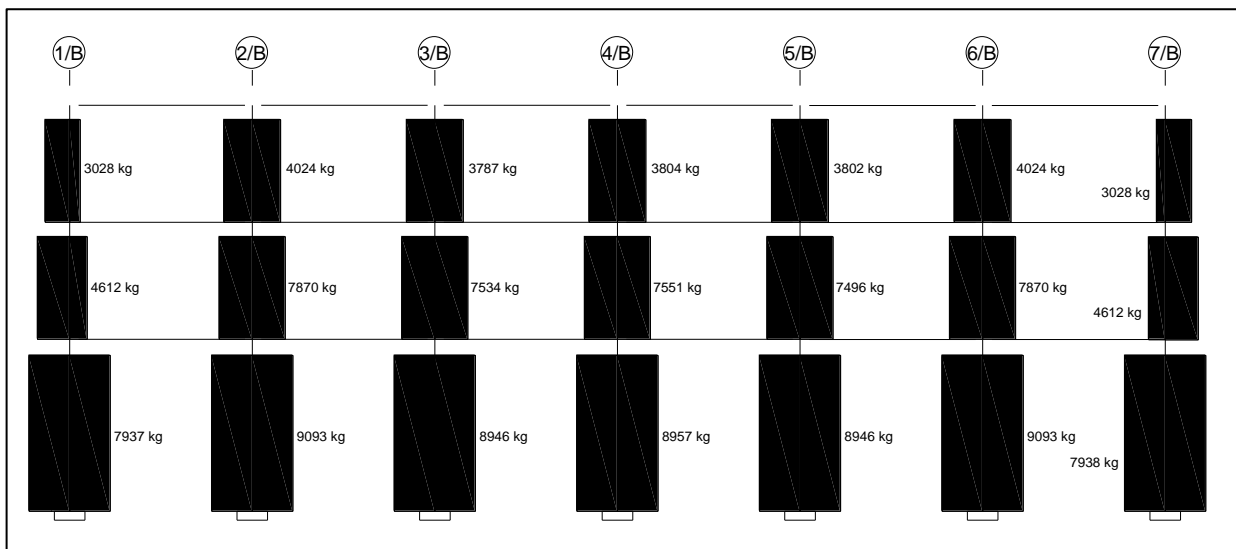
Diagrama de cortante en columnas del marco 6



Fuente: Elaboración propia, utilizando AutoCAD 2021.

Figura 45.

Diagrama de cortante en columnas del marco B



Fuente: Elaboración propia, utilizando AutoCAD 2021.

4.6. Diseño de elementos estructurales

Los elementos estructurales de concreto armado se diseñarán utilizando el método por factores de carga y resistencia, debido a que está basado en la incertidumbre conocida de las cargas aplicadas y las propiedades de los materiales, esto mediante factores de reducción de resistencia. Estos factores se calibran a partir de estadísticas reales y así garantizar un nivel uniforme de seguridad.

La normativa ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto) en su sección 21.2, presenta factores de reducción de resistencia (ϕ). Entre los valores a usar se tiene:

Tabla 48.

Factores de reducción para cada tipo de resistencia

Artículo del ACI 318S-14	Solicitaciones	Factor ϕ
21.2.1	Flexión	0.90
21.2.1	Compresión y flexo-compresión	0.75
21.2.1	Cortante	0.75

Fuente: Elaboración propia.

El diseño de los elementos estructurales será en base a las especificaciones de la normativa ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto) y los materiales contarán con las siguientes propiedades:

Tabla 49.

Propiedades de los materiales

Concreto	Resistencia a la compresión	280 kg/cm ²
Acero longitudinal	Esfuerzo de fluencia	4200 kg/cm ²
Acero Transversal	Esfuerzo de fluencia	4200 kg/cm ²
Peso volumétrico	Concreto armado	2400 kg/m ³

Fuente: Elaboración propia.

4.6.1. Diseño de losas

Para el diseño de las losas del edificio, se utilizó el método 3 de la norma ACI, el método de coeficientes. Como ejemplo, se diseñarán las losas del primer nivel.

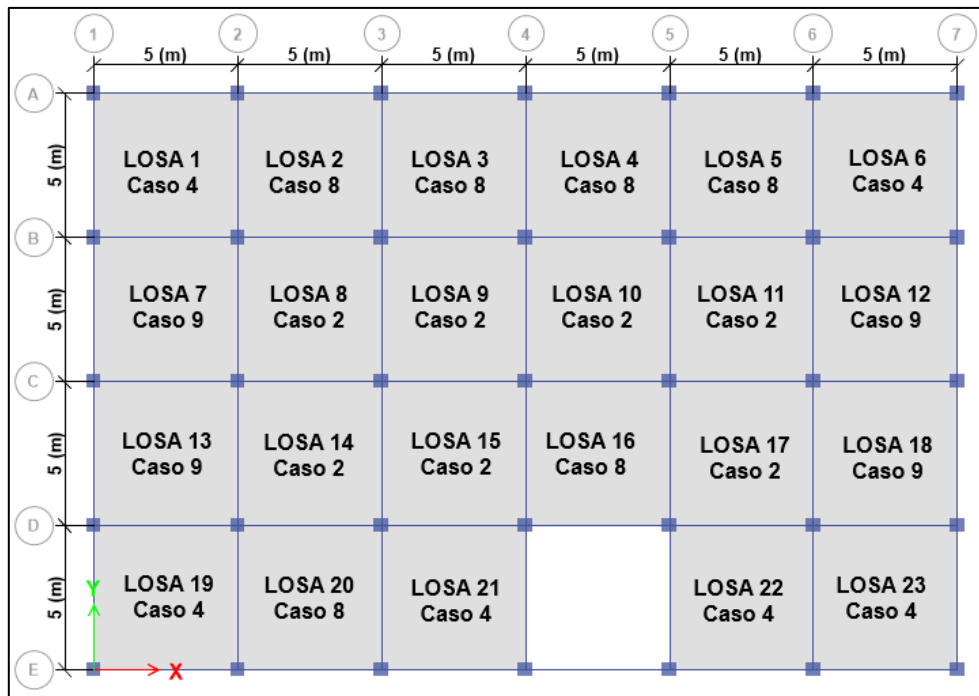
Datos:

- Espesor de losa (t) = 12 cm
- Ancho unitario (b) = 100 cm
- Recubrimiento (rec) = 2.50 cm
- Área gruesa (A_g) = 1,200 cm²
- Diámetro refuerzo No. 3 (ϕ) = 0.952 cm

A continuación, se presenta la planta de distribución de losas y sus casos de continuidad:

Figura 46.

Planta de distribución de losas, primer nivel



Fuente: Elaboración propia, utilizando Software ETABS versión 18.1.1.

- **Relación de coeficientes de momentos**

$$l_a/l_b \leq 0.5 \rightarrow \text{Losas en un sentido}$$

$$l_a/l_b > 0.5 \rightarrow \text{Losas en dos sentidos}$$

Donde:

l_a = lado corto de la losa.

l_b = lado largo de la losa.

Datos:

$$l_a = 5.00 \text{ m} \quad l_b = 5.00 \text{ m}$$

$$m = \frac{5.00 \text{ m}}{5.00 \text{ m}} = 1$$

La relación es mayor a 0.50, esto indica que la losa debe diseñarse en dos direcciones.

- **Cargas de diseño**

Las cargas serán mayoradas según lo establece la normativa ACI 318S-14 en su sección 5.3. A continuación, se describen las cargas que actúan en las losas:

Tabla 50.

Cargas de diseño para losa, primer nivel

	Carga muerta (kg/m²)		Carga viva (kg/m²)
Sobrecarga permanente	260	Talleres, pasillos, salones de exposición	500
Peso Losa	288	AGIES NSE-2 Anexo B	

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se detalla la integración de cargas que actúan en las diferentes losas:

- **Integración de cargas**

- Carga muerta

$$CM = SCP + P_{losa}$$

$$CM = 260 \text{ kg/m}^2 + 288 \text{ kg/m}^2 = \mathbf{548 \text{ kg/m}^2}$$

- Carga viva

$$CV = \mathbf{500 \text{ kg/m}^2}$$

- Carga muerta mayorada

$$CU_m = 1.2CM$$

$$CU_m = 1.2 * 548 \text{ kg/m}^2 = \mathbf{657.6 \text{ kg/m}^2}$$

- Carga viva mayorada

$$CU_v = 1.6CV$$

$$CU_v = 1.6 * 500 \text{ kg/m}^2 = \mathbf{800 \text{ kg/m}^2}$$

- **Carga Ultima de diseño**

$$CU = CU_m + CU_v$$

$$CU = 657.6 \text{ kg/m}^2 + 800 \text{ kg/m}^2 = \mathbf{1,457.6 \text{ kg/m}^2}$$

Donde:

CU_m = carga muerta mayorada.

CU_v = carga viva mayorada.

- **Momentos actuantes en losas**

Para el cálculo de los momentos actuantes se consideran franjas unitarias de un metro de ancho. Para dichas franjas se calculan los momentos negativos y los momentos positivos de acuerdo al caso que corresponda cada losa. Para el cálculo de los momentos se utilizan las siguientes fórmulas:

- **Momentos Negativos**

$$Ma_{(-)} = Ca_{(-)} * CU * l_a^2$$

$$Mb_{(-)} = Cb_{(-)} * CU * l_b^2$$

Donde:

$Ma_{(-)}$ = momento negativo debido a carga muerta más viva total en losa lado corto.

$Mb_{(-)}$ = momento negativo debido a carga muerta más viva total en losa lado largo.

$Ca_{(-)}$ = coeficiente para momentos negativo en lado corto (ver anexo 1).

$Cb_{(-)}$ = coeficiente para momentos negativos en lado largo (ver anexo 1).

CU = carga ultima de diseño.

l_a = longitud en dirección corta.

l_b = Longitud en dirección larga.

○ **Momentos positivos**

$$Ma_{(+)} = Ca_{(CM+)} * CU_m * l_a^2 + Ca_{(CV+)} * CU_v * l_a^2$$

$$Mb_{(+)} = Cb_{(CM+)} * CU_m * l_b^2 + Cb_{(CV+)} * CU_v * l_b^2$$

Donde:

$Ma_{(+)}$ = momento positivo debido a carga muerta y viva en losa lado corto.

$Mb_{(+)}$ = momento negativo debido a carga muerta y viva en losa lado largo.

$Ca_{(CM+)}$ = coeficiente para momentos positivos debido a carga muerta en lado corto (ver anexo 2).

$Cb_{(CM+)}$ = coeficiente para momentos positivos debido a carga muerta en lado largo (ver anexo 2).

$Ca_{(CV+)}$ = coeficiente para momentos positivos debido a carga viva en lado corto (ver anexo 3).

$Cb_{(CV+)}$ = coeficiente para momentos positivos debido a carga viva en lado largo (ver anexo 3).

CU_m = carga muerta mayorada.

CU_v = carga viva mayorada.

l_a = longitud en dirección corta.

l_b = longitud en dirección larga.

Referencia de cálculo para la losa 1:

$$Ma_{(-)} = Ca_{(-)} * CU * l_a^2$$

$$Ma_{(-)} = 0.050 * 1457.60 \text{ kg/m}^2 * (5 \text{ m})^2 = \mathbf{1,822 \text{ kg} * m}$$

$$Mb_{(-)} = Cb_{(-)} * CU * l_b^2$$

$$Mb_{(-)} = 0.050 * 1457.60 \text{ kg/m}^2 * (5 \text{ m})^2 = \mathbf{1,822 \text{ kg} * m}$$

En la siguiente tabla se presentan los resultados de los momentos negativos de las diferentes losas:

Tabla 51.

Momentos negativos no balanceados de las losas del primer nivel

Losa	l_a (m)	l_b (m)	CU_m (kg/m ²)	CU_v (kg/m ²)	CU (kg/m ²)	$Ca_{(-)}$	$Cb_{(-)}$	$Ma_{(-)}$ (kg-m)	$Mb_{(-)}$ (kg-m)
1	5	5	657.60	800	1,457.60	0.050	0.050	1,822	1,822
2	5	5	657.60	800	1,457.60	0.033	0.061	1,203	2,223
3	5	5	657.60	800	1,457.60	0.033	0.061	1,203	2,223
4	5	5	657.60	800	1,457.60	0.033	0.061	1,203	2,223
5	5	5	657.60	800	1,457.60	0.033	0.061	1,203	2,223
6	5	5	657.60	800	1,457.60	0.050	0.050	1,822	1,822
7	5	5	657.60	800	1,457.60	0.061	0.033	2,223	1,203
8	5	5	657.60	800	1,457.60	0.045	0.045	1,640	1,640
9	5	5	657.60	800	1,457.60	0.045	0.045	1,640	1,640
10	5	5	657.60	800	1,457.60	0.045	0.045	1,640	1,640
11	5	5	657.60	800	1,457.60	0.045	0.045	1,640	1,640
12	5	5	657.60	800	1,457.60	0.061	0.033	2,223	1,203
13	5	5	657.60	800	1,457.60	0.061	0.033	2,223	1,203
14	5	5	657.60	800	1,457.60	0.045	0.045	1,640	1,640
15	5	5	657.60	800	1,457.60	0.045	0.045	1,640	1,640
16	5	5	657.60	800	1,457.60	0.033	0.061	1,203	2,223
17	5	5	657.60	800	1,457.60	0.045	0.045	1,640	1,640
18	5	5	657.60	800	1,457.60	0.061	0.033	2,223	1,203
19	5	5	657.60	800	1,457.60	0.050	0.050	1,822	1,822
20	5	5	657.60	800	1,457.60	0.033	0.061	1,203	2,223
21	5	5	657.60	800	1,457.60	0.050	0.050	1,822	1,822
22	5	5	657.60	800	1,457.60	0.050	0.050	1,822	1,822
23	5	5	657.60	800	1,457.60	0.050	0.050	1,822	1,822

Fuente: Elaboración propia.

Referencia de cálculo para la losa 1:

$$Ma_{(+)} = Ca_{(CM+)} * CU_m * l_a^2 + Ca_{(CV+)} * CU_v * l_a^2$$

$$Ma_{(+)} = 0.027 * 657.60 \text{ kg/m}^2 * (5 \text{ m})^2 + 0.032 * 800 \text{ kg/m}^2 * (5 \text{ m})^2 = \mathbf{1,084 \text{ kg} * \text{m}}$$

$$Mb_{(+)} = Cb_{(CM+)} * CU_m * l_b^2 + Cb_{(CV+)} * CU_v * l_b^2$$

$$Mb_{(+)} = 0.027 * 657.60 \text{ kg/m}^2 * (5 \text{ m})^2 + 0.032 * 800 \text{ kg/m}^2 * (5 \text{ m})^2 = \mathbf{1,084 \text{ kg} * \text{m}}$$

En la siguiente tabla se presentan los resultados de los momentos positivos de las diferentes losas:

Tabla 52.

Momentos positivos de las losas del primer nivel

Losa	I _a	I _b	CU _m kg/m ²	CU _v kg/m ²	C _m		C _v		Ma ₍₊₎ kg-m	Mb ₍₊₎ kg-m
					Ca _(CM+)	Cb _(CM+)	Ca _(CV+)	Cb _(CV+)		
1	5	5	657.60	800	0.027	0.027	0.032	0.032	1,084	1,084
2	5	5	657.60	800	0.020	0.023	0.028	0.030	889	978
3	5	5	657.60	800	0.020	0.023	0.028	0.030	889	978
4	5	5	657.60	800	0.020	0.023	0.028	0.030	889	978
5	5	5	657.60	800	0.020	0.023	0.028	0.030	889	978
6	5	5	657.60	800	0.027	0.027	0.032	0.032	1,084	1,084
7	5	5	657.60	800	0.023	0.020	0.030	0.028	978	889
8	5	5	657.60	800	0.018	0.018	0.027	0.027	836	836
9	5	5	657.60	800	0.018	0.018	0.027	0.027	836	836
10	5	5	657.60	800	0.018	0.018	0.027	0.027	836	836
11	5	5	657.60	800	0.018	0.018	0.027	0.027	836	836
12	5	5	657.60	800	0.023	0.020	0.030	0.028	978	889
13	5	5	657.60	800	0.023	0.020	0.030	0.028	978	889
14	5	5	657.60	800	0.018	0.018	0.027	0.027	836	836
15	5	5	657.60	800	0.018	0.018	0.027	0.027	836	836
16	5	5	657.60	800	0.020	0.023	0.028	0.030	889	978
17	5	5	657.60	800	0.018	0.018	0.027	0.027	836	836
18	5	5	657.60	800	0.023	0.020	0.030	0.028	978	889
19	5	5	657.60	800	0.030	0.030	0.030	0.030	1,084	1,084
20	5	5	657.60	800	0.020	0.023	0.028	0.030	889	978
21	5	5	657.60	800	0.030	0.030	0.030	0.030	1,084	1,084
22	5	5	657.60	800	0.030	0.030	0.030	0.030	1,084	1,084
23	5	5	657.60	800	0.030	0.030	0.030	0.030	1,084	1,084

Fuente: Elaboración propia.

- **Balance de momentos**

Si existe continuidad en los paneles de losa y los valores de momentos de ambos paneles son diferentes, se debe equilibrar por promedio o por método de rigidez, de acuerdo con los siguientes criterios:

$$0.8 * M_2 \leq M_1 \rightarrow M_{bal} = (M_1 + M_2)/2$$

$$0.8 * M_2 > M_1 \rightarrow M_{bal} = \text{Metodo de rigidez (K)}$$

Donde:

M_2 = momento mayor negativo.

M_1 = momento menor negativo.

M_{bal} = momento balanceado.

K = rigidez de la losa.

Cuando el balance de momentos sea por medio de la rigidez de la losa, se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$M_{bal-1} = M_1 + (M_2 - M_1) * D_1$$

$$M_{bal-2} = M_2 - (M_2 - M_1) * D_2$$

$$D_1 = D_2 = \frac{K_1 - K_2}{K_1 + K_2}$$

$$K_1 = K_2 = \frac{1}{L_{1-2}}$$

Donde:

$D_1 = D_2$ = factor de distribución.

$K_1 = K_2$ = rigidez de la losa.

Como referencia de cálculo, a continuación, se balancea los momentos para la losa 1-2 y 7-8:

- **Losa 1-2**

$$0.8 * M_2 \leq M_1 \rightarrow M_{bal} = (M_1 + M_2)/2$$

$$0.8 * 2,223 \text{ kg} * m \leq 1,822 \text{ kg} * m$$

$$1,778 \text{ kg} * m \leq 1,822 \text{ kg} * m \rightarrow M_{bal} = (M_1 + M_2)/2$$

$$M_{bal} = \frac{1,822 \text{ kg} * m + 2,223 \text{ kg} * m}{2} = 2,022.50 \text{ kg} * m$$

- **Losa 7-8**

$$0.8 * M_2 > M_1 \rightarrow M_{bal} = \text{Metodo de rigidez (K)}$$

$$0.8 * 1,640 \text{ kg} * m > 1,203 \text{ kg} * m$$

$$1,312 \text{ kg} * m > 1,203 \text{ kg} * m \rightarrow M_{bal} = \text{Metodo de rigidez (K)}$$

Debido a la simetría de las losas, las rigideces y los factores de distribución serían los mismos para ambos sentidos:

$$K_1 = K_2 = \frac{1}{5} = 0.20$$

$$D_1 = D_2 = \frac{0.20}{0.20 + 0.20} = 0.50$$

Balance de momentos por método de rigidez:

$$M_{bal-1} = 1,203 \text{ kg} * m + (1,640 - 1,203 \text{ kg} * m) * 0.50 = 1,421 \text{ kg} * m$$

$$M_{bal-2} = 1,640 \text{ kg} * m - (1,640 - 1,203 \text{ kg} * m) * 0.50 = 1,421 \text{ kg} * m$$

En la siguiente tabla se presentan los resultados de los momentos balanceados de las diferentes losas, en el Sentido Y:

Tabla 53.

Momentos negativos balanceados de las losas del primer nivel, sentido Y

Losa	Momento negativo (kg-m)	Momento negativo (kg-m)	Criterio de balanceo (kg-m)		Momentos balanceados (kg-m)
	M_1	M_2	$0.8M_2$	Método	$M_{bal-1,2}$
1-2	1,822	2,223	1,778	Balanceo promedio	2,022
2-3	2,223	2,223			2,223
3-4	2,223	2,223			2,223
4-5	2,223	2,223			2,223
5-6	2,223	1,822	1,778	Balanceo promedio	2,022
7-8	1,203	1,640	1,312	Balanceo por rigidez	1,421
8-9	1,640	1,640			1,640
9-10	1,640	1,640			1,640
10-11	1,640	1,640			1,640
11-12	1,640	1,203	1,312	Balanceo por rigidez	1,421
13-14	1,203	1,640	1,312	Balanceo por rigidez	1,421
14-15	1,640	1,640			1,640
15-16	1,640	2,223	1,778	Balanceo por rigidez	1,931
16-17	2,223	1,640	1,778	Balanceo por rigidez	1,931
17-18	1,640	1,203	1,312	Balanceo por rigidez	1,421
19-20	1,822	2,223	1,778	Balanceo promedio	2,022
20-21	2,223	1,822	1,778	Balanceo promedio	2,022
22-23	1,822	1,822			1,822

Fuente: Elaboración propia.

En la siguiente tabla se presentan los resultados de los momentos balanceados de las diferentes losas, en el Sentido X:

Tabla 54.

Momentos negativos balanceados de las losas del primer nivel, sentido X

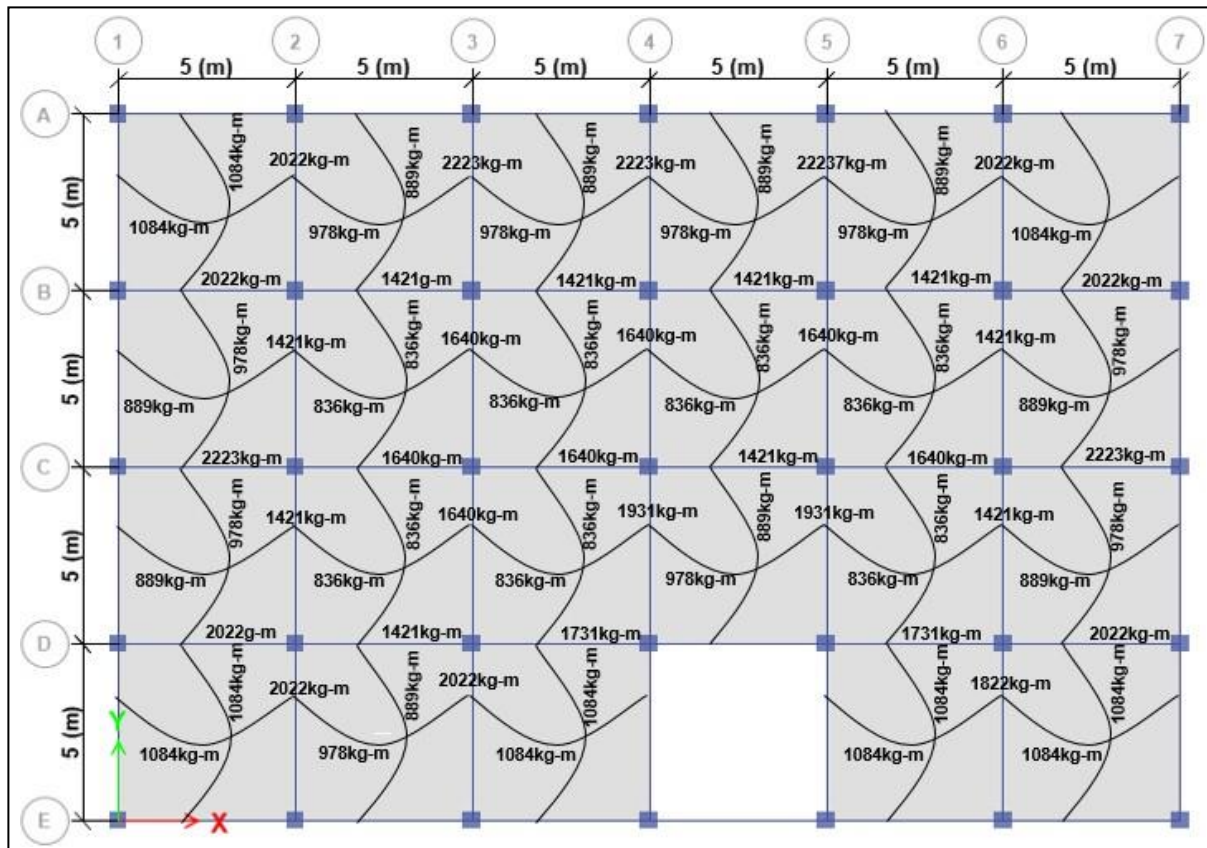
Losa	Momento negativo (kg-m)	Momento negativo (kg-m)	Criterio de balanceo (kg-m)		Momentos balanceados (kg-m)
	M_1	M_2	$0.8M_2$	Método	$M_{bal-1,2}$
1-7	1,822	2,223	1,778	Balanceo promedio	2,022
7-13	2,223	2,223			2,223
13-19	2,223	1,822	1,778	Balanceo promedio	2,022
2-8	1,203	1,640	1,312	Balanceo por rigidez	1,421
8-14	1,640	1,640			1,640
14-20	1,640	1,203	1,312	Balanceo por rigidez	1,421
3-9	1,203	1,640	1,312	Balanceo por rigidez	1,421
9-15	1,640	1,640			1,640
15-21	1,640	1,822	1,458	Balanceo promedio	1,731
4-10	1,203	1,640	1,312	Balanceo por rigidez	1,421
10-16	1,640	1,203	1,312	Balanceo por rigidez	1,421
5-11	1,203	1,640	1,312	Balanceo por rigidez	1,421
11-17	1,640	1,640			1,640
17-22	1,640	1,822	1,458	Balanceo promedio	1,731
6-12	1,822	2,223	1,778	Balanceo promedio	2,022
12-18	2,223	2,223			2,223
18-23	2,223	1,822	1,778	Balanceo promedio	2,022

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presenta la planta de distribución de momentos finales en las losas del primer nivel:

Figura 47.

Distribución de momentos finales en losas del primer nivel



Fuente: Elaboración propia, utilizando Software ETABS versión 18.1.1

- **Diseño del acero de refuerzo**

- **Peralte efectivo de la losa**

Para el cálculo del peralte se toma en cuenta que el recubrimiento mínimo para losas de concreto no expuesta a la intemperie ni en contacto con el suelo es de 2.50 cm; según lo establecido en la sección 20.6.1.3 de la norma ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto). La varilla de acero a utilizarse será de diámetro No. 3.

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

Donde:

d = peralte efectivo.

t = espesor de losa.

rec = recubrimiento.

\emptyset = diámetro de varilla.

$$d = 12 \text{ cm} - 2.5 \text{ cm} - \frac{0.952 \text{ cm}}{2} = \mathbf{9.024 \text{ cm}}$$

o **Área de acero mínimo**

El área de acero mínimo a flexión en losas no preesforzadas debe evaluarse según lo sugerido en la norma ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto) en su capítulo 8, sección 8.6, debe ser el mayor de las siguientes expresiones:

$$A_{s_{\min}} = 0.0014 * A_g \qquad A_{s_{\min}} = \frac{0.0018 * 4200}{f_y} * A_g$$

Donde:

$A_{s_{\min}}$ = área de acero mínimo.

A_g = área bruta de la sección de concreto de la franja unitaria de la losa.

f_y = resistencia a la fluencia del acero.

$$A_{s_{\min}} = 0.0014 * 1,200 \text{ cm}^2 = 1.68 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{0.0018 * 4200}{4200 \text{ kg/cm}^2} * 1,200 \text{ cm}^2 = \mathbf{2.16 \text{ cm}^2}$$

Con el $A_{s_{\min}}$ se debe determinar el espaciamiento que requiere, usando varilla

No. 3:

$$S_{ASmín} = \frac{A_v * b}{AS_{mín}}$$

Donde:

$S_{ASmín}$ = espaciamiento entre barras de losas debido al área de acero mínimo.

A_v = área de acero.

b = ancho de la franja unitaria de la losa.

$$S_{ASmín} = \frac{0.71 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm}}{2.16 \text{ cm}^2} = \mathbf{32.87 \text{ cm}}$$

- **Espaciamiento mínimo entre barras de acero corrugadas**

A continuación, se calcula la separación mínima entre barras de acero según lo sugerido en la normativa ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto), en su capítulo 25, sección 25.2, la cual debe ser al menos el valor mayor de las siguientes ecuaciones: 2.5 cm, d_b , $\frac{4}{3}d_{agg}$.

$$S_1 = 2.50 \text{ cm} \quad S_2 = d_b = 0.952 \text{ cm} \quad S_3 = \frac{4}{3} * 1.905 \text{ cm} = \mathbf{2.54 \text{ cm}}$$

- **Espaciamiento máximo entre barras de acero corrugadas**

Para losas macizas no preesforzadas, el espaciamiento máximo del refuerzo longitudinal corrugado no debe ser mayor de 2t (dos veces el espesor de la losa) o 45 cm.

$$S_{max} = 2t = 2 * 12 \text{ cm} = \mathbf{24 \text{ cm}}$$

Como el espaciamiento debido al acero mínimo es mayor al espaciamiento máximo normativo, ahora el límite será este último y se procederá a calcular el área de acero para cubrir dicho espaciamiento de 24 cm.

$$A_s = \frac{0.71 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm}}{24 \text{ cm}} = 2.96 \text{ cm}^2$$

Se utilizará para el diseño de las losas, los espaciamientos máximos permitidos calculados en la sección anterior.

○ **Momento que resiste el área de acero (A_s)**

$$M_{As} = \phi \left[A_s * f_y * \left(d - \frac{A_s * f_y}{1.7 * f'_c * b} \right) \right]$$

Donde:

A_s = área de acero con espaciamiento recalculado.

f'_c = resistencia a la compresión del concreto.

f_y = resistencia a la fluencia del acero.

b = franja unitaria.

d = peralte efectivo.

ϕ = factor de reducción de resistencia (0.90).

$$M_{AS} = 0.90 \left[2.96 \text{ cm}^2 * 4200 \text{ kg/cm}^2 * \left(9.024 \text{ cm} - \frac{2.96 \text{ cm}^2 * 4200 \text{ kg/cm}^2}{1.7 * 280 \text{ kg/cm}^2 * 100 \text{ cm}} \right) \right]$$

$$M_{AS} = 980 \text{ kgf} * \text{m}$$

- **Refuerzo para momentos que excedan al momento cubierto por A_s**

Para todos aquellos momentos menores al A_s se utilizará el refuerzo recalculado, para los momentos que lo excedan deberá calcularse el área de acero y espaciamiento requerido de la siguiente forma:

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

Donde:

$A_{s_{req}}$ = área de acero requerido.

M = momento actuante.

f'_c = resistencia a la compresión del concreto.

f_y = resistencia a la fluencia del acero.

b = franja unitaria.

d = peralte efectivo.

El espaciamiento correspondiente al área de acero requerido del momento analizado, se calcula de la misma manera que fue calculado para el área de acero mínimo. Con el $A_{s_{req}}$ se determina el espaciamiento (S) que requiere, se usará varilla No. 3 ($A_v = 0.71 \text{ cm}^2$).

$$S_{AS_{min}} = \frac{A_v * b}{A_{s_{req}}}$$

A continuación, se presentan los resultados de área de acero y espaciamiento para cada momento en losas:

Tabla 55.*Área de acero y espaciamiento para los momentos en sentido Y*

Momento (kg-m)	As req. (cm²)	As min (cm²)	As por usar	No. varilla	Espaciamiento calculado (m)	Espaciamiento por usar (m)
≤ 980	2.96	2.16	2.96	No. 3	0.24	0.10
1,421	4.35	2.16	4.35	No. 3	0.16	0.10
1,640	5.06	2.16	5.06	No. 3	0.14	0.10
1,822	5.65	2.16	5.65	No. 3	0.13	0.10
1,931	6.01	2.16	6.01	No. 3	0.12	0.10
2,022	6.32	2.16	6.32	No. 3	0.11	0.10
2,223	6.99	2.16	6.99	No. 3	0.10	0.10

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 56.*Área de acero y espaciamiento para los momentos en sentido X*

Momento (kg-m)	As req. (cm²)	As min (cm²)	As por usar	No. varilla	Espaciamiento calculado (m)	Espaciamiento por usar (m)
≤ 980	2.96	2.16	2.96	No. 3	0.24	0.10
1,421	4.35	2.16	4.35	No. 3	0.16	0.10
1,640	5.06	2.16	5.06	No. 3	0.14	0.10
1,731	5.35	2.16	5.35	No. 3	0.13	0.10
2,022	6.32	2.16	6.32	No. 3	0.11	0.10
2,223	6.99	2.16	6.99	No. 3	0.10	0.10

Fuente: Elaboración propia.

Por facilidad en la colocación se usará varilla No. 3 @ 0.10 m en ambos sentidos.

- **Chequeo por corte**

Las losas deben resistir esfuerzos debido al corte producidos por cargas vivas y muertas, por lo que se procede a verificar si el espesor de las losas diseñadas cumple con el corte máximo resistente.

$$V_c \geq V_{act} \rightarrow \text{Espesor de losa adecuada}$$

$$V_c < V_{act} \rightarrow \text{Aumentar espesor de losa}$$

Donde:

V_c = cortante resistente por el concreto.

V_{act} = cortante máximo actuante.

– Cortante resistente por el concreto

$$V_c = \phi * 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d$$

$$V_c = 0.75 * 0.53 * \sqrt{280 \frac{kg}{cm^2}} * 100 \text{ cm} * 9.024 \text{ cm} = \mathbf{6,002 \text{ kg}}$$

– Cortante máximo actuante

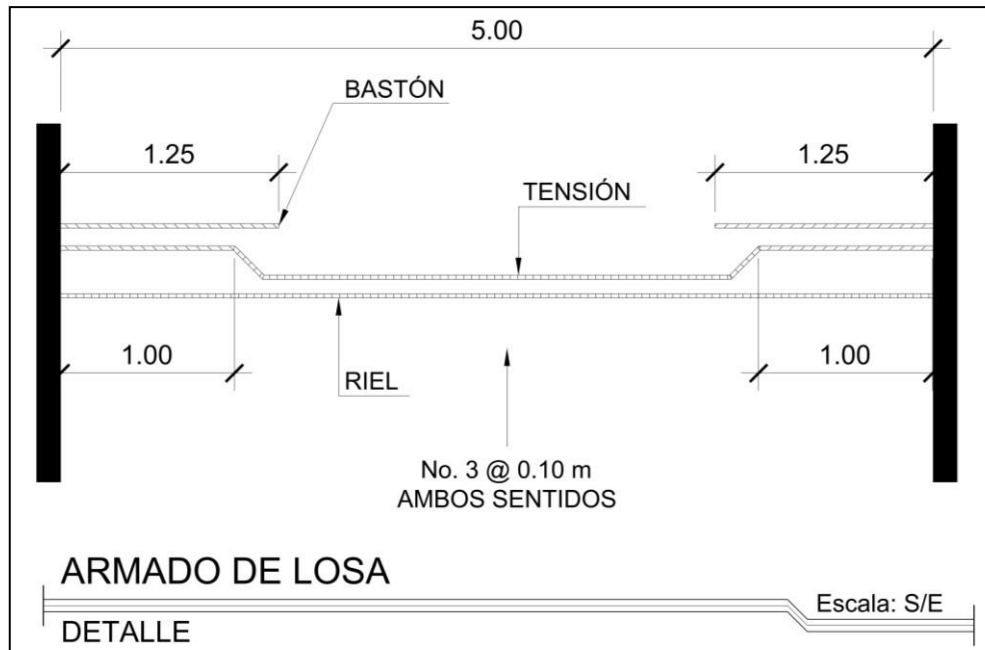
$$V_{act} = \frac{CU * L}{2} = \frac{1457.60 \text{ kg/m}^2 * 5 \text{ m}}{2} * 1 \text{ m} = \mathbf{3,644 \text{ kg}}$$

Como $V_c \geq V_{act}$ por lo que se concluye que el espesor propuesto es suficiente para soportar las deflexiones a la que será sometida.

A continuación, se presenta el armado típico de las losas del primer nivel:

Figura 48.

Detalle de losa típica



Fuente: Elaboración propia, utilizando AutoCAD 2021.

El diseño de las losas de los siguientes niveles se encuentra en el apéndice 4 y apéndice 5 detallando los momentos de diseño, área de acero y espaciamiento. Los resultados finales se presentan en los planos constructivos que se incluyen en el anexo 5.

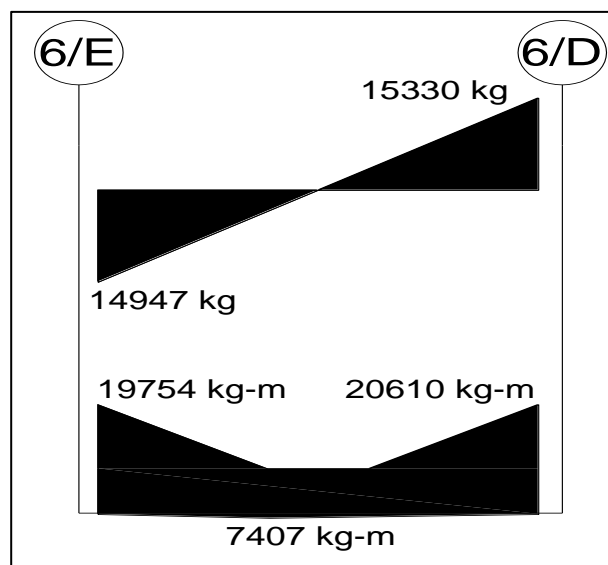
4.6.2. Diseño de vigas

Los datos de diseño fueron obtenidos del análisis estructural, en la sección 4.5.6.1., específicamente de la envolvente de momentos en vigas. A modo de ejemplo se diseñará el tramo E-D del Marco 6 del primer nivel. Los datos de diseño son los siguientes:

- Base de viga (b_v) = 35 cm
- Altura de viga (h_v) = 50 cm
- Recubrimiento (rec) = 4 cm
- Longitud libre de viga (L) = 4.50 m
- Diámetro refuerzo transversal No. 3 (ϕ_{trans}) = 0.952 cm
- Diámetro refuerzo longitudinal No. 7 (ϕ_{long}) = 2.222 cm
- Diagrama de momento y cortante:

Figura 49.

Diagrama de momento flector y cortante máximo



Fuente: Elaboración propia, utilizando Software AutoCAD 2021.

La normativa ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto) menciona ciertas consideraciones para tener en cuenta para un adecuado diseño de las vigas:

- En su capítulo 18, sección 18.6.3.1 menciona que las vigas deben tener al menos dos barras continuas tanto en la cara superior como en la inferior, la cantidad de refuerzo no debe ser inferior a lo requerido por la sección 9.6.1.2, y la cuantía de refuerzo no debe exceder 0.025.
- En su capítulo 18, sección 18.6.3.2 menciona que la resistencia a momentos positivo en la cara del nudo, no debe ser menor que la mitad de la resistencia a momento negativo proporcionada en esa misma cara. La resistencia a momento negativo o positivo, en cualquier sección a lo largo de la longitud del miembro, debe ser al menos igual a un cuarto de la resistencia máxima a momento proporcionada en la cara de cualquiera de los nudos.
- Los estribos colocados no solo deben resistir las fuerzas cortantes, sino adicionalmente deben ser diseñados por capacidad y confinamiento.
- En su capítulo 18, sección 18.6.3.3 menciona que no deben usarse traslapes ubicados dentro de los nudos, en las zonas de confinamiento o donde pueda ocurrir fluencia por flexión como resultado de los desplazamientos laterales.
- **Diseño por flexión**
 - **Peralte efectivo de la viga**

Para el cálculo del peralte se toma en cuenta que el recubrimiento mínimo para vigas de concreto no expuesta a la intemperie ni en contacto con el suelo es de 4.00

cm; según lo establecido en la sección 20.6.1.3 de la norma ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto).

La varilla de acero longitudinal a utilizarse será de diámetro No. 7 con refuerzo transversal de diámetro No. 3.

$$d_v = h_v - rec - \frac{\phi_{long}}{2} - \phi_{trans}$$

Donde:

d_v = peralte efectivo.

h_v = altura de viga.

rec = recubrimiento.

ϕ_{long} = diámetro de varilla longitudinal.

$$d_v = 50 \text{ cm} - 4 \text{ cm} - \frac{2.22 \text{ cm}}{2} - 0.95 \text{ cm} = \mathbf{43.94 \text{ cm}}$$

o **Área de acero mínimo**

El área de acero mínimo $A_{s_{mín}}$, para f_y de un límite de hasta 550 MPa, debe ser el mayor de las siguientes expresiones:

$$A_{s_{mín}} = \frac{0.8 * \sqrt{f'_c}}{f_y} * b_v * d_v \qquad A_{s_{mín}} = \frac{14}{f_y} * b_v * d_v$$

Donde:

$A_{s_{mín}}$ = área de acero mínimo.

f'_c = resistencia a la compresión del concreto.

f_y = resistencia a la fluencia del acero.

b_v = base de viga.

d_v = peralte efectivo de la viga.

$$As_{mín} = \frac{0.8 * \sqrt{280 \text{ kg/cm}^2}}{4200 \text{ kg/cm}^2} * 35 \text{ cm} * 43.94 \text{ cm} = 4.90 \text{ cm}^2$$

$$As_{mín} = \frac{14}{4200 \text{ kg/cm}^2} * 35 \text{ cm} * 44.098 \text{ cm} = \mathbf{5.13 \text{ cm}^2}$$

El área de acero mínimo será $As_{mín} = 5.13 \text{ cm}^2$

○ **Área de acero máximo**

La cuantía máxima de acero tiene que ser menor a 0.025

$$As_{máx} = \rho_{máx} * b_v * d_v$$

$$\rho_{máx} = 0.50 * \rho_{bal}$$

$$\rho_{bal} = \left(\frac{0.85 * \beta_1 * f'_c}{f_y} \right) * \left(\frac{6115}{f_y + 6115} \right)$$

Donde:

$As_{máx}$ = área de acero máximo.

$\rho_{máx}$ = cuantía de acero máxima.

ρ_{bal} = cuantía balanceada.

b_v = base de viga.

d_v = peralte efectivo de la viga.

f'_c = resistencia a la compresión del concreto.

f_y = resistencia a la fluencia del acero.

β_1 = Factor obtenido de la Tabla 22.2.2.4.3 de la norma ACI 318S-14

- Cuantía Balanceada

$$\rho_{bal} = \left(\frac{0.85 * 0.85 * 280 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2} \right) * \left(\frac{6115}{4200 \text{ kg/cm}^2 + 6115} \right)$$

$$\rho_{bal} = 0.0285$$

- Cuantía máxima

$$\rho_{m\acute{a}x} = 0.50 * 0.0285 = 0.01427$$

Consecutivamente se obtiene el área máxima de acero:

$$A_{S_{m\acute{a}x}} = 0.01427 * 35 \text{ cm} * 43.94 \text{ cm} = \mathbf{21.96 \text{ cm}^2}$$

El refuerzo por utilizar tiene que encontrarse dentro del valor de área de acero máxima y mínima hallados.

- o **Área de acero longitudinal requerido**

Conociendo el valor máximo y mínimo de acero, se procede a calcular el área de acero requerido debido a los momentos actuantes, por medio de la siguiente expresión:

$$A_{S_{req}} = \frac{0.85 * f'_c}{f_y} * \left[(b_v * d_v) - \sqrt{(b_v * d_v)^2 - \left(\frac{M * b_v}{0.003825 * f'_c} \right)} \right]$$

- Refuerzo requerido para M (-) Izq.

$$A_{S_{req}} = \frac{0.85 * 280 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2} * \left[(35 \text{ cm} * 43.94 \text{ cm}) - \sqrt{(35 \text{ cm} * 44.94 \text{ cm})^2 - \left(\frac{19,754 \text{ kg} - m * 35 \text{ cm}}{0.003825 * 280 \text{ kg/cm}^2} \right)} \right]$$

$$A_{S_{req}} = \mathbf{12.84 \text{ cm}^2}$$

- Refuerzo requerido para M (+)

$$A_{S_{req}} = \frac{0.85 * 280 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2} * \left[(35 \text{ cm} * 43.94 \text{ cm}) - \sqrt{(35 \text{ cm} * 43.94 \text{ cm})^2 - \left(\frac{7,407 \text{ kg} - m * 35 \text{ cm}}{0.003825 * 280 \text{ kg/cm}^2} \right)} \right]$$

$$A_{S_{req}} = 4.58 \text{ cm}^2$$

- Refuerzo requerido para M (-) Der

$$A_{S_{req}} = \frac{0.85 * 280 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2} * \left[(35 \text{ cm} * 43.94 \text{ cm}) - \sqrt{(35 \text{ cm} * 43.94 \text{ cm})^2 - \left(\frac{20,610 \text{ kg} - m * 35 \text{ cm}}{0.003825 * 280 \text{ kg/cm}^2} \right)} \right]$$

$$A_{S_{req}} = 13.44 \text{ cm}^2$$

- **Verificación de condiciones para el diseño sísmico adecuado**

La resistencia a momento negativo o positivo, en cualquier sección a lo largo de la longitud del miembro, debe ser al menos igual a un cuarto de la resistencia máxima a momento proporcionada en la cara de cualquiera de los nudos.

$$A_{S_{neg.mayor}} = 13.44 \text{ cm}^2$$

$$\frac{1}{4} * A_{S_{neg.mayor}} = \frac{1}{4} * 13.44 \text{ cm}^2 = 3.36 \text{ cm}^2$$

Para el armado en la cama superior se usarán 2 varillas corridas No. 7 + 2 bastones No. 6 ($A_s=13.46 \text{ cm}^2$), refuerzo necesario para cumplir con los requisitos sísmicos y del momento actuante.

La resistencia a momento positivo en la cara del nudo no debe ser menor que la mitad de la resistencia a momento negativo proporcionada en la misma cara.

$$A_{S_{pos}} = 5.13 \text{ cm}^2$$

$$A_{S_{nudo}} = \frac{1}{2} * A_{S_{neg.mayor}} = \frac{1}{2} * 13.44 \text{ cm}^2 = 6.72 \text{ cm}^2$$

Para el armado en la cama inferior se usarán 2 varillas corridas No. 7 ($A_s=7.76 \text{ cm}^2$), refuerzo necesario para cumplir con los requisitos sísmicos y del momento en la cara del nudo.

El refuerzo por utilizar a causa de los momentos últimos hallados en la figura 38, tiene que encontrarse dentro de los valores máximos y mínimos hallados. La tabla 57 muestra los momentos positivos y negativos máximos en la viga, así como el refuerzo colocado dentro del mínimo y máximo establecido.

Tabla 57.

Acero de diseño para viga E-D

Área de acero longitudinal para momentos máximos actuantes						
	Mu kg-m	As requerido cm ²	As mínimo cm ²	As máximo cm ²	As propuesto cm ²	As colocado cm ²
Viga E-D						
M (-) Izq.	19,754	12.84	5.13	21.96	12.84	13.46
M (+)	7,407	4.58	5.13	21.96	5.13	7.76
M (-) Der	20,610	13.44	5.13	21.96	13.45	13.46

Fuente: Elaboración propia.

- **Diseño por fuerza cortante**

La fuerza cortante máxima V_u en la viga no debe exceder la capacidad de esfuerzo cortante de diseño ϕV_c , donde V_c es la resistencia cortante del concreto. En donde ϕ es 0.75 según lo establecido en la sección 21.2.1 de la norma ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto).

- **Cortante máximo de diseño**

$$V_u = 15,330 \text{ kg}$$

- **Cortante resistente por el concreto**

$$V_c = 0.53 * \sqrt{280 \frac{kg}{cm^2}} * 35 \text{ cm} * 43.94 \text{ cm} = \mathbf{13,639 \text{ kg}}$$

- **Cortante nominal**

$$\phi V_c = 0.75 * 13,639 \text{ kg} = \mathbf{10,229 \text{ kg}}$$

El cortante máximo de diseño es mayor al cortante nominal que resiste el concreto ($V_u > \phi V_c$), por lo tanto, se debe diseñar los estribos.

- **Disposición del refuerzo transversal en zona de confinamiento**

La norma ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto) en la sección 18.6.4.1, estipula que deben colocarse estribos cerrados de confinamiento en las siguientes regiones de las vigas:

- En una longitud igual a dos veces la altura de la viga, medida desde la cara de miembros de apoyo hacia el centro de la luz, en ambos extremos de la viga.
- En longitudes iguales a dos veces la altura de la viga a ambos lados de una sección donde puede ocurrir fluencia por flexión debido a los desplazamientos laterales más allá del rango elástico de comportamiento.

$$L_o = 2 * h$$

$$L_o = 2 * 50 \text{ cm} = \mathbf{1.00 \text{ m}}$$

La longitud de confinamiento será de 1.00 m, en ambos extremos de la viga, medida desde la cara interior del apoyo de la viga.

- **Separación máxima de los estribos por demanda**

- Demanda por corte en el acero transversal ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto), sección 22.5.10.1:

$$V_s = \frac{V_u}{\phi} - V_c$$

$$V_s = \frac{15,330 \text{ kg}}{0.75} - 0 \text{ kgf} = \mathbf{20,440 \text{ kg}}$$

- Separación máxima requerida

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

Donde:

A_v = área de acero transversal.

f_y = resistencia a la fluencia del acero.

d = peralte efectivo de la viga.

V_s = resistencia al corte proporcionado por el refuerzo transversal.

Se utilizará estribos No. 3

$$S = \frac{1.43 \text{ cm}^2 * 4200 \text{ kg/cm}^2 * 43.94 \text{ cm}}{20,440 \text{ kg}}$$

$$S = \mathbf{12.88 \text{ cm}}$$

- **Separación máxima normativa de estribos**

La norma ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto) en la sección 18.6.4.4 dicta las recomendaciones sobre colocación y espaciamiento del confinamiento, siendo los siguientes:

- El primer estribo cerrado de confinamiento debe estar situado a no más de 5 cm de la cara del elemento de apoyo.
- El espaciamiento de los estribos de confinamiento no debe exceder el menor de: $d/4$, 15 cm, $6d_b$.

$$S_1 = d/4 = \frac{43.94 \text{ cm}}{4} = \mathbf{10.99 \text{ cm}}$$

$$S_2 = 6d_b = 6 * 2.22 \text{ cm} = 13.34 \text{ cm}$$

$$S_3 = 15.00 \text{ cm}$$

- Cuando no se requieran estribos cerrados de confinamiento, deben colocarse estribos con ganchos sísmicos en ambos extremos, espaciados a no más de $d/2$ en toda la longitud de la viga.

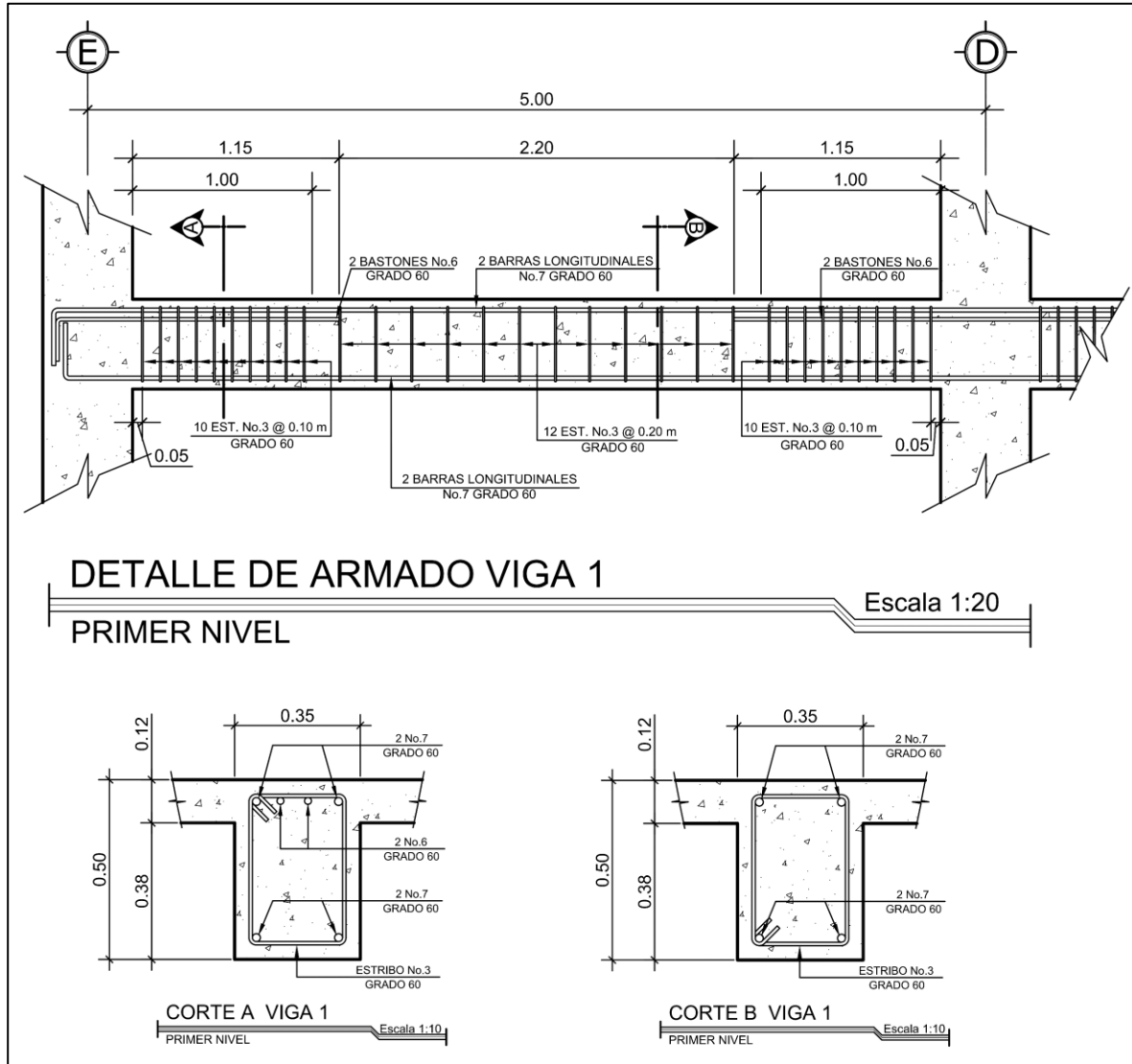
$$S = \frac{43.94 \text{ cm}}{2} = \mathbf{21.97 \text{ cm}}$$

Por lo tanto, por facilidad en obra y maniobrabilidad, se propone un espaciamiento entre estribos en zona de confinamiento de 10.00 cm y a lo largo de la longitud restante un espaciamiento de 20.00 cm, con varilla No. 3.

A continuación, se presenta el armado de las vigas del primer nivel:

Figura 50.

Detalle de armado de viga, primer nivel



Fuente: Elaboración propia, utilizando Software AutoCAD 2021.

El diseño de las vigas de los siguientes niveles se encuentra en el apéndice 6 y apéndice 7 detallando los momentos de diseño, área de acero y el armado longitudinal y transversal. Los resultados finales se presentan en los planos constructivos que se incluyen en el anexo 5.

4.6.3. Diseño de columnas

Los datos de diseño fueron obtenidos del análisis estructural, en la sección 4.5.6.2., específicamente de la envolvente de momentos en columnas.

A modo de ejemplo se diseñará la columna del primer nivel ubicada en el eje 6/B del marco 6.

Los datos de diseño son los siguientes:

- Base de columna (b_c) = 50 cm
- Altura de columna (h_c) = 50 cm
- Recubrimiento (rec) = 4 cm
- Peralte efectivo (d_c) = 46 cm
- Longitud libre de columna (L) = 4.2 m
- Área gruesa (A_g) = 2,500 cm²
- Área confinada (A_{ch}) = 1,764 cm²
- Carga axial de la columna (P_u) = 111,036 kg
- Momento en sentido Y (M_y) = 23,253 kg-m
- Momento en sentido X (M_x) = 22,072 kg-m
- Cortante en sentido Y = 9,554 kg
- Cortante en sentido X = 9,093 kg

• Carga axial sobre columnas

La carga axial se determinó por medio de áreas tributarias, incluyendo el peso de las vigas dentro del área de análisis, acumulando la carga axial de los niveles superiores sobre la columna posterior.

Tabla 58.*Carga axial sobre columnas, sentido X*

Columna	Carga muerta kg/m ²	Carga viva kg/m ²	Área tributaria m ²	Carga ultima 1.2M+1.6V kg/m ²	FCU	Carga axial (kg)
Tercer nivel						
6-E	458	100	12.50	709.60	1.27	12,470.45
6-D	458	100	25.00	709.60	1.27	22,540.60
6-C	458	100	25.00	709.60	1.27	22,540.60
6-B	458	100	25.00	709.60	1.27	22,540.60
6-A	458	100	12.50	709.60	1.27	12,470.45
Segundo nivel						
6-E	548	500	12.50	1,457.60	1.39	37,069.50
6-D	548	500	25.00	1,457.60	1.39	66,673.20
6-C	548	500	25.00	1,457.60	1.39	66,673.20
6-B	548	500	25.00	1,457.60	1.39	66,673.20
6-A	548	500	12.50	1,457.60	1.39	37,069.50
Primer nivel						
6-E	548	500	12.50	1,457.60	1.39	61,898.95
6-D	548	500	25.00	1,457.60	1.39	111,036.20
6-C	548	500	25.00	1,457.60	1.39	111,036.20
6-B	548	500	25.00	1,457.60	1.39	111,036.20
6-A	548	500	12.50	1,457.60	1.39	61,898.95

Fuente: Elaboración propia.

- **Esbeltez (E)**

La norma ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto) considera como columna esbelta cuando la relación de esbeltez se encuentra en el siguiente intervalo:

$$22 < \frac{kL_u}{r} < 100$$

Por lo tanto:

- Si $E < 22$, se diseña como columna corta y se utilizan los datos originales del análisis estructural.
- Si $22 \leq E \leq 100$, se diseña como columna intermedia y se deberá magnificar los momentos actuantes.
- Si $E > 100$, será una columna larga y, por tanto, no se construye.

- **Cálculo de momento de inercia columna y viga**

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

$$I_c = \frac{50 \text{ cm} * (50 \text{ cm})^3}{12} = 520,833.33 \text{ cm}^4$$

$$I_v = \frac{35 \text{ cm} * (50 \text{ cm})^3}{12} = 364,583.33 \text{ cm}^4$$

Donde:

I_c = inercia de columnas.

I_v = inercia de vigas.

- **Radio de giro**

Según la normativa ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto) en la sección 6.2.5.1, establece que el radio de giro se puede calcular considerando un 30% de la dimensión de la sección en la dirección, en la cual se está considerando la estabilidad para columnas rectangulares.

$$r = 0.3h$$

$$r = 0.3 * 0.50 \text{ cm} = 15 \text{ cm}$$

- **Coefficientes que mide el grado de empotramiento (ψ)**

ψ = Es la relación $\sum \left(\frac{EI_c}{L_c} \right)$ de las columnas con respecto a $\sum \left(\frac{EI_v}{L_v} \right)$ de las vigas en el mismo plano en un extremo de la columna.

$$\psi_a = \frac{\sum \left(\frac{EI_c}{L_c} \right)}{\sum \left(\frac{EI_v}{L_v} \right)}$$

$$\psi_a = 1.876 \quad \psi_b = 0$$

Los coeficientes ψ_a y ψ_b son los mismos en ambos sentidos (X, Y) debido a la simetría de los marcos.

Donde:

E = es el módulo de elasticidad del concreto (se considera como valor igual a 1 debido a que todos los elementos serán construidos con el mismo material).

L_c = luz libre del elemento a compresión.

L_v = luz libre del elemento a flexión medida centro a centro del apoyo.

I_c = inercia de las columnas.

I_v = inercia de las vigas.

- **Promedio de los valores (ψ)**

$$\psi_m = \frac{1.876 + 0}{2} = \mathbf{0.938}$$

- **Factor de longitud efectiva (k)**

Para encontrar el factor de longitud efectiva de pandeo, se recurre a los monogramas de Jackson y Moreland, o bien se puede obtener mediante las ecuaciones de Furlong, presentada a continuación:

$$K = \frac{20 - \psi_m}{20} * \sqrt{1 + \psi_m}$$
$$K = \frac{20 - 0.938}{20} * \sqrt{1 + 0.938}$$
$$K = \mathbf{1.33}$$

- **Efecto de esbeltez**

$$E = \frac{1.33 * 4.70 \text{ m}}{20} = 41.57$$

Debido a que el valor se encuentra $22 \leq 41.57 \leq 100$, se procede a magnificar los momentos de diseño.

- **Método de magnificación de momentos**

- Elasticidad del concreto

$$E_c = 15100 * \sqrt{f'_c}$$

$$E_c = 252,671.33 \text{ kg/cm}^2$$

- Rigidez efectiva a flexión (EI_{eff})

Para el cálculo de EI_{eff} se toma la ecuación de la norma ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto), Capítulo 6, sección 6.6.4.4.4:

$$EI_{eff} = \frac{E_c * I_c}{1 + \beta_{dns}} \quad \beta_{dns} = \frac{1.4CM}{C_u}$$

Donde:

E_c = es el módulo de elasticidad del concreto.

I_c = es la inercia de la columna.

β_{dns} = debe calcularse como la relación entre la máxima carga mayorada que actúa en forma permanente y la máxima carga mayorada total.

$$\beta_{dns} = \frac{1.4 * 548 \text{ kg/cm}^2}{1457.6 \text{ kg/cm}^2} = 0.5263$$

$$EI_{eff} = \frac{252671.33 \text{ kg/cm}^2 * 520833.33 \text{ cm}^4}{1 + 0.5263} = \mathbf{8,621,882.86 \text{ kg} * \text{m}^2}$$

– Carga crítica de Pandeo (P_c)

Para el cálculo de la carga crítica se toma la ecuación de la norma ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto), Capítulo 6, sección 6.6.4.4.2:

$$P_c = \frac{\pi^2 * EI_{eff}}{(K * L_c)^2}$$

$$P_c = \frac{\pi^2 * 8621882.86 \text{ kg} * \text{m}^2}{(1.33 * 4.7 \text{ m})^2} = 2188164.22 \text{ kg}$$

- **Factor de magnificación de momentos (δ)**

Para el cálculo del factor de magnificación, se toma la ecuación de la norma ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto), Capítulo 6, sección 6.6.4.4.2:

$$\delta = \frac{C_m}{1 - \frac{P_u}{0.75P_c}} \geq 1$$

$$\delta = \frac{1}{1 - \frac{111,036.2 \text{ kg}}{0.75 * 2188164.22 \text{ kg}}} = \mathbf{1.0726}$$

Donde:

C_m = según la norma ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto) para marcos con desplazamiento lateral $C_m=1$.

P_u = es la carga axial última de análisis = 111,036.2 kg

P_c = es la carga crítica de Euler.

- **Momentos magnificados**

$$M_{mag.Y} = \delta * M_y$$

$$M_{mag.X} = \delta * M_x$$

$$M_{mag.X} = 1.07 * 22,072 \text{ kg} * \text{m} = \mathbf{23,674 \text{ kg} * \text{m}}$$

$$M_{mag.Y} = 1.07 * 23,253 \text{ kg} * \text{m} = \mathbf{24,940 \text{ kg} * \text{m}}$$

- **Diseño de refuerzo longitudinal**

- **Disposición de acero**

La norma ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto) en el capítulo 18, sección 18.7.4.1 establece que el área de refuerzo longitudinal debe ser al menos $0.01A_g$ y no debe exceder $0.06A_g$.

- Área de acero mínima

$$A_{s_{\min}} = 0.01 * 50 \text{ cm} * 50 \text{ cm} = \mathbf{25 \text{ cm}^2}$$

- Área de acero máxima

$$A_{s_{\max}} = 0.06 * 50 \text{ cm} * 50 \text{ cm} = \mathbf{150 \text{ cm}^2}$$

- **Acero longitudinal propuesto**

El armado propuesto será de 12 varillas corridas No. 8 equivalentes a $A_s = 60.80 \text{ cm}^2$ que representa 2.45% del área gruesa de la columna, con un recubrimiento de 4 cm, tomando como base el recubrimiento mínimo establecido por la normativa ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto).

- **Método de carga inversa (Método de Bresler)**

A continuación, se procederá a verificar el área de acero propuesto, para ello se utilizará el método de cargas inversas que determina el valor $1/P'_u$ dentro de la gráfica de interacción para diseño de columnas; dicho punto es determinado por la carga axial (P'_o), carga de falla con excentricidad e_x y carga de falla con excentricidad e_y .

Este método funciona a base del cálculo de valores independientes, los cuales son:

- Valor de la gráfica

$$\gamma = \frac{b_c - r}{h_c} = \frac{50 \text{ cm} - 4 \text{ cm}}{50 \text{ cm}} = \mathbf{0.92}$$

Donde:

γ = valor de la gráfica de iteraciones.

b_c = base de la columna.

rec = recubrimiento de la columna.

h_c = altura de la columna.

- Cálculo de excentricidad

$$e_x = \frac{M_{mag.X}}{P_u} = \frac{23,674 \text{ kg} * \text{m}}{111,036.2 \text{ kg}} = \mathbf{0.213 \text{ m}}$$

$$e_y = \frac{M_{mag.Y}}{P_u} = \frac{24,940 \text{ kg} * \text{m}}{111,036.2 \text{ kg}} = \mathbf{0.225 \text{ m}}$$

- Valor de la curva

$$\rho_{\mu} = \frac{As}{A_g} \left(\frac{f_y}{0.85 * 0.80 * f'_c} \right)$$

$$\rho_{\mu} = \frac{60.80 \text{ cm}^2}{2,500 \text{ cm}^2} \left(\frac{4200 \text{ kg/cm}^2}{0.85 * 0.80 * 280 \text{ kg/cm}^2} \right) = \mathbf{0.54}$$

- Valor de la diagonal

Conociendo las excentricidades en ambos sentidos, se procede a calcular el valor de las diagonales.

$$\frac{e_x}{h_c} = \frac{0.213 \text{ m}}{0.50 \text{ m}} = 0.43$$

$$\frac{e_y}{h_c} = \frac{0.225 \text{ m}}{50 \text{ m}} = 0.45$$

- Valores de las variables de Bresler

Con los datos obtenidos anteriormente, se procede a determinar los valores k'_x y k'_y a través de la gráfica de interacción (ver anexo 4).

$$k'_x = 0.365 \quad k'_y = 0.345$$

- Carga de falla ultima

$$P'_{uf} = \mathbf{111,036.2 \text{ kg}}$$

- Carga resistente de la columna con excentricidad e_x

Se produce P'_x cuando solamente existe excentricidad en e_x , $e_y = 0$

$$P'_x = k'_x * f'_c * A_g$$

$$P'_x = 0.365 * 280 \text{ kg/cm}^2 * 2500 \text{ cm}^2 = \mathbf{255,500 \text{ kg}}$$

- Carga resistente de la columna con excentricidad e_y

Se produce P'_x cuando solamente existe excentricidad en e_y , $e_x = 0$

$$P'_y = k'_y * f'_c * A_g$$

$$P'_y = 0.345 * 280 \text{ kg/cm}^2 * 2500 \text{ cm}^2 = \mathbf{241,500 \text{ kg}}$$

Donde:

k'_x = es el valor obtenido de la gráfica de iteraciones en X.

f'_c = es la resistencia a compresión del concreto.

A_g = es el área gruesa de la sección de la columna.

- Carga última que resiste la columna sin excentricidad

$$P'_o = 0.80 * 0.85 * f'_c * (A_g - A_s) + A_s * f_y$$

$$P'_o = 0.80 * 0.85 * 280 \text{ kg/cm}^2 * (2500 \text{ cm}^2 - 60.80 \text{ cm}^2) + 60.80 \text{ cm}^2 * 4200 \text{ kg/cm}^2$$

$$P'_o = \mathbf{719,803 \text{ kg}}$$

- Carga última que resiste la columna

$$P'_u = \frac{1}{\frac{1}{P'_x} + \frac{1}{P'_y} - \frac{1}{P'_o}}$$

$$P'_u = 0.75 * \left(\frac{1}{\frac{1}{255,500 \text{ kg}} + \frac{1}{241,500 \text{ kg}} - \frac{1}{719,803 \text{ kg}}} \right)$$

$$P'_u = \mathbf{112,521 \text{ kg}}$$

El valor de P'_u debe ser mayor o igual que el valor P'_{uf} para que la propuesta de acero sea la indicada, si esto no fuera así, se debe aumentar el área de acero propuesto o cambiar las dimensiones de la sección de la columna.

$$P'_u \geq P'_{uf}$$

$$112,521 \text{ kg} \geq 111,036.2 \text{ kg} = \mathbf{OK}$$

Debido a que la carga que resiste la columna es mayor a la carga última de falla, se concluye que el área propuesta de acero es adecuada.

- **Diseño de refuerzo transversal**

Se deberá calcular la separación de estribos cuando la fuerza cortante máxima V_u en la columna sea mayor a $\phi V_c/2$, donde V_c es la fuerza cortante del concreto que se aplica a elementos no preesforzados sujetos a compresión axial. En donde ϕ es 0.75 según lo establecido en la normativa ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto, sección 21.2.1).

- **Cortante máximo de diseño**

$$V_{u2} = 9,093 \text{ kg} \quad \text{Cortante en dirección del eje local 2}$$

$$V_{u3} = \mathbf{9,554 \text{ kg}} \quad \text{Cortante en dirección del eje local 3}$$

- **Cortante resistente por el concreto**

$$V_c = 0.53 \left(1 + \frac{P_u}{140A_g} \right) * \sqrt{f'_c} * b_c * d_c$$

Donde:

V_c = fuerza cortante resistente del concreto.

P_u = carga axial ultima que produce la mayor resistencia a flexión en la columna.

A_g = área bruta de la sección de concreto.

f'_c = resistencia especifica a la resistencia del concreto.

b_c = ancho de la sección de la columna.

d_c = peralte efectivo.

$$V_c = 0.53 \left(1 + \frac{111,036 \text{ kg}}{140 * 2500 \text{ cm}^2} \right) * \sqrt{280 \text{ kg/cm}^2} * 50 \text{ cm} * 46 \text{ cm} = \mathbf{26,869 \text{ kg}}$$

○ **Cortante nominal resistente del concreto en ambas direcciones**

$$\frac{\phi V_c}{2} = \frac{0.75 * 13,639 \text{ kg}}{2} = \mathbf{10,076 \text{ kg}}$$

El cortante máximo de diseño es menor al cortante nominal que resiste el concreto ($V_u < \phi V_c / 2$), por lo tanto, solo necesita estribos por armado.

○ **Disposición del refuerzo transversal en zona de confinamiento**

La normativa ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto) en la sección 18.7.5.1, estipula que debe colocarse refuerzo transversal en una longitud L_o medida desde cada cara del nudo y a ambos lados de cualquier sección donde pueda ocurrir fluencia por flexión, como resultado de desplazamientos laterales que excedan el rango elástico de comportamiento.

La longitud L_o debe ser al menos igual a la mayor de:

- La altura de la columna de la cara del nudo o en la sección donde puede ocurrir fluencia por flexión.
- Un sexto de la luz libre de la columna.
- 45 cm

$$L_{o1} = h = 50 \text{ cm} \quad L_{o2} = \frac{470 \text{ cm}}{6} = 78 \text{ cm} \quad L_{o3} = 45 \text{ cm}$$

Por lo anterior, la longitud de confinamiento en ambos extremos de cada columna será **L_o = 80 cm**. La normativa ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto) en el comentario R18.7.5.1, estipula que la longitud de confinamiento en la base de la columna debe aumentarse un 50 por ciento debido que en esta zona las demandas de flexión y cargas axiales pueden ser especialmente elevadas. Por lo anterior, la longitud de confinamiento en la base de la columna será **L_o = 120 cm**.

- **Separación del refuerzo transversal en la zona de confinamiento**

La normativa ACI 318S-14 en la sección 18.7.5.3, dicta las recomendaciones sobre colocación y espaciamiento del confinamiento, siendo los siguientes:

La separación del refuerzo transversal en la zona de confinamiento no debe exceder la menor de:

- La cuarta parte de la dimensión menor de la columna.
- Para acero grado 420, 6d_b de la menor barra de refuerzo longitudinal.
- S_o según se calcule por medio de la ecuación:

$$S_o = 10 + \left(\frac{35 - h_x}{3} \right)$$

Donde:

S_o = espaciamiento medido centro a centro de los estribos. El valor de S_o no debe ser mayor a 15 cm y no es necesario tomarlo menor a 10 cm.

h_x = separación máxima entre ramas de los estribos cerrados de confinamiento y ganchos suplementarios en toda la cara de la columna.

$$S_1 = \frac{50 \text{ cm}}{4} = 12.50 \text{ cm}$$

$$S_2 = 6 * 2.54 \text{ cm} = 15.24 \text{ cm}$$

$$S_o = 10 + \left(\frac{35 \text{ cm} - 12 \text{ cm}}{3} \right) = 17.67 \text{ cm}$$

o **Chequeo de la separación por confinamiento**

La cantidad de refuerzo transversal por confinamiento debe cumplir lo exigido por la tabla:

Tabla 59.

Refuerzo transversal para columnas en pórticos especiales resistentes a momento

Refuerzo transversal	Condición	Expresiones aplicables
A_{sh}/sb_c para estribos cerrados de confinamiento rectilíneos	$P_u \leq 0.3A_g f'_c$ y $f'_c \leq 70 \text{ MP}_a$	Mayor de (a) y (b) $0.3 \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_{yt}}$ (a) $0.09 \frac{f'_c}{f_{yt}}$ (b)
	$P_u > 0.3A_g f'_c$ o $f'_c > 70 \text{ MP}_a$	Mayor de (a), (b) y (c) $0.2k_j k_n \frac{P_u}{f_{yt} A_{ch}}$ (c)
ρ_s para espirales o estribos cerrados de confinamiento circulares	$P_u \leq 0.3A_g f'_c$ y $f'_c \leq 70 \text{ MP}_a$	Mayor de (d) y (e) $0.45 \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_{yt}}$ (d) $0.12 \frac{f'_c}{f_{yt}}$ (e)
	$P_u > 0.3A_g f'_c$ o $f'_c > 70 \text{ MP}_a$	Mayor de (d), (e) y (f) $0.35k_j k_n \frac{P_u}{f_{yt} A_{ch}}$ (f)

Fuente: Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural, capítulo 18, p. 320.

$$A_{sh} = 0.3Sb_c \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_{yt}} \quad o \quad A_{sh} = 0.09S \frac{f'_c}{f_{yt}}$$

Donde:

A_{sh} = área total de refuerzo transversal en la dirección de análisis.

A_g = área bruta de la sección de concreto.

A_{ch} = área confinada de la sección.

b_c = dimensión centro a centro de las barras extremas de refuerzo.

S = espaciamiento del acero de refuerzo transversal.

Sustituyendo valores y despejando el espaciamiento (S) se tiene:

$$A_{sh} = 0.3 * S * 42 \text{ cm} * \left(\frac{2500 \text{ cm}^2}{1764 \text{ cm}^2} - 1 \right) * \frac{280 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2}$$

$$A_{sh} = 0.35 \text{ cm} * S$$

$$A_{sh} = 0.09 * S * \frac{280 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2}$$

$$A_{sh} = 0.252 \text{ cm} * S$$

Se propone para el refuerzo transversal en la zona de confinamiento, 4 ramas de varilla No. 3.

$$A_{sh} = 4 * 0.71 \text{ cm}^2 = 2.84 \text{ cm}^2$$

Entonces:

$$2.84 \text{ cm}^2 = 0.35 \text{ cm} * S$$

$$S = 8.11 \text{ cm}$$

$$2.84 \text{ cm}^2 = 0.252 \text{ cm} * S$$

$$S = 11.27 \text{ cm}$$

Por lo tanto, se colocarán 4 ramas en ambas direcciones cumpliendo así con los requisitos de las ecuaciones anteriormente descritas, la separación de estribos cerrados de confinamiento medidos centro a centro será de 10 cm.

○ **Separación del refuerzo transversal fuera de la zona de confinamiento**

Mas allá de la longitud de confinamiento L_o la columna debe contener refuerzo en forma de espiral o estribos cerrados de confinamiento, con un espaciamiento S que no exceda al menor de:

- Seis veces el diámetro de la menor barra de refuerzo longitudinal de la columna.
- 15 cm

$$S_1 = 6 * 2.54 \text{ cm} = 15.24 \text{ cm}$$

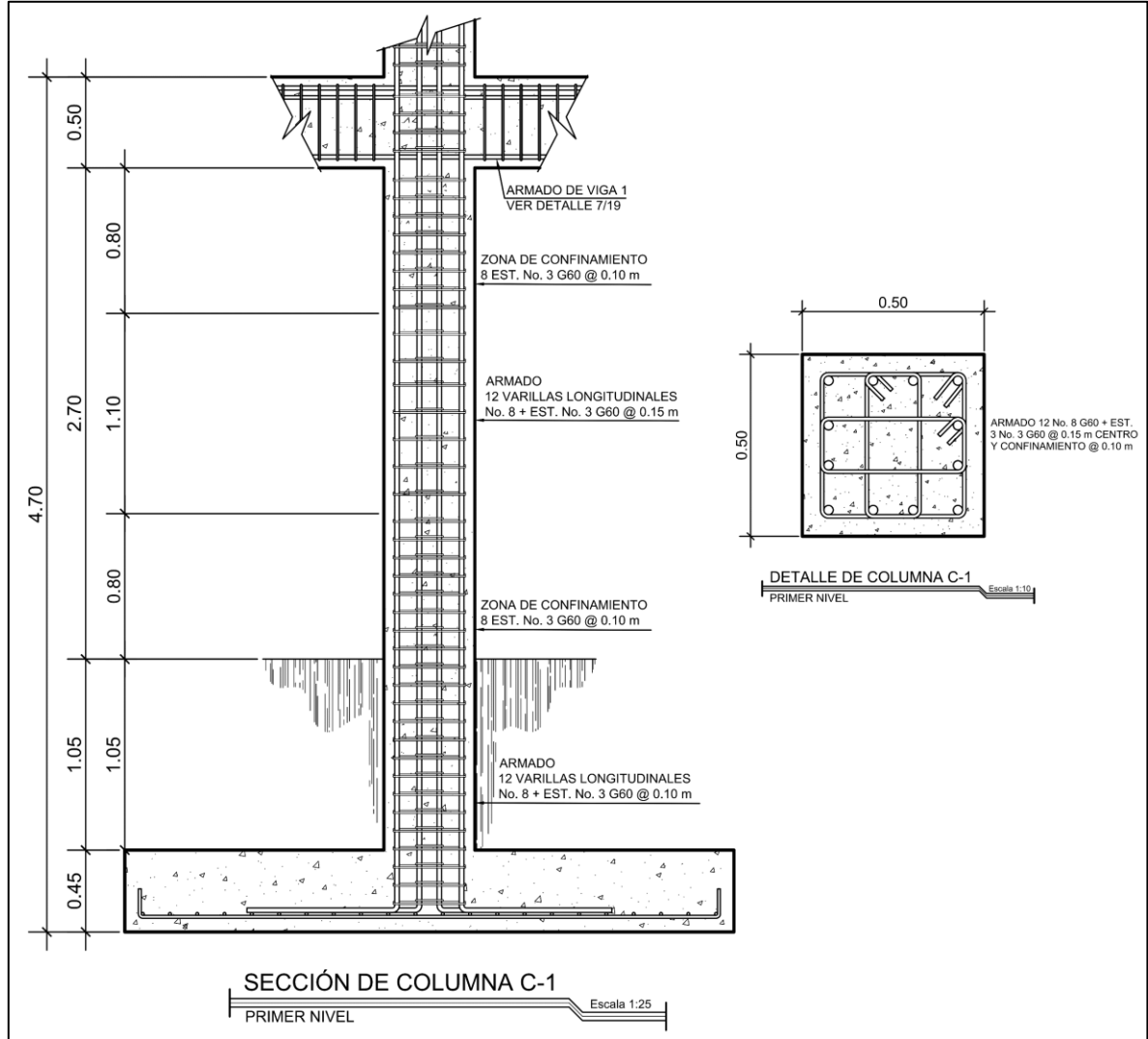
$$S_2 = 15 \text{ cm}$$

Por modulación, en zonas donde no se requiera estribos cerrados de confinamiento, se deberá colocar estribos espaciados a 15 cm.

A continuación, se presenta el armado de las columnas del primer nivel:

Figura 51.

Detalle de armado de columna, primer nivel



Fuente: Elaboración propia, utilizando Software AutoCAD 2021.

El diseño de las columnas de los siguientes niveles se encuentra en el apéndice 8 y apéndice 9 detallando la carga axial, los momentos de diseño, área de acero y el armado longitudinal y transversal. Los resultados finales se presentan en los planos constructivos que se incluyen en el anexo 5.

4.6.4. Diseño de nudo sísmico

- **Resistencia mínima a flexión de columnas**

Dentro de los requisitos de diseño estructural, la condición de columna fuerte-viga débil según la normativa ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto) en su capítulo 18, sección 18.7.3 establece que la resistencia nominal a flexión de las columnas sea mayor que la resistencia de las vigas que llegan a conectarse en el nudo.

Las resistencias a flexión de las columnas deben cumplir con:

$$\sum M_{nc} \geq (6/5) \sum M_{nb}$$

Donde:

$\sum M_{nc}$ es la suma de los momentos nominales de flexión de las columnas que llegan al nudo, evaluados en las caras del nudo.

$\sum M_{nb}$ es la sumatoria de los momentos resistentes nominales a flexión de las vigas que llegan al nudo, evaluados en la cara del nudo.

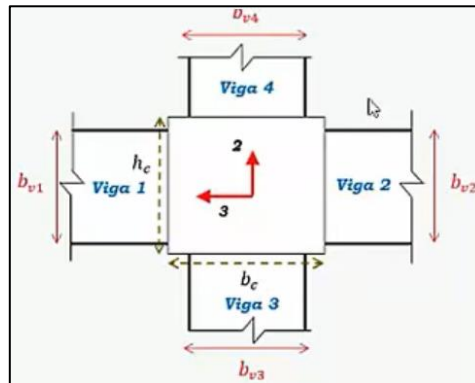
Las resistencias a flexión deben sumarse de tal manera que los momentos de la columna se opongan a los momentos de las vigas.

A modo de ejemplo se plantea la revisión columna fuerte-viga débil para el nudo ubicado en entre los ejes 6/B del primer nivel, en el cual concurren dos vigas (derecha-izquierda) y dos columnas (superior e inferior).

Las columnas de sección transversal de 0.50 metros por 0.50 metros con armado de 12 barras No. 8 en columna inferior y 12 barras No. 6 en columna superior, la luz libre de columna es de 4.2 metros, 27,067 kg fuerza de carga axial para columna superior y 39,968 kg para columna inferior. Las vigas de sección transversal de 0.35 metros por 0.50 metros con 7.76 cm² de acero positivo y 13.46 cm² de acero negativo.

Figura 52.

Distribución de ejes locales



Fuente: Seminario Sísmica adiestramiento- Diseño sismorresistente de nodos según ACI 318-14

○ **Momento nominal en vigas en dirección del eje local 3**

- Momento nominal en la viga 1

Altura del bloque equivalente de esfuerzo a compresión

$$a_1 = \left(\frac{A_{s_{pos}} * f_y}{0.85 * f'_c * b} \right)$$

$$a_1 = \left(\frac{7.76 \text{ cm}^2 * 4200 \text{ kg/cm}^2}{0.85 * 280 \text{ kg/cm}^2 * 35 \text{ cm}} \right) = 3.91 \text{ cm}$$

- Momento nominal

$$M_{nb1} = A_{s_{pos}} * f_y * \left(d - \frac{a_1}{2} \right)$$

$$M_{nb1} = 7.76 \text{ cm}^2 * 4200 \text{ kg/cm}^2 * \left(43.94 \text{ cm} - \frac{3.91 \text{ cm}}{2} \right)$$

$$M_{nb1} = 1368333 \text{ kg} * \text{cm} \cong \mathbf{13683 \text{ kg} * \text{m}}$$

- Momento nominal de vigas 2

Altura del bloque equivalente de esfuerzo a compresión

$$a_2 = \left(\frac{A_{s_{neg}} * f_y}{0.85 * f'_c * b} \right)$$

$$a_2 = \left(\frac{13.46 \text{ cm}^2 * 4200 \text{ kg/cm}^2}{0.85 * 280 \text{ kg/cm}^2 * 35 \text{ cm}} \right) = 6.79 \text{ cm}$$

- Momento nominal

$$M_{nb1} = A_{s_{neg}} * f_y * \left(d - \frac{a_2}{2} \right)$$

$$M_{nb2} = 13.46 \text{ cm}^2 * 4200 \text{ kg/cm}^2 * \left(43.94 \text{ cm} - \frac{6.79 \text{ cm}}{2} \right)$$

$$M_{nb2} = 2,292,187 \text{ kg} * \text{cm} \cong \mathbf{22,922 \text{ kg} * \text{m}}$$

- **Sumatoria de momentos nominales de vigas en dirección del eje local 3**

$$\sum M_{nb} = M_{nb1} + M_{nb2}$$

$$\sum M_{nb} = 13,683 \text{ kg} * \text{m} + 22,922 \text{ kg} * \text{m} = \mathbf{36,605 \text{ kg} * \text{m}}$$

La resistencia a flexión última de la columna fue extraída del diagrama de interacciones proporcionado por el modelado que se realizó en ETABS, el cual es:

$$\sum M_{nc} = 83,174 \text{ kg} * m$$

- **Verificación de la resistencia mínima**

$$83,174 \text{ kg} * m \geq (6/5) * 36,605 \text{ kg} * m$$

$$83,174 \text{ kg} * m \geq 43,926 \text{ kg} * m$$

Se concluye que la verificación de resistencia mínima es satisfactoria, con un Ratio de 0.53, en ambas direcciones del nodo.

- **Requisitos geométricos**

Donde el refuerzo longitudinal de una viga atraviesa una unión viga-columna, la dimensión de la columna paralela al refuerzo de la viga, no debe ser menor que 20 veces el diámetro de la barra longitudinal de mayor diámetro en la viga, para concretos de peso normal.

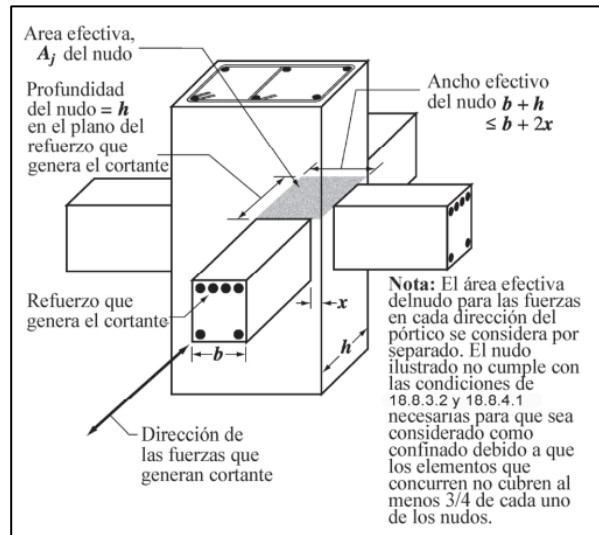
$$50 \text{ cm} = 20 * 2.22 \text{ cm}$$

$$50 \text{ cm} \geq 44.4 = \mathbf{OK}$$

La altura h del nodo debe ser menor que la mitad de la altura de cualquier viga que llegue al nodo, que genere cortante en el nodo y que sea parte del sistema de resistencia ante fuerzas sísmicas.

Figura 53.

Área efectiva del nudo



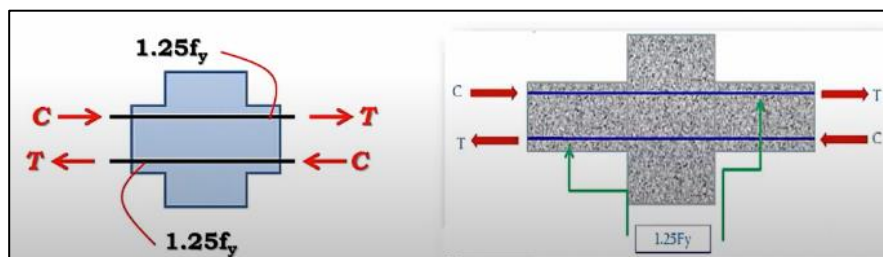
Fuente: Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural, capítulo 18, p.305.

- **Requerimientos normativos de nudos**

Las fuerzas en el refuerzo longitudinal de vigas en la cara del nudo, deben determinarse suponiendo que la resistencia en el refuerzo de tracción por flexión $1.25f_y$.

Figura 54.

Requerimientos de nudos viga-columna



Fuente: Seminario Sísmica adiestramiento- Diseño sismorresistente de nudos según ACI 318S-14.

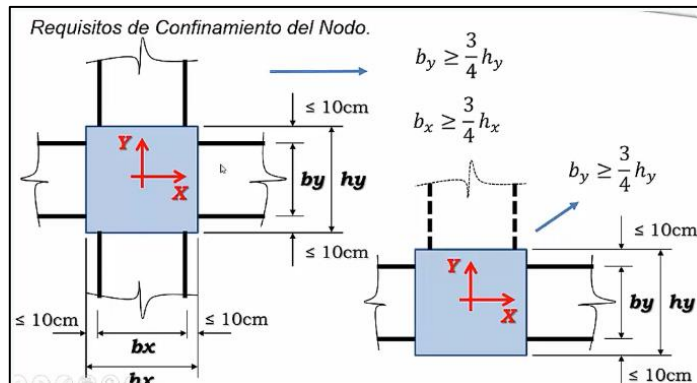
- **Requisitos de confinamiento**

Dentro de los requisitos de confinamiento según la normativa ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto) en su capítulo 18, sección 18.8.3.2, establece que cuando existan vigas que lleguen a los cuatro lados del nudo y el ancho de cada viga mida por lo menos tres cuartas partes del ancho de la columna, se permite que el refuerzo transversal dentro del nudo sea igual a la mitad de la cantidad requerida por criterio de confinamiento, y el espaciamiento por confinamiento se puede incrementar 15 centímetros dentro de la altura h de la viga menos alta.

De lo contrario, el refuerzo transversal del nudo debe cumplir con 18.7.5.2, 17.7.5.3, 18.7.5.4, 18.7.5.7 de dicho Código.

Figura 55.

Requisitos de confinamiento de nudo



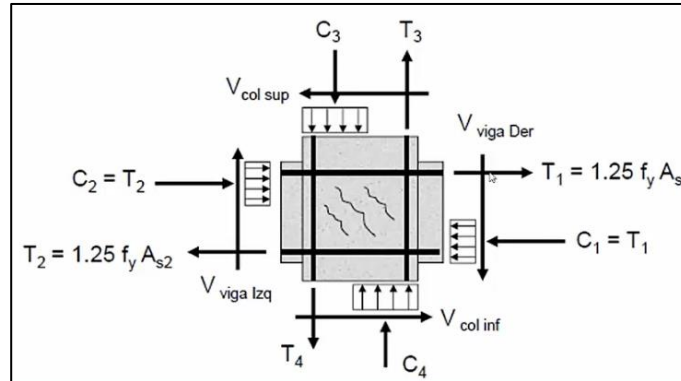
Fuente: Seminario Sísmica adiestramiento- Diseño sismorresistente de nodos según ACI 318S-14.

$$b_x = b_y = \frac{3}{4} * 50 \text{ cm} = 37.5 \text{ cm} \rightarrow \text{No confinado}$$

- **Distribución de fuerzas en el nodo**

Figura 56.

Distribución de fuerzas en el nodo



Fuente: Seminario Sísmica adiestramiento- Diseño sismorresistente de nodos según ACI 318S-14

- **Fuerza cortante resultante en el nodo**

$$V_{j1} = C_2 + T_1 - V_{col-sup} = 1.25(A_{s1} + A_{s2})f_y - V_{col-sup}$$

$$V_{j2} = C_1 + T_2 - V_{col-inf} = 1.25(A_{s1} + A_{s2})f_y - V_{col-inf}$$

$$V_{jMAX} = \text{Mayor valor entre } V_{j1} \text{ y } V_{j2}$$

- **Fuerza cortante en el nodo en la dirección del eje local 2 de la columna con corte proveniente de los momentos probables de las vigas.**

- Momento probable horario de la viga 3, en dirección 2 de la columna, en el nodo:

$$A_{stracción} = 7.76 \text{ cm}^2 \quad \text{Área de acero de refuerzo a tracción en viga 3}$$

- Altura del bloque equivalente de esfuerzo a compresión en viga

$$a_{v3tracción} = \left(\frac{A_{stracción} * 1.25 * f_y}{0.85 * f'_c * b} \right)$$

$$a_{v3tracción} = \left(\frac{7.76 \text{ cm}^2 * 1.25 * 4200 \text{ kg/cm}^2}{0.85 * 280 \text{ kg/cm}^2 * 35 \text{ cm}} \right) = 4.89 \text{ cm}$$

- Momento probable horario de la viga 3

$$Mpr_{v3} = As_{Atracción} * 1.25 * f_y * \left(d - \frac{a_{v3tracción}}{2} \right)$$

$$Mpr_{v3} = 7.76 \text{ cm}^2 * 1.25 * 4200 \text{ kg/cm}^2 * \left(43.94 \text{ cm} - \frac{4.89 \text{ cm}}{2} \right)$$

$$Mpr_{v3} = \mathbf{16,905 \text{ kg} * m}$$

- Resultante a tracción en el As de la viga 3

$$T_{v3} = As_{v3tracción} * 1.25 * f_y$$

$$T_{v3} = 7.76 \text{ cm}^2 * 1.25 * 4200 \text{ kg/cm}^2 = \mathbf{40,740 \text{ kg}}$$

- Resultante a compresión de la viga 3

$$C_{v3} = T_{v3} = \mathbf{40,740 \text{ kg}}$$

- o Momento probable horario de la viga 4, en dirección 2 de la columna, en el nodo:

$$As_{tracción} = 13.46 \text{ cm}^2 \quad \text{Área de acero de refuerzo a tracción en viga 4.}$$

- Altura del bloque equivalente de esfuerzo a compresión en viga

$$a_{v4tracción} = \left(\frac{As_{tracción} * 1.25 * f_y}{0.85 * f'_c * b} \right)$$

$$a_{v4tracción} = \left(\frac{13.46 \text{ cm}^2 * 1.25 * 4200 \text{ kg/cm}^2}{0.85 * 280 \text{ kg/cm}^2 * 35 \text{ cm}} \right) = 8.483 \text{ cm}$$

- Momento probable horario de la viga 4

$$Mpr_{v4} = A_{S_{Atracción}} * 1.25 * f_y * \left(d - \frac{a_{v4tracción}}{2} \right)$$

$$Mpr_{v4} = 13.46 \text{ cm}^2 * 1.25 * 4200 \text{ kg/cm}^2 * \left(43.939 \text{ cm} - \frac{8.483 \text{ cm}}{2} \right)$$

$$Mpr_{v4} = \mathbf{28,052 \text{ kg} * m}$$

- Resultante a tracción en el As de la viga 4

$$T_{v4} = A_{S_{v4tracción}} * 1.25 * f_y$$

$$T_{v4} = 13.46 \text{ cm}^2 * 1.25 * 4200 \text{ kg/cm}^2 = \mathbf{70,665 \text{ kg}}$$

- Resultante a compresión de la viga 4

$$C_{v4} = T_{v4} = \mathbf{70,665 \text{ kg}}$$

- Momento probable total horario de las vigas, en dirección 2 de la columna.

$$Mpr_{2v} = Mpr_{v3} + Mpr_{v4}$$

$$Mpr_{2v} = 16,905 \text{ kg} * m + 28,052 \text{ kg} * m = \mathbf{44,957 \text{ kg} * m}$$

- Cortante hiperestático horario en dirección del eje local 2 de la columna

$$Vp_{2v} = \frac{Mpr_{2v}}{L_{CS}} = \frac{44,957 \text{ kg} * m}{4.2 \text{ m}} = \mathbf{10,704 \text{ kg}}$$

- Fuerza cortante con resultados superiores del nodo

$$Vj_{2sup} = C_{v3} + T_{v4} - Vp_{2v} = 40,740 \text{ kg} + 70,665 \text{ kg} - 10,704 \text{ kg} = \mathbf{100,701 \text{ kg}}$$

- Fuerza cortante con resultados inferior del nodo

$$Vj_{2inf} = C_{v4} + T_{v3} - Vp_{2v} = 40,740 \text{ kg} + 70,665 \text{ kg} - 10,704 \text{ kg} = \mathbf{100,701 \text{ kg}}$$

La Fuerza cortante final en el nodo en la dirección del eje local 2 de la columna con corte proveniente de los momentos probables de las vigas, es igual a $V_j=100,701$ kg.

- Área efectiva del nodo

$$A_j = b_c * h_c = 50 \text{ cm} * 50 \text{ cm} = 2500 \text{ cm}^2$$

- Resistencia nominal del nudo a cortante (V_n)

$$V_n = 0.85 * 3.2 * \sqrt{f'_c} * A_j = 0.85 * 3.2 * \sqrt{280 \text{ kg/cm}^2} * 2500 \text{ cm}^2 = \mathbf{113,786 \text{ kg}}$$

- Comprobación de resistencia

$$\phi V_u \geq V_j$$

$$113,786 \text{ kg} \geq 100,701 \text{ kg} \rightarrow \mathbf{SATISFACTORIO}$$

- **Refuerzo transversal del nodo**

La normativa ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto) en la sección 18.7.5.3 dicta las recomendaciones sobre colocación y espaciamiento del refuerzo transversal, siendo los siguientes:

La separación del refuerzo transversal no debe exceder la menor de:

- La cuarta parte de la dimensión menor de la columna.
- Para acero grado 420, $6d_b$ de la menor barra de refuerzo longitudinal.
- S_o no debe ser mayor a 15 cm ni menor a 10 cm.

$$S_1 = \frac{50 \text{ cm}}{4} = \mathbf{12.50 \text{ cm}}$$

$$S_2 = 6 * 2.54 \text{ cm} = 15.24 \text{ cm}$$

$$S_o = 10 + \left(\frac{35 \text{ cm} - 12 \text{ cm}}{3} \right) = 17.67 \text{ cm}$$

- **Chequeo de la separación estipulado por el Código ACI 318S-14:**

$$A_{sh} = 0.3 S b_c \left(\frac{A_g}{A_{ch}} - 1 \right) \frac{f'_c}{f_{yt}} \quad \text{o} \quad A_{sh} = 0.09 S \frac{f'_c}{f_{yt}}$$

Donde:

A_{sh} = área total de refuerzo transversal en la dirección de análisis.

A_g = área bruta de la sección de concreto.

A_{ch} = área confinada de la sección.

b_c = dimensión centro a centro de las barras extremas de refuerzo de confinamiento.

S = espaciamiento del acero de refuerzo transversal.

Sustituyendo valores y despejando el espaciamiento (S) se tiene:

$$A_{sh} = 0.3 * S * 42 \text{ cm} * \left(\frac{2500 \text{ cm}^2}{1764 \text{ cm}^2} - 1 \right) * \frac{280 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2}$$

$$A_{sh} = 0.35 \text{ cm} * S$$

$$A_{sh} = 0.09 * S * \frac{280 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2}$$

$$A_{sh} = 0.252 \text{ cm} * S$$

Se propone para el refuerzo transversal en la zona de confinamiento, 4 ramas de varilla No. 3.

$$A_{sh} = 4 * 0.71 \text{ cm}^2 = 2.84 \text{ cm}^2$$

Entonces:

$$2.84 \text{ cm}^2 = 0.35 \text{ cm} * S$$

$$S = 8.11 \text{ cm}$$

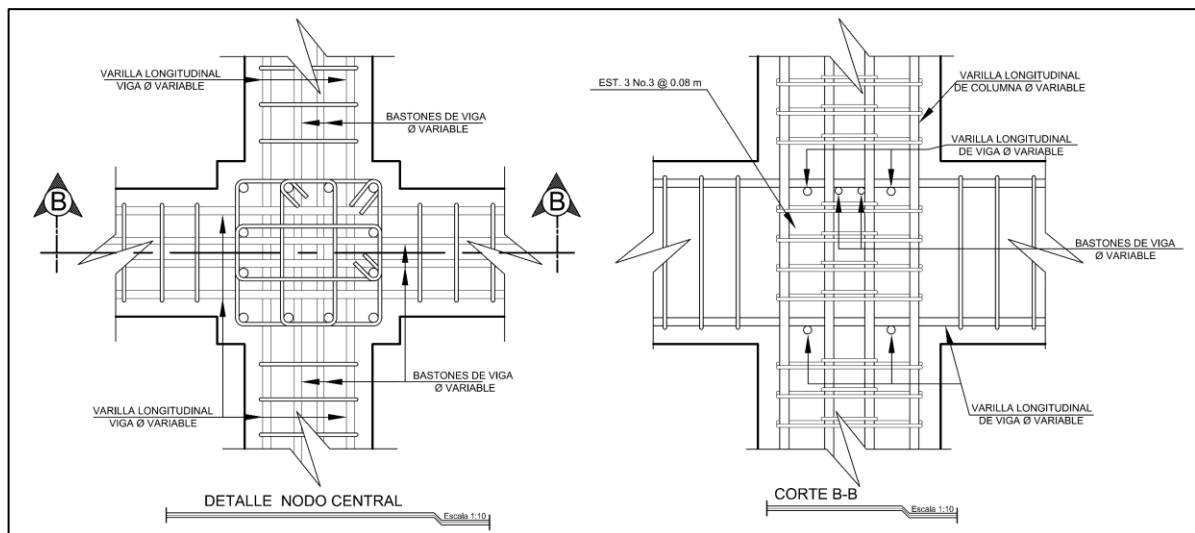
$$2.84 \text{ cm}^2 = 0.252 \text{ cm} * S$$

$$S = 11.27 \text{ cm}$$

Por lo tanto, se colocarán 4 ramas por el requisito de las ecuaciones anteriormente descritas, la separación de estribos cerrados de confinamiento en el nodo será de 8 cm.

Figura 57.

Detalle de nodo central



Fuente: Elaboración propia, utilizando Software AutoCAD 2021.

4.6.5. Diseño de cimentación

La cimentación es la encargada de transmitir las cargas transferidas por las columnas al terreno, por lo que dichas cargas no deben exceder el esfuerzo admisible del suelo.

Las combinaciones de carga usadas en el programa ETABS a fin de encontrar todos los esfuerzos sobre la base de la edificación son las siguientes:

Tabla 60.

Combinaciones de carga – Para dimensionar cimientos

Combos de diseño	
CCS1	$M+V_p$
CCS2	$M+V+V_p$
CCS3	$M+V_p+0.7k_zS_v\pm 0.7k_zS_h$
CCS4	$M\pm 0.7k_zS_h$

Fuente: Normas de Seguridad Estructural para Guatemala NSE 2-2018, p.9-3.

- El término del sismo horizontal S_h deberá incluir el 30% de los efectos del sismo perpendicular a la dirección de analizada.
- k_z para las combinaciones es igual a 1.

A modo de ejemplo se diseñará la zapata más crítica ubicada en el eje 6/B del marco 6. Los datos de diseño son los siguientes:

- Propiedades del suelo:
 - Valor soporte del suelo (Q_{adm}) = 8.50 ton/m²
 - Peso específico del suelo (γ_s) = 1.355 ton/m³
 - Desplante de cimiento (D_f) = 1.50 m

- Dimensiones de la columna:
 - Base de columna (a_{col}) = 50 cm
 - Altura de columna (b_{col}) = 50 cm
- Cargas de servicio:
 - Carga axial (carga muerta P_{cm}) = 57,810 kg
 - Carga axial (carga viva P_{cv}) = 27,977 kg
- Cargas por sismo:
 - Carga por sismo en X (P_{sismoX}) = 706 kg
 - Carga por sismo en Y (P_{sismoY}) = 749 kg
- Momentos por sismo:
 - Momento sismo en X-X ($M_{sismoX-X}$) = -1,650 kg-m
 - Momento sismo en Y-Y ($M_{sismoY-Y}$) = 1,133 kg-m
 - Momento sismo en X-Y ($M_{sismoX-Y}$) = -17,849.20 kg-m
 - Momento sismo en Y-X ($M_{sismoX-Y}$) = -16,442.05 kg-m
- Momentos por carga de servicio:
 - Momento por carga muerta en X (M_{cm-x}) = -65.23 kg
 - Momento por carga muerta en Y (M_{cm-y}) = -58.69 kg
 - Momento por carga viva en X (M_{cv-x}) = -41.81 kg
 - Momento por carga viva en Y (M_{cv-y}) = -35.25 kg
- Carga total de servicio:
 - $P_{servicio} = 87,242$ kg

- **Predimensionamiento: Zapata cuadrada**

$$B = \sqrt{\frac{P_{total}}{Q_{adm}}} = \sqrt{\frac{87.242 \text{ ton}}{8.50 \text{ ton/m}^2}} = 3.204 \text{ m}$$

$$B = A = 3.35 \text{ m}$$

Se considera una zapata cuadrada de 3.35 metros por 3.35 metros, cubriendo un área de $A_z = 11.22 \text{ m}^2$.

- **Cálculo de inercia en X y Y.**

$$I_x = \frac{A * B^3}{12} = \frac{3.35 \text{ m} * (3.35 \text{ m})^3}{12} = 10.49 \text{ m}^4$$

$$I_y = \frac{B * A^3}{12} = \frac{3.35 \text{ m} * (3.35 \text{ m})^3}{12} = 10.49 \text{ m}^4$$

- **Cálculo de radio de giro**

$$r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A * B}} = \sqrt{\frac{10.49 \text{ m}}{3.35 \text{ m} * 3.35 \text{ m}}} = 0.97 \text{ m} \cong 97 \text{ cm}$$

$$r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A * B}} = \sqrt{\frac{10.49 \text{ m}}{3.35 \text{ m} * 3.35 \text{ m}}} = 0.97 \text{ m} \cong 97 \text{ cm}$$

- **Verificación en estado de servicio**

- Cálculo de excentricidades

$$e_x = \frac{M_{cm-x} + M_{cv-x}}{P_{cm} + P_{cv}} = \frac{(-65.23 \text{ kg} * \text{m}) + (-41.81 \text{ kg} * \text{m})}{57810 \text{ kg} + 27977 \text{ kg}} = -0.0012 \text{ m} \cong -0.12 \text{ cm}$$

$$e_y = \frac{M_{cm-y} + M_{cv-y}}{P_{cm} + P_{cv}} = \frac{(-58.69 \text{ kg} * \text{m}) + (-35.25 \text{ kg} * \text{m})}{57810 \text{ kg} + 27977 \text{ kg}} = -0.0011 \text{ m} \cong -0.11 \text{ cm}$$

La excentricidad debe cumplir con $|e| < \frac{A}{6}$

$$\frac{A}{6} = \frac{B}{6} = \frac{335 \text{ cm}}{6} = 55.83 \text{ cm}$$

$$0.12 \text{ cm} < 55.83 \text{ cm} = \text{Cumple}$$

$$0.11 \text{ cm} < 55.83 \text{ cm} = \text{Cumple}$$

La verificación en ambas direcciones es satisfactoria, por lo que se sigue con los cálculos.

- **Esfuerzo máximo de servicio**

$$\sigma = \frac{P_{\text{servicio}}}{A_z} * \left(1 + \frac{x * e_x}{r_x^2} + \frac{y * e_y}{r_y^2} \right)$$

Donde:

σ = esfuerzo máximo de servicio.

P_{servicio} = carga de servicio ($P_{\text{cm}} + P_{\text{cv}}$).

A_z = área de la zapata.

Tabla 61.

Verificación en las diferentes coordenadas del plano

Coordenadas	$x = \frac{A}{2}$	$y = \frac{A}{2}$	$\sigma = \frac{P_{\text{servicio}}}{A_z} * \left(1 + \frac{x * e_x}{r_x^2} + \frac{y * e_y}{r_y^2} \right)$
1,1	1.675 m	1.675 m	$\sigma_1 = 7.61 \text{ ton/m}^2$
1,-1	1.675 m	-1.675 m	$\sigma_2 = 7.64 \text{ ton/m}^2$
-1,1	-1.675 m	1.675 m	$\sigma_3 = 7.65 \text{ ton/m}^2$
-1,-1	-1.675 m	-1.675 m	$\sigma_4 = 7.68 \text{ ton/m}^2$

Fuente: Elaboración propia.

$$x = y = -\frac{A}{2} = -\frac{3.35 \text{ m}}{2} = -1.675 \text{ m}$$

$$\sigma_{m\acute{a}x} = \frac{85,787 \text{ kg}}{11.22 \text{ m}^2} * \left(1 + \frac{(-1.675 \text{ m}) * (-0.0012 \text{ m})}{(0.97 \text{ m})^2} + \frac{(-1.675 \text{ m}) * (-0.0011 \text{ m})}{(0.97 \text{ m})^2} \right)$$

$$\sigma_{m\acute{a}x} = 7676.27 \text{ kg/m}^2 \cong \mathbf{7.68 \text{ ton/m}^2}$$

$$\sigma_{m\acute{a}x} < Q_{adm}$$

$$7.68 \text{ ton/m}^2 < 8.50 \text{ ton/m}^2$$

El esfuerzo maximo de servicio es menor al valor soporte del suelo, por lo que la comprobaci3n de dimensiones cumple.

- **Verificaci3n en estado de resistencia**

- **Carga de servicio + carga por sismo en X:**

$$e_x = \frac{M_{cm-x} + M_{cv-x} + M_{sismoX-Y}}{P_{cm} + P_{cv} + P_{sismoX}}$$

$$e_x = \frac{(-65.23 \text{ kg} * \text{m}) + (-41.81 \text{ kg} * \text{m}) + (-17,849.2 \text{ kg} * \text{m})}{57810 \text{ kg} + 27977 \text{ kg} + 706 \text{ kg}} = \mathbf{-0.208 \text{ m}}$$

$$e_y = \frac{M_{cm-y} + M_{cv-y} + M_{sismoX-X}}{P_{cm} + P_{cv} + P_{sismoX}}$$

$$e_y = \frac{(-58.69 \text{ kg} * \text{m}) + (-35.25 \text{ kg} * \text{m}) + (-1650 \text{ kg} * \text{m})}{57810 \text{ kg} + 27977 \text{ kg} + 706 \text{ kg}} = -0.020 \text{ m}$$

La excentricidad debe cumplir con $e < \frac{A}{6}$

$$\frac{A}{6} = \frac{B}{6} = \frac{3.35 \text{ m}}{6} = 0.558 \text{ m}$$

$$0.208 \text{ cm} < 55.83 \text{ cm} = \mathbf{Cumple}$$

$$0.020 \text{ cm} < 55.83 \text{ cm} = \mathbf{Cumple}$$

- **Esfuerzo máximo de servicio + sismo en X**

$$\sigma_{sx} = \frac{P_{servicio-sx}}{A_z} * \left(1 + \frac{x * e_x}{r_x^2} + \frac{y * e_y}{r_y^2} \right)$$

Donde:

σ_{sx} = esfuerzo máximo de servicio + sismo en X.

$P_{servicio-sx}$ = carga de servicio ($P_{cm} + P_{cv} + P_{sismoX}$) = 86,493 kg.

A_z = área de la zapata.

Tabla 62.

Verificación en las diferentes coordenadas del plano más sismo en X

Coordenadas	$x = \frac{A}{2}$	$y = \frac{A}{2}$	$\sigma_{sx} = \frac{P_{servicio-sx}}{A_z} * \left(1 + \frac{x * e_x}{r_x^2} + \frac{y * e_y}{r_y^2} \right)$
1,1	1.675 m	1.675 m	$\sigma_{sx-1} = 4.56 \text{ ton/m}^2$
1,-1	1.675 m	-1.675 m	$\sigma_{sx-2} = 5.12 \text{ ton/m}^2$
-1,1	-1.675 m	1.675 m	$\sigma_{sx-3} = 10.29 \text{ ton/m}^2$
-1,-1	-1.675 m	-1.675 m	$\sigma_{sx-4} = 10.85 \text{ ton/m}^2$

Fuente: Elaboración propia.

$$x = y = -\frac{A}{2} = -\frac{3.35 \text{ m}}{2} = -1.675 \text{ m}$$

$$\sigma_{m\acute{a}x-sx} = \frac{86,493 \text{ kg}}{11.22 \text{ m}^2} * \left(1 + \frac{(-1.675 \text{ m}) * (-0.208 \text{ m})}{(0.97 \text{ m})^2} + \frac{(-1.675 \text{ m}) * (-0.020 \text{ m})}{(0.97 \text{ m})^2} \right)$$

$$\sigma_{m\acute{a}x-sx} = 10842.02 \text{ kg/m}^2 \cong \mathbf{10.84 \text{ ton/m}^2}$$

$$\sigma_{m\acute{a}x-sx} < 1.33 Q_{adm}$$

$$10.84 \text{ ton/m}^2 < 11.30 \text{ ton/m}^2$$

El esfuerzo máximo de servicio incluyendo sismo en dirección X, es menor al valor soporte del suelo, por lo que la comprobación de dimensiones cumple.

○ **Carga de servicio + carga por sismo en Y**

$$e_x = \frac{M_{cm-x} + M_{cv-x} + M_{sismoY-Y}}{P_{cm} + P_{cv} + P_{sismoY}}$$

$$e_x = \frac{(-65.23 \text{ kg} * \text{m}) + (-41.81 \text{ kg} * \text{m}) + (1133 \text{ kg} * \text{m})}{57810 \text{ kg} + 27977 \text{ kg} + 749 \text{ kg}} = 0.012 \text{ m}$$

$$e_y = \frac{M_{cm-y} + M_{cv-y} + M_{sismoY-X}}{P_{cm} + P_{cv} + P_{sismoY}}$$

$$e_y = \frac{(-58.69 \text{ kg} * \text{m}) + (-35.25 \text{ kg} * \text{m}) + (-16,442.05 \text{ kg} * \text{m})}{57810 \text{ kg} + 27977 \text{ kg} + 706 \text{ kg}} = -0.19 \text{ m}$$

● **Esfuerzo máximo de servicio + sismo en Y**

$$\sigma_{sx} = \frac{P_{servicio-sy}}{A_z} * \left(1 + \frac{x * e_x}{r_x^2} + \frac{y * e_y}{r_y^2} \right)$$

Donde:

σ_{sy} = esfuerzo máximo de servicio + sismo en X.

$P_{servicio-sy}$ = carga de servicio ($P_{cm} + P_{cv} + P_{sismoY}$) = 86,536 kg.

A_z = área de la zapata.

Tabla 63.

Verificación en las diferentes coordenadas del plano más sismo en Y

Coordenadas	$x = \frac{A}{2}$	$y = \frac{A}{2}$	$\sigma_{sy} = \frac{P_{servicio-sy}}{A_z} * \left(1 + \frac{x * e_x}{r_x^2} + \frac{y * e_y}{r_y^2} \right)$
1,1	1.675 m	1.675 m	$\sigma_{sy-1} = 5.24 \text{ ton/m}^2$
1,-1	1.675 m	-1.675 m	$\sigma_{sy-2} = 10.51 \text{ ton/m}^2$
-1,1	-1.675 m	1.675 m	$\sigma_{sy-3} = 4.91 \text{ ton/m}^2$
-1,-1	-1.675 m	-1.675 m	$\sigma_{sy-4} = 10.19 \text{ ton/m}^2$

Fuente: Elaboración propia.

$$x = y = \frac{A}{2} = \pm \frac{3.35 \text{ m}}{2} = \pm 1.675 \text{ m}$$

$$\sigma_{m\acute{a}x-sy} = \frac{86493 \text{ kg}}{11.22 \text{ m}^2} - \left(1 + \frac{(1.675 \text{ m}) * (0.012 \text{ m})}{(0.97 \text{ m})^2} + \frac{(-1.675 \text{ m}) * (-0.19 \text{ m})}{(0.97 \text{ m})^2} \right)$$

$$\sigma_{m\acute{a}x-sy} = 10514.22 \text{ kg/m}^2 \cong \mathbf{10.51 \text{ ton/m}^2}$$

$$\sigma_{m\acute{a}x-sy} < 1.33Q_{adm}$$

$$10.51 \text{ ton/m}^2 < 11.30 \text{ ton/m}^2$$

El esfuerzo máximo de servicio incluyendo sismo en direcci3n Y, es menor al valor soporte del suelo, por lo que la comprobaci3n de dimensiones cumple.

- **Esfuerzos máximos y mínimos para la excentricidad en el eje X**

$$\sigma_{m\acute{a}x-X} = \frac{P_{servicio}}{A_z} - \left(1 \pm \frac{6 * e_x}{A} \right)$$

$$\sigma_{m\acute{a}x-X} = \frac{86,536 \text{ kg}}{11.22 \text{ m}^2} - \left(1 + \frac{6 * (-0.208 \text{ m})}{3.35 \text{ m}} \right) = 4,845 \text{ kg/m}^2 \cong 4.85 \text{ ton/m}^2$$

$$\sigma_{m\acute{i}n-X} = \frac{86536 \text{ kg}}{11.22 \text{ m}^2} - \left(1 - \frac{6 * (-0.208 \text{ m})}{3.35 \text{ m}} \right) = 10,577 \text{ kg/m}^2 \cong \mathbf{10.57 \text{ ton/m}^2}$$

- **Esfuerzos máximos y mínimos para la excentricidad en el eje Y**

$$\sigma_{m\acute{a}x-Y} = \frac{P_{servicio}}{A_z} - \left(1 \pm \frac{6 * e_y}{B} \right)$$

$$\sigma_{m\acute{a}x-Y} = \frac{86,536 \text{ kg}}{11.22 \text{ m}^2} - \left(1 + \frac{6 * (-0.19 \text{ m})}{3.35 \text{ m}} \right) = 5,072 \text{ kg/m}^2 \cong 5.072 \text{ ton/m}^2$$

$$\sigma_{m\acute{i}n-Y} = \frac{86536 \text{ kg}}{11.22 \text{ m}^2} - \left(1 - \frac{6 * (-0.19 \text{ m})}{3.35 \text{ m}} \right) = 10,350 \text{ kg/m}^2 \cong \mathbf{10.35 \text{ ton/m}^2}$$

- **Esfuerzo último de diseño**

Factor de seguridad debido a que la carga aún no se ha mayorada $F_s=1.50$

$$\sigma_{último} = m\acute{a}x(\sigma_{m\acute{i}n-X}, \sigma_{m\acute{a}x-X}, \sigma_{m\acute{a}x-Y}, \sigma_{m\acute{i}n-Y}) = 10.57 \text{ ton/m}^2$$

$$\sigma_{diseño} = F_s * \sigma_{último}$$

$$\sigma_{diseño} = 1.50 * 10.57 \text{ ton}/m^2 = \mathbf{15.86 \text{ ton}/m^2}$$

- **Peralte efectivo de la zapata**

Se asume una altura de zapata (H_z) de 0.45 metros con un recubrimiento (rec) de 7.5 centímetros, la barra de refuerzo será No. 5.

$$d_z = H_z - rec - \frac{\phi_{varilla}}{2}$$

$$d_z = 45 \text{ cm} - 7.5 \text{ cm} - \frac{1.58 \text{ cm}}{2} = \mathbf{36.71 \text{ cm}}$$

- **Cálculo de fuerza cortante en una dirección**

$$V_u = \left(\frac{A - a_{col}}{2} - d_z \right) * B * \sigma_{diseño}$$

Donde:

V_u = fuerza cortante en una dirección.

A = ancho de zapata.

d_z = peralte efectivo

$$V_u = \left(\frac{3.35 \text{ m} - 0.50 \text{ m}}{2} - 0.3671 \text{ m} \right) * 3.35 \text{ m} * 15.86 \text{ ton}/m^2 = \mathbf{56.23 \text{ ton}}$$

- **Cálculo del cortante del concreto en una dirección**

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

Donde λ es un factor de modificación del concreto del ACI tabla 25.4.2.4 con valor a 1.

$$V_c = 0.53 * 1\sqrt{280 \text{ kg/cm}^2} * 335 \text{ cm} * 36.71 \text{ cm} = 109053 \text{ kg} \cong \mathbf{109.053 \text{ ton}}$$

- Resistencia a corte minorado del concreto

$$\phi V_c = 0.75 * 109.053 \text{ ton} = \mathbf{81.79 \text{ ton}}$$

Cumple con la condición $\phi V_c > V_u$

- **Cálculo de fuerza cortante en dos direcciones**

- Área donde actúa el cortante punzonante de la zapata

$$A_{cortante} = A_z - (b_{col} + d) * (a_{col} + d)$$

$$A_{cortante} = 11.22 \text{ m}^2 - (0.50 \text{ m} + 0.3671 \text{ m}) * (0.50 \text{ m} + 0.3671 \text{ m}) = 10.47 \text{ m}^2$$

- Cortante en dos direcciones

$$V_u = A_{cortante} * \sigma_{diseño}$$

$$V_u = 10.47 \text{ m}^2 * 15.86 \text{ ton/m}^2 = \mathbf{166.12 \text{ ton}}$$

- Perímetro interno del área donde actúa el cortante punzonante

$$b_o = 2(a_{col} + d) + 2(b_{col} + d)$$

$$b_o = 2(50 \text{ cm} + 36.71 \text{ cm}) + 2(50 \text{ cm} + 36.71 \text{ cm}) = 346.82 \text{ cm}$$

- **Cálculo del cortante del concreto en dos direcciones**

La normativa ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto) en la sección 22.6.6.1, estipula que el cortante en dos direcciones debe evaluarse mediante las siguientes ecuaciones y se debe tomar el menor valor:

$$\blacksquare V_c = 1.1\lambda\sqrt{f'_c} * b_o * d$$

$$V_c = 1.1 * 1 * \sqrt{280 \frac{kg}{cm^2}} * 346.82 \text{ cm} * 36.71 \text{ cm} = 234324.61 \text{ kg} \cong \mathbf{234.32 \text{ ton}}$$

$$\blacksquare V_c = 0.53 \left(1 + \frac{2}{\beta}\right) \lambda\sqrt{f'_c} * b_o * d$$

$$V_c = 0.53 * \left(1 + \frac{2}{1}\right) * 1 * \sqrt{280 \frac{kg}{cm^2}} * 346.82 \text{ cm} * 36.71 \text{ cm} = 338705.57 \text{ kg}$$

$$\cong 338.71 \text{ ton}$$

$$\blacksquare V_c = 0.27 \left(2 + \frac{\alpha_s d}{b_o}\right) \lambda\sqrt{f'_c} * b_o * d$$

$$V_c = 0.27 \left(2 + \frac{40 * 36.71 \text{ cm}}{346.82 \text{ cm}}\right) * 1 * \sqrt{280 \frac{kg}{cm^2}} * 346.82 \text{ cm} * 36.71 \text{ cm} = 358519.70 \text{ kg}$$

$$\cong 358.52 \text{ ton}$$

- Resistencia a corte minorado del concreto

$$\phi V_c = 0.75 * 234.32 \text{ ton} = \mathbf{175.74 \text{ ton}}$$

Cumple con la condición $\phi V_c > V_u$, por lo tanto, el espesor propuesto de la zapata resiste el corte punzonante, las dimensiones son adecuadas.

- **Diseño por flexión**

- **Momento último actuante para una franja unitaria de 100 cm**

$$M_u = \frac{\sigma_{diseño} * L^2}{2} \qquad L = \frac{A - a_{col}}{2}$$

Donde:

$\sigma_{\text{diseño}}$ = esfuerzo máximo de diseño.

L = longitud a rostro de columna.

$$L = \frac{3.35 \text{ m} - 0.50 \text{ m}}{2} = 1.425 \text{ m}$$

$$M_u = \frac{15.86 \text{ ton/m}^2 * (1.425 \text{ m})^2}{2} * 1 \text{ m} = \mathbf{16.10 \text{ ton} * \text{m}}$$

- **Área de acero requerido para una franja unitaria de b =100 cm**

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

$$A_{S_{req}} = 0.85 \left(\frac{280 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2} \right) * \left((100 \text{ cm} * 36.71 \text{ cm}) - \sqrt{(100 \text{ cm} * 36.71 \text{ cm})^2 - \frac{16,108 \text{ kg} * \text{m} * 100 \text{ cm}}{0.003825 * 280 \text{ kg/cm}^2}} \right)$$

$$A_{S_{req}} = \mathbf{11.95 \text{ cm}^2}$$

- **Área de acero mínimo**

El área de acero mínimo a flexión en losas no preesforzadas debe evaluarse según lo sugerido en la normativa ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto) en su capítulo 7, sección 7.6, debe ser el mayor de las siguientes expresiones:

$$A_{S_{\text{mín}}} = 0.0014 * A_g$$

$$A_{S_{\text{mín}}} = \frac{0.0018 * 4200}{f_y} * A_g$$

Donde:

$A_{S_{\text{mín}}}$ = área de acero mínimo.

A_g = área bruta de la sección de concreto de la franja unitaria de la losa.

f_y = resistencia a la fluencia del acero.

$$A_{s_{\min}} = 0.0014 * 4,500 \text{ cm}^2 = 6.30 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{0.0018 * 4200}{4200 \text{ kg/cm}^2} * 4,500 \text{ cm}^2 = \mathbf{8.10 \text{ cm}^2}$$

El área de acero requerido es mayor al acero mínimo, por tanto, usará el área de acero requerido $A_s=11.95 \text{ cm}^2$.

- **Espaciamiento del refuerzo en la cama inferior**

Se procede a calcular el espaciamiento del refuerzo con varilla No. 5 como propuesta de armado.

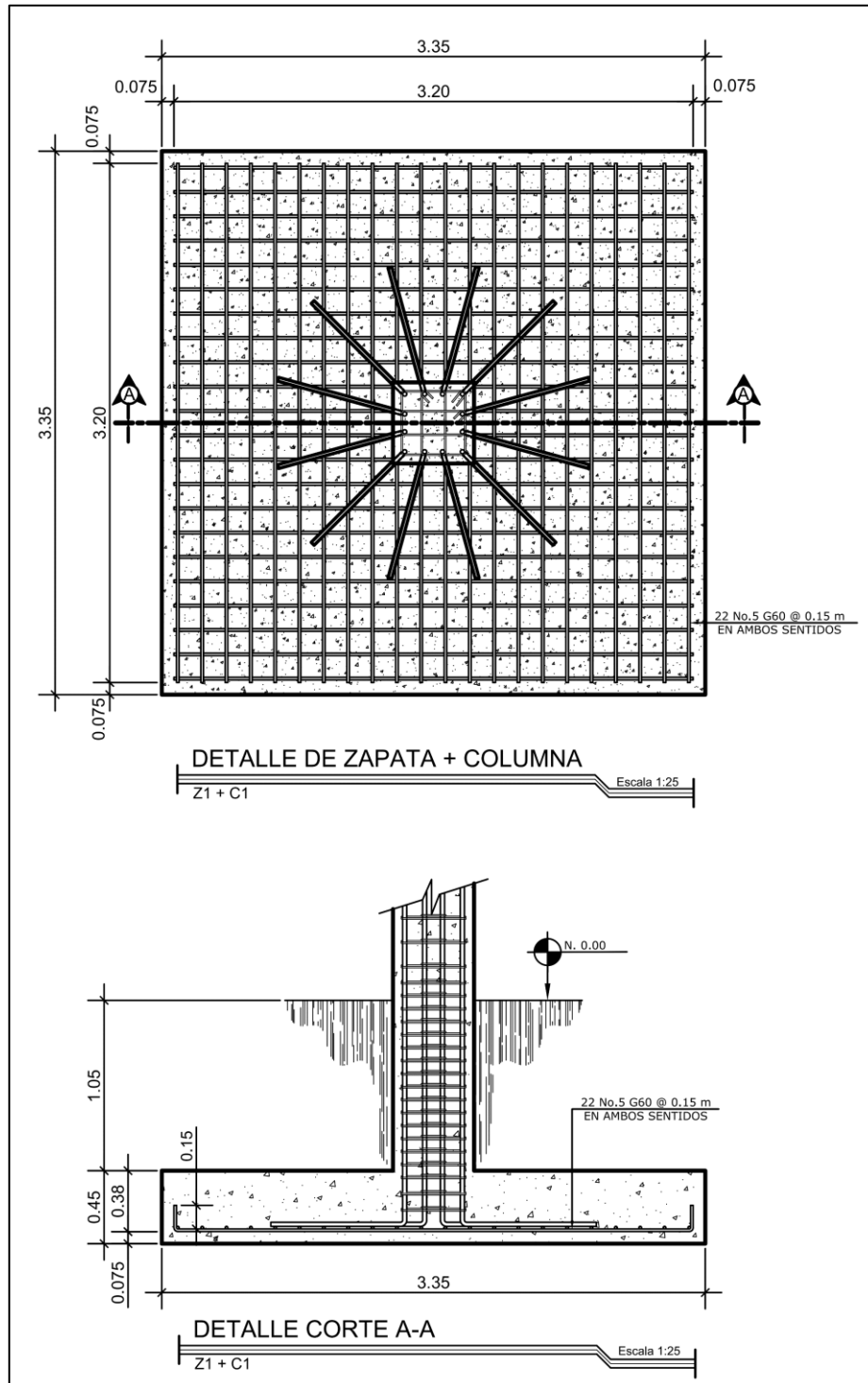
$$S = \frac{1.98 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm}}{11.95 \text{ cm}^2} = \mathbf{16.57 \text{ cm}}$$

Por lo tanto, se utilizará acero No. 5 a cada 0.15 metros en ambos sentidos.

A continuación, se presenta el armado de las zapatas:

Figura 58.

Detalle de armado de zapata



Fuente: Elaboración propia, utilizando Software AutoCAD 2021.

4.7. Diseño de gradas

Para el diseño del módulo de gradas, CONRED nos rige en el manual de uso para la norma de reducción de desastres numero 2 -NRD2-.

- **Carga ocupacional**

Tabla 64.

Carga ocupacional para predimensionamiento de gradas

Uso	Área (m ²)	Factor	Carga de ocupación
Tercer Nivel			
Talleres	250	4.64	54
Sala de exhibición	100	0.65	154
Servicios sanitarios	50	9.30	6
Segundo Nivel			
Sala de exhibición	150	0.65	231
Oficinas	100	9.30	11
Salas de lectura	100	4.64	22
Servicios sanitarios	50	9.30	6
Primer Nivel			
Salas de lectura	400	4.64	87
Servicios sanitarios	50	9.30	6

Fuente: Elaboración propia.

$$CO \text{ máxima} = 100\%(87) + 50\%(231) + 25\%(154) = 241$$

- **Ancho mínimo de gradas**

$$Ancho = CO \text{ máxima} * 0.76$$

$$Ancho = 241 * 0.76 = 183 \text{ cm}$$

- **Huellas (H) y contrahuellas (C)**

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

$$2C + H < 64 \text{ cm}$$

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

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

Cumpliendo con los parámetros anteriores y en base a la altura entre niveles de piso terminado de la estructura, se propone un descanso intermedio que dividirá la escalera en dos tramos, un ancho de 2.16 metros, huellas de 0.30 metros y contrahuellas de 0.16 metros, de los cuales se tiene:

- **Numero de escalones**

$$No. \text{ escalones} = \frac{h_{descanso}}{C} - 1$$

$$No. \text{ escalones} = \frac{1.6 \text{ m}}{0.16 \text{ m}} - 1 = \mathbf{9}$$

- **Numero de contrahuellas**

Se tomarán 10 contrahuellas al descanso.

- **Numero de huellas**

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

$$No. \text{ huellas} = 10 - 1 = \mathbf{9}$$

- **Longitud inclinada de losa**

$$L = \sqrt{(1.60 \text{ m})^2 + (4.76 \text{ m})^2} = \mathbf{5.02 \text{ m}}$$

- **Espesor de losa**

Según las condiciones de apoyo del sistema de gradas, su espesor se obtiene considerando este elemento como una losa maciza en una dirección con un extremo continuo, cumpliendo con la Sección 7.3.1 de la normativa ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto) se tiene:

Tabla 65.

Espesor mínimo de losas maciza en una dirección

Condición de apoyo	h mínimo
Simplemente apoyada	l/20
Un extremo continuo	l/24
Ambos extremos continuos	l/28
En voladizo	l/10

Fuente: Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural, capítulo 7, p. 92.

$$t_{losa} = \frac{5.02 \text{ m}}{24} = \mathbf{0.20 \text{ m}}$$

- **Integración de cargas**

- Carga muerta

$$CM_{gradas} = P_{gradas} + acabados$$

$$CM_{gradas} = \gamma_{concreto} * \left(t_{losa} + \frac{C}{2} \right) + acabados$$

$$CM_{gradas} = 2400 \text{ kg/m}^3 \left(0.20 \text{ m} + \frac{0.16 \text{ m}}{2} \right) + 100 \text{ kg/m}^2$$

$$CM_{gradas} = 772 \text{ kg/cm}^2 * 1 \text{ m} = \mathbf{772 \text{ kg/m}}$$

- Carga viva

$$CV_{gradas} = 500 \text{ kg/cm}^2 * 1 \text{ m} = \mathbf{500 \text{ kg/m}}$$

- Carga última

$$CU_{gradas} = 1.2CM + 1.6CV$$

$$CU_{gradas} = 1.2 * (772 \text{ kg/m}) + 1.6 * (500 \text{ kg/m}) = \mathbf{1726.40 \text{ kg/m}}$$

- **Momentos actuantes**

Se calculan los momentos actuantes en la losa considerando el diseño de una losa unidireccional sobre los apoyos, según la sección 6.5 de la normativa ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto):

$$M_{(-)} = \frac{W_u * L^2}{9} \qquad M_{(+)} = \frac{W_u * L^2}{14}$$

$$M_{(-)} = \frac{1726.40 \text{ kg/m} * (5.02 \text{ m})^2}{9} = \mathbf{4,837 \text{ kg} * \text{m}}$$

$$M_{(+)} = \frac{1726.40 \text{ kg/m} * (5.02 \text{ m})^2}{14} = \mathbf{3,110 \text{ kg} * \text{m}}$$

- **Peralte efectivo**

$$d_{losa} = t_{gradas} - rec - \frac{\phi_{varilla}}{2}$$

$$d_{losa} = 20 \text{ cm} - 2.50 \text{ cm} - \frac{1.27 \text{ cm}}{2}$$

$$d_{losa} = \mathbf{16.865 \text{ cm}}$$

- **Área de acero mínimo**

El área de acero mínimo $A_{s_{\min}}$, para f_y de un límite de hasta 550 MPa, debe ser el mayor de las siguientes expresiones:

$$A_{s_{\min}} = \frac{0.8 * \sqrt{f'_c}}{f_y} * b * d \qquad A_{s_{\min}} = \frac{14}{f_y} * b * d$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{0.8 * \sqrt{280 \text{ kg/cm}^2}}{4200 \text{ kg/cm}^2} * 100 \text{ cm} * 9.86 \text{ cm} = 5.37 \text{ cm}^2$$

$$A_{s_{\min}} = \frac{14}{4200 \text{ kg/cm}^2} * 100 \text{ cm} * 9.86 \text{ cm} = \mathbf{5.62 \text{ cm}^2}$$

El área de acero mínimo será $A_{s_{\min}}=5.62 \text{ cm}^2$

- **Área de acero máximo**

La cuantía máxima de acero tiene que ser menor a 0.025

$$A_{s_{m\acute{a}x}} = \rho_{m\acute{a}x} * b * d$$

$$\rho_{bal} = \left(\frac{0.85 * \beta_1 * f'_c}{f_y} \right) * \left(\frac{6115}{f_y + 6115} \right)$$

$$\rho_{m\acute{a}x} = 0.50 * \rho_{bal}$$

- **Cuantía Balanceada**

$$\rho_{bal} = \left(\frac{0.85 * 0.85 * 280 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2} \right) * \left(\frac{6115}{4200 \text{ kg/cm}^2 + 6115} \right)$$

$$\rho_{bal} = 0.0285$$

- **Cuantía máxima**

$$\rho_{m\acute{a}x} = 0.50 * 0.0285 = 0.0143$$

Consecutivamente se obtiene el área máxima de acero:

$$A_{s_{m\acute{a}x}} = 0.0143 * 100 \text{ cm} * 16.86 \text{ cm} = \mathbf{24.08 \text{ cm}^2}$$

El refuerzo para utilizar tiene que encontrarse dentro del valor máximo y mínimo hallados.

- **Área de acero longitudinal requerido**

Conociendo el valor máximo y mínimo de acero, se procede a calcular el área de acero requerido debido a los momentos actuantes, por medio de la siguiente expresión:

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

- Refuerzo requerido M (-)

$$A_{s_{req}} = 0.85 * \left(\frac{280 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2} \right) * \left(100 \text{ cm} * 16.86 \text{ cm} - \sqrt{(100 \text{ cm} * 16.86 \text{ cm})^2 - \frac{(4,837 \text{ kg} * \text{m}) * 100 \text{ cm}}{0.003825 * 280 \text{ kg/cm}^2}} \right)$$

$$A_{s_{req}} = 7.92 \text{ cm}^2$$

- Refuerzo requerido M (+)

$$A_{s_{req}} = 0.85 * \left(\frac{280 \text{ kg/cm}^2}{4200 \text{ kg/cm}^2} \right) * \left(100 \text{ cm} * 16.86 \text{ cm} - \sqrt{(100 \text{ cm} * 16.86 \text{ cm})^2 - \frac{(3,110 \text{ kg} * \text{m}) * 100 \text{ cm}}{0.003825 * 280 \text{ kg/cm}^2}} \right)$$

$$A_{s_{req}} = 5.01 \text{ cm}^2$$

Debido a que el área de acero requerido por el momento positivo es menor al área de acero mínimo entonces para cumplir con los límites de área de acero se empleará este último $A_{s_{pos}}=5.62 \text{ cm}^2$.

- **Espaciamiento del acero longitudinal**

Cumpliendo con los requisitos de la sección 25.2 de la normativa ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto) sobre el espaciamiento mínimo entre barras de refuerzo paralelas y tomando el área de acero principal mayor de los momentos calculados, se tiene:

$$S = \frac{A_v * b}{A_s}$$

- Espaciamiento para $A_{s(-)}$ se propone varilla No. 4

$$S = \frac{1.27 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm}}{7.92 \text{ cm}^2} = \mathbf{16.04 \text{ cm}}$$

- Espaciamiento para $A_{s(+)}$ se propone varilla No. 4

$$S = \frac{1.27 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm}}{5.62 \text{ cm}^2} = 22.59 \text{ cm}$$

Se propone para ambos momentos negativo y positivo varilla No. 4 con un espaciamiento de 0.15 metros.

- **Área de acero por temperatura**

La sección 7.6 de la normativa ACI 318S-14 (Instituto Americano de Concreto) establece que debe colocarse un área mínima de refuerzo a flexión en losas no preesforzadas $A_{s_{temp}} = 0.0018A_g$

$$A_{s_{temp}} = 0.0018A_g$$

$$A_{s_{temp}} = 0.0018 * 100 \text{ cm} * 20 \text{ cm} = 3.6 \text{ cm}^2$$

- Espaciamiento para $A_{s_{temp}}$ se propone varilla No. 3

$$S = \frac{0.71 \text{ cm}^2 * 100 \text{ cm}}{1.80 \text{ cm}^2} = \mathbf{39.44 \text{ cm}}$$

Para el acero a temperatura se propone varilla No. 3 con un espaciamiento de 0.30 metros.

4.8. Diseño de instalaciones

4.8.1. Instalación hidráulica

El sistema de agua potable está diseñado como circuito cerrado para mantener la presión en cada área del edificio, el circuito cuenta con 24 lavamanos, 18 inodoros, 6 bidet.

La tubería empleada para el sistema será de policloruro de vinilo (PVC) color blanco, con diámetro de 1 ½" para el circuito principal, de ¾" para el circuito cerrado y de ½" para los artefactos sanitarios.

A continuación, se enumeran recomendaciones para todas las instalaciones, de acuerdo con el Manual de criterios normativos para el Diseño Arquitectónico de Centros Educativos Oficiales, del Ministerio de Educación:

1. Toda tubería de agua potable debe colocarse apartada de la tubería de drenaje.
2. En caso de cruce de tuberías de drenaje y agua potable, las de agua potable deben localizarse a 0.20 m sobre las de drenaje, y deben estar protegidas con mortero o concreto en una longitud de 1.00 m hacia cada lado.
3. La tubería que se encuentre enterrada debe estar protegida por una capa de mezclón de 0.03 m.
4. La tubería instalada en entrepisos se localizará en el relleno, nunca dentro de la fundición.
5. Nunca se colocará la tubería dentro de columnas, vigas, etc.

4.8.2. Instalación sanitaria

El diseño está basado en el método de unidades mueble o método de Hunter, asignándole a cada mueble una unidad de descarga.

El sistema de drenaje es separado, tanto para sanitarios de hombre como el de mujeres, donde cada sistema cuenta con una columna vertical que viene desde el tercer nivel hasta el primer nivel con diámetro de 4", luego sale hacia colector principal de diámetro 6". La tubería empleada para el sistema será de policloruro de vinilo (PVC).

Las tuberías de descarga para cada mueble sanitario se encuentran estandarizadas dependiendo del tipo que se trate: Inodoros de \emptyset 4", lavamanos de \emptyset 2" y para bidet de \emptyset 2".

A continuación, se enumeran recomendaciones para todas las instalaciones:

1. La pendiente mínima utilizada y recomendada para tuberías de entrepiso será de 1.50%.
2. La pendiente mínima para tubería enterrada será de 1.50%.
3. El flujo debe ser en una sola dirección.
4. La red deberá proyectarse con una ventilación que garantice la circulación del aire dentro de la tubería para evitar la acción de sifón, la aspiración o el rompimiento de sellos hidráulicos en condiciones normales de uso.
5. El diámetro de las tuberías de ventilación será de 4".

4.8.3. Instalación pluvial

Para la estimación del gasto de aguas pluviales, se utilizó el método de cálculo recomendado por el INSIVUMEH. Tomando un periodo de retorno de 10 años y una duración de 5 minutos, siendo la intensidad de lluvia de $440 \frac{\text{mm}}{\text{hr}}$. Con el valor de intensidad de lluvia y cumpliendo con los parámetros y chequeos, se puede apreciar que con una bajada de \emptyset 4" es suficiente para drenar una superficie de 50 m².

El sistema de tuberías se encontrará expuesta a la intemperie debido a que el sistema estructural del edificio corresponde a marcos estructurales y no es recomendable atravesar los elementos estructurales por lo que se utilizará tubería PVC protegida con mortero.

4.8.4. Instalaciones eléctricas

La instalación eléctrica estará constituida por 1 tablero de distribución principal, 3 tableros secundarios, 15 circuitos de iluminación y 12 circuitos de fuerza, Se empleará un máximo de 12 lámparas por circuito y 9 unidades por circuito en fuerza.

En los circuitos de iluminación se estima lámpara de difusión parabólico led 4X30W, el cable conductor No. 10 AWG, TW que puede transportar hasta 30 amperios y flip-on de 30 amperios.

En los circuitos de fuerza se estima tomacorrientes de 120 voltios, el cable conductor No. 10 AWG, TW que puede transportar 30 amperios. La altura de los tomacorrientes será de 0.30 metros sobre el nivel de piso terminado y se recomienda que sean polarizados para garantizar la seguridad y flip-on de 30 amperios.

4.9. Diseño de área de parqueo de la biblioteca

4.9.1. Dotación de aparcamientos

El parqueo tendrá una capacidad de 14 estacionamientos dividido en dos filas con siete estacionamientos por fila.

4.9.2. Parámetros técnicos de diseño

- Dimensiones de plaza de aparcamiento:
 - Ancho de 2.50 metros
 - Profundidad de 5.00 metros

- Posición de aparcamiento

Los aparcamientos estarán posicionados a cuarenta y cinco grados.

- Ancho de pasillo de circulación vehicular interna

El ancho de pasillo se determinó de acuerdo a la posición de los aparcamientos con un ancho mínimo de 3.50 metros en un sentido.

- Ancho de la entrada y salida para los automóviles
 - Entrada de 3.10 metros
 - Salida de 3.10 metros

4.9.3. Determinación del área disponible

Se ocupará alrededor de 595 m² para el área de parqueo.

4.9.4. Ensayo de laboratorio de mecánica de suelos

La muestra de la subrasante se analizó en el laboratorio Provida Geotechnical Engineering, con el objetivo de clasificar el suelo, conocer su plasticidad, densidad húmeda y valor soporte.

4.9.4.1. Granulometría

Los resultados del análisis granulométrico son los siguientes:

- Porcentaje de finos 23%
- Porcentaje de arena 63%
- Porcentaje de grava 14%

Se tiene una clasificación AASHTO A1-b y en clasificación SUCS: SM Arena limosas, mezclas de arena y limos. (ver apéndice 11).

4.9.4.2. Límites de Atterberg

Los resultados de los límites de consistencia son los siguientes (ver apéndice 11):

4.9.4.2.1. Límite líquido AASHTO T-89

LIM LIQ es de 26%

4.9.4.2.2. Límite plástico AASHTO T-90

LIM PLAS = No tiene

4.9.4.2.3. Índice plástico

IP = 0 Entonces, suelo no plástico.

4.9.4.3. Ensayo de compactación Proctor AASHTO T-180

Los resultados del ensayo son los siguientes (ver apéndice 12):

- Densidad máxima de 1554 kg/m³
- Humedad optima de 18%

4.9.4.4. Ensayo de Razón Soporte California AASHTO T-193

Los resultados del ensayo son los siguientes (ver apéndice 13):

- Porcentaje de CBR = 45.87%

4.9.4.5. Análisis de resultados

Clasificación CBR del 20% a 50%, es Bueno. Como puede observarse, este material cumple con los requisitos de base, por lo que se permitirá que siga funcionando como un material de base.

4.9.5. *Diseño del pavimento rígido*

4.9.5.1. Subrasante

El valor soporte de la subrasante es de 47.87%, la subrasante se prepara compactando a 95% método AASHTO T-180.

4.9.5.2. Base

Se proyecta para el proyecto material base granular, con un CBR de 50% mínimo, que deberá cumplir al momento de ejecutarse la obra. Con un espesor de 15.00 cm.

4.9.5.3. Método de diseño Portland Cement Association (PCA)

Este método de diseño se considera un método Empírico- Mecanicista basado en respuestas de pavimentos matemáticamente calculadas, debido a que está basado en las teorías de Westergaard, Pickett y Ray.

El propósito de este método es obtener el espesor mínimo de la losa de concreto que sea capaz de soportar las cargas generadas durante el período de diseño.

4.9.5.4. Factores de diseño

4.9.5.4.1. Módulo de ruptura del concreto (MR)

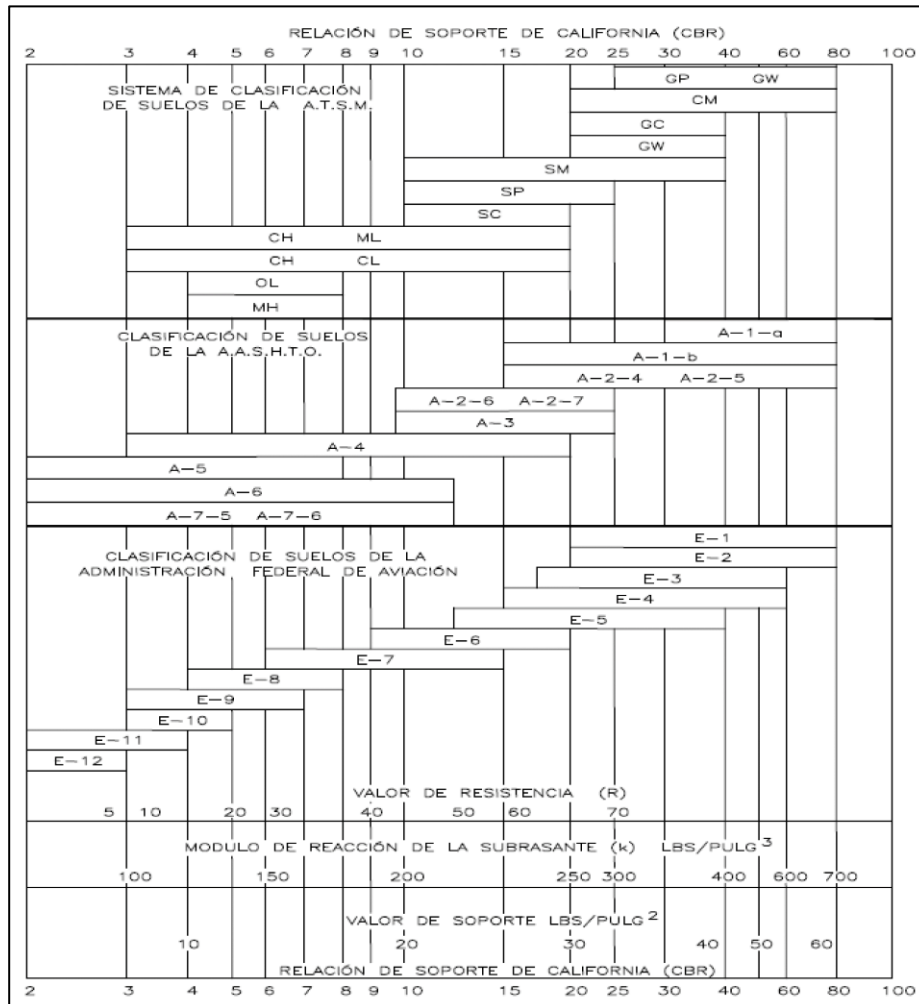
Se utiliza una resistencia de diseño a 28 días de curado de la mezcla, no menor a 600 lb/pulg², lo cual será equivalente a un concreto con esfuerzo a la ruptura a la compresión no menor de 280 kg/cm².

4.9.5.4.2. Resistencia de la subrasante o base (K)

Este parámetro de diseño es determinado mediante el ensayo de CBR (Relación de Soporte de California).

Figura 59.

Determinación del factor k por medio del C.B.R.



Fuente: Salazar Rodríguez, Aurelio. Guía para el diseño y construcción de pavimento rígidos. p.5

En la figura 59, se identifica el valor del módulo de reacción k, que es de 478 libras sobre pulgada cubica.

La subrasante al clasificarla se obtiene de la siguiente tabla:

Tabla 66.

Tipo de suelos de subrasante y valores aproximados de k

Tipo de suelo	Soporte	Rango de valores de K (PCI)
Suelos de grano fino en el cual el tamaño de partículas de limos arcilla predominan	Bajo	75-120
Arenas y mezclas de arenas con grava, con una cantidad considerable de limo arcilla	Mediano	130-170
Arenas y mezclas de arenas con grava, relativamente libre de finos.	Alto	180-220
Sub-base tratada con cementos	Muy alto	250-400

Fuente: Hernández Monzón, Jorge. Consideraciones generales para el diseño de los diferentes pavimentos. p.149.

En la tabla 66, se identifica que el suelo subrasante tiene un soporte muy alto.

4.9.5.4.3. Periodo de diseño

Se diseñará para un periodo de 20 años.

4.9.5.4.4. Transito

Tabla 67.

Clasificación de vehículos según la categoría

Categoría	Descripción	TPD	Trafico %	TPDC por día	Máxima carga por eje, KIPS	
					Sencillo	Tándem
1	Calles residenciales, carreteras rurales y secundarias (bajo a medio)	200 a 800	1 A 3	Arriba de 25	22	36
2	Calles colectoras, carreteras rurales y secundarias (altas), carreteras primarias y calles arteriales (bajo)	700 a 5000	5 A 10	De 40 a 1000	26	44
3	Calles arteriales y carreteras primarias (medio) supercarreteras interestatales urbanas y rurales (bajo a medio)	3000 a 12000 2 carriles, 3000 a 5000 4 carriles o mas	8 A 30	De 500 a 5000	30	52
4	Calles arteriales, carreteras primarias, supercarreteras (altas) interestatales urbanas y rurales (medio a alto)	3000 a 20000 2 carriles, 3000 a 15000 4 carriles o mas	8 A 30	De 1500 a 8000	34	60

Fuente: Hernández Monzón, Jorge. Consideraciones generales para el diseño de los diferentes pavimentos. p.67.

Según lo mencionado en la tabla 67, se establece un tránsito promedio diario (TPD) de 200 vehículos, categoría 1.

4.9.5.5. Cálculo del espesor del pavimento

Tabla 68.

TPDC permisible, carga por eje, categoría 1, pavimento con juntas

MR	Espesor de losa (pulg)	Sin hombros de concreto o bordillo				Espesor de losa (pulg)	Con hombros de concreto o bordillo			
		Soporte subrasante			Su base Muy alto		Soporte subrasante			Su base Muy alto
		Bajo	Medio	Alto			Bajo	Medio	Alto	
650 PSI	5.5				5	5.5				42
	6		4	12	59	6	9	42	120	450
	6.5	9	43	120	490	6.5	96	380	700	970
	7	80	320	840	1200	7	650	1000	1400	2100
	7.5	490	1200	1500		7.5	1100	1900		
600 PSI	8	1300	1900							
	6				11	5			1	8
	6.5		8	24	110	5.5	1	8	23	98
	7	15	70	190	750	6	19	84	220	810
	7.5	110	440	1100	2100	6.5	160	520	1400	2100
550 PSI	8	590	1900			7	1000	1900		
	8.5	1900								
	6.5			4	19	5.5			3	17
	7		11	34	15	6	3	14	41	160
	7.5	19	84	230	890	6.5	29	120	320	1100
550 PSI	8	120	470	1200		7	210	770	1900	
	8.5	560	2200			7.5	1100			
	9	2400								

Fuente: Hernández Monzón, Jorge. Consideraciones generales para el diseño de los diferentes pavimentos. p.68.

Tomando en cuenta que el suelo subrasante tiene un soporte muy alto y definiendo el módulo de ruptura de 600 PSI, al ubicarse en la tabla 68 en la columna sin hombros de concreto o bordillo, se obtiene un espesor de carpeta de rodadura de 6 pulgadas.

4.9.5.6. Diseño de mezcla

- Elección del asentamiento

Para pavimentos y losas el asentamiento máximo es de 7.50 cm y un mínimo de 2.50 cm.

- Elección del tamaño máximo nominal del agregado

El agregado no debe exceder $1/3$ del espesor de la losa, en el presente caso se tomará un tamaño máximo de 1".

- Estimación del contenido de aire

Para un asentamiento de 7.50 cm la cantidad de aire atrapado en un concreto sin aire incluido es igual al 1%.

- Estimación de la cantidad de agua

Para un asentamiento de 7.50 cm y para el tamaño nominal del agregado de 1", la cantidad de agua es de 193 kg.

- Resistencia del concreto

Se propone una resistencia a compresión de 280 kg/cm^2 .

- Estimación de la relación agua cemento (A/C)

Para un concreto sin inclusión de aire y para una resistencia de 280 kg/cm^2 , se usará una relación de 0.49.

- Cálculo del contenido de cemento

Para el cálculo de cemento se relaciona el agua y la relación agua/cemento (A/C), cuyos valores ya se han calculado en los pasos anteriores.

$$C = \frac{193 \text{ kg}}{0.49} = \mathbf{394 \text{ kg}}$$

- Porcentaje de agregado grueso

Para un módulo de finura de 2.60 se tiene un porcentaje del 69% de agregado grueso.

- Cálculo del peso de agregados

$$P_{ag} = P_{concreto} - P_{agua} - P_{cemento} = 2400 \text{ kg} - 193 \text{ kg} - 394 \text{ kg} = \mathbf{1813 \text{ kg}}$$

- Cálculo de peso agregado grueso

$$P_{AG} = P_{ag} * 0.69 = 1813 \text{ kg} * 0.69 = \mathbf{1251 \text{ kg}}$$

- Cálculo de peso agregado fino

$$P_{AF} = P_{ag} * 0.31 = 1813 \text{ kg} * 0.31 = \mathbf{562 \text{ kg}}$$

- Cantidad de masa para un metro cubico

Cemento	= 394 kg
Agregado fino	= 562 kg
Agregado grueso	= 1251 kg
Agua	= 193 kg

- Proporción por usar

Proporción 1:2.5:3

4.10. Elaboración de planos

Como propuesta de diseño se tiene la representación gráfica detalla del modelo arquitectónico y estructural de la edificación, formada por 19 planos constructivos adjuntos en los anexos, de los cuales se dividen en: planos arquitectónicos, planos de acabados, planos estructurales y planos de instalaciones.

4.11. Elaboración del presupuesto del proyecto

El presupuesto se integró con base a precios unitarios, basados en precios actuales de los distintos materiales. En lo que corresponde a mano de obra, se aplicaron salarios actualizados. Respecto a la integración de costos indirectos, se consideran impuestos (2%), dirección técnica (5%), imprevistos (5%), utilidad (14%) y administración (4%). El costo total del proyecto se obtuvo realizando la sumatoria de todos los renglones.

Tabla 69.

Resumen del presupuesto

PRESUPUESTO INTEGRADO					
PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA BIBLIOTECA MUNICIPAL CON ENFOQUE AL ARTE Y LA CULTURA EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.					
No.	DESCRIPCION	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO U.	PRECIO TOTAL
1	TRABAJOS PRELIMINARES				
1.1	Rótulo de identificación del proyecto	1	Unidad	Q 2,496.00	Q 2,496.00
1.2	Trazo y replanteo	1	Global	Q 9,373.00	Q 9,373.00
1.3	Limpieza y chapeo	1300	m ²	Q 18.00	Q 23,400.00
					Q 35,269.00
2	CIMENTACIÓN				
2.1	Excavación	920	m ³	Q 143.00	Q 131,560.00
2.2	Zapata Z-1	35	Unidades	Q 16,606.00	Q 581,210.00
2.3	Cimiento Corrido CC (0.20mX0.40m)	192	ml	Q 239.00	Q 45,888.00
2.4	Levantado de Muro sobrecimiento CC	77	m ²	Q 215.00	Q 16,555.00
2.5	Solera hidrófuga 0.14mx0.20m	192	ml	Q 185.00	Q 35,520.00
					Q 810,733.00
3	COLUMNAS				
3.1	Columna Tipo C-1 (0.5mx0.5m)	165	ml	Q 2,309.00	Q 380,985.00
3.2	Columna Tipo C-2 (0.5mx0.5m)	224	ml	Q 1,718.00	Q 384,832.00
					Q 765,817.00

4	VIGAS				
4.1	Viga Tipo 1 (0.35mx0.5m)	261	ml	Q 1,035.00	Q 270,135.00
4.2	Viga Tipo 2 (0.35mx0.5m)	261	ml	Q 986.00	Q 257,346.00
4.3	Viga Tipo 3 (0.35mx0.5m)	261	ml	Q 878.00	Q 229,158.00
					Q 756,639.00
5	LOSA				
5.1	Losa Maciza primer nivel (t=0.12m)	590	m ²	Q 895.00	Q 528,050.00
5.2	Losa Maciza segundo nivel (t=0.12m)	590	m ²	Q 895.00	Q 528,050.00
5.3	Losa Maciza tercer nivel (t=0.12m)	618	m ²	Q 661.00	Q 408,498.00
					Q 1,464,598.00
6	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES				
6.1	Mocheta Tipo M-1 (0.14mx0.15m)	530	ml	Q 184.00	Q 97,520.00
6.2	Mocheta Tipo M-2 (0.10mx0.15m)	223	ml	Q 162.00	Q 36,126.00
6.3	Solera Intermedia (0.14mx0.20m)	248	ml	Q 218.00	Q 54,064.00
6.4	Solera Corona (0.10mx0.15m)	248	ml	Q 218.00	Q 54,064.00
6.5	Levantado de muro de block (0.14mx0.19mx0.39m)	918	m ²	Q 212.00	Q 194,616.00
					Q 436,390.00
7	INSTALACIÓN HIDRÁULICA				
7.1	Instalación Hidráulica	116	ml	Q 123.00	Q 14,268.00
					Q 14,268.00
8	INSTALACIÓN PLUVIAL				
8.1	Instalación de agua Pluvial	116	ml	Q 307.00	Q 35,612.00
					Q 35,612.00
9	INSTALACIÓN SANITARIA				
9.1	Instalación Sanitaria	169	ml	Q 1,061.00	Q 179,309.00
					Q 179,309.00
10	INSTALACIÓN ELÉCTRICA				
10.1	Instalación Eléctrica (Fuerza)	765	ml	Q 72.00	Q 55,080.00
10.2	Instalación Eléctrica (Iluminación)	785	ml	Q 165.00	Q 129,525.00
					Q 184,605.00
11	MÓDULO GRADAS INTERIOR				
11.1	Losa Módulo de gradas (t=0.20m)	50	m ²	Q 885.00	Q 44,250.00
					Q 44,250.00
12	MÓDULO GRADAS DE EMERGENCIA				
12.1	Estructura metálica portante	1	Unidad	Q 253,942.00	Q 253,942.00
					Q 253,942.00
13	ACABADOS				
13.1	Repello+Alisado en muros, losa, vigas y columnas	5071	m ²	Q 114.00	Q 578,094.00
13.2	Instalación de azulejo blanco 20X30 cm	142	m ²	Q 196.00	Q 27,832.00
13.3	Instalación de piso de porcelanato 60x60 cm	1707	m ²	Q 456.00	Q 778,392.00
13.4	Pintura látex en pared y losa	5071	m ²	Q 53.00	Q 268,763.00
13.5	Banqueta fundida de 0.05 m (Perímetro del edificio)	83	m ²	Q 153.00	Q 12,699.00
13.6	Módulo de escaleras (Acabados)	63	m ²	Q 572.00	Q 36,036.00
					Q 1,701,816.00
14	PUERTAS				
14.1	Puerta Tipo P-1 de 2.00m x 2.70m con vidrio y marco de aluminio	2	Unidad	Q 5,850.00	Q 11,700.00
14.2	Puerta Tipo P-2 de 2.00m x 2.70m con vidrio y marco de aluminio	4	Unidad	Q 5,850.00	Q 23,400.00
14.3	Puerta Tipo P-3 de 1.00m x 2.10m de HDF	25	Unidad	Q 1,690.00	Q 42,250.00
14.4	Puerta Tipo P-4 de 2.00m x 2.70m de lámina galvanizada	3	Unidad	Q 10,790.00	Q 32,370.00
14.5	Puerta Tipo P-5 de 0.80m x 1.80m de acero inoxidable	18	Unidad	Q 1,670.00	Q 30,060.00
					Q 139,780.00
15	VENTANAS				
15.1	Ventana Tipo V-1,V-3,V-9 de 4.50m x 1.20m con vidrio y marco de aluminio	238	m ²	Q 819.00	Q 194,922.00
15.2	Ventana Tipo V-2,V-5,V-10 de 4.50m x 0.60m con vidrio y marco de aluminio	17	m ²	Q 819.00	Q 13,923.00
15.3	Ventana Tipo V-3,V-8,V-11 de 4.50m x 1.00m con vidrio y marco de aluminio	14	m ²	Q 819.00	Q 11,466.00

15.4	Ventana Tipo V-6, V-7 de 0.8m x 1.20m con vidrio y marco de aluminio	4	m ²	Q	819.00	Q	3,276.00
							Q 223,587.00
16	SEÑALIZACIÓN						
16.1	Instalación de señalización (Norma NRD-2) + Extintores	80	Unidad	Q	333.00	Q	26,640.00
							Q 26,640.00
17	ÁREA DE PARQUEO						
17.1	Pavimento de concreto en parqueo (t=0.15m)	792	m ²	Q	356.00	Q	281,952.00
17.2	Drenaje en parqueo	65	ml	Q	1,155.00	Q	75,075.00
17.3	Topes en parqueo vehicular	14	Unidad	Q	406.00	Q	5,684.00
17.4	Bordillo	114	ml	Q	149.00	Q	16,986.00
17.5	Pintura de tráfico para parqueo	270	ml	Q	23.00	Q	6,210.00
							Q 385,907.00
18	MEDIDAS DE MITIGACIÓN						
18.1	Medida de mitigación ambiental	7414	Unidad	Q	4.00	Q	29,656.00
							Q 29,656.00
19	LIMPIEZA						
19.1	Limpieza General	1	Unidad	Q	7,150.00	Q	7,150.00
							Q 7,150.00
TOTAL DEL PROYECTO							Q 7,495,968.00

El Presente Presupuesto Ascende a la cantidad de:
SIETE MILLONES CUATROCIENTOS NOVENTA Y CINCO MIL NOVECIENTOS SESENTA Y OCHO QUETZALES CON 00/100

Fuente: Elaboración propia.

4.12. Cronograma de avance físico y financiero

El cronograma de trabajo muestra las diferentes actividades calendarizadas consistentes en el desarrollo del proyecto. Los cambios en el cronograma tendrán que estar avalados por la entidad encargada de la ejecución del proyecto (ver apéndice 3).

5. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

En la construcción del edificio, se llevarán a cabo actividades que producen distintos efectos al medio ambiente, es por ello que se debe realizar un Estudio de Impacto Ambiental.

La evaluación ambiental inicial es un instrumento ambiental predictivo que se utiliza para determinar los impactos ambientales de un proyecto, obra, industria o actividad.

Por lo tanto, una evaluación ambiental inicial -EAI- se considera acorde al estudio de impacto ambiental para dicho proyecto. La evaluación ambiental inicial se debe presentar al Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales -MARN-, para que sea analizada y aprobada.

En este caso se identificaron los principales impactos ambientales que se generarían en las diferentes etapas de la construcción de la edificación.

- **Etapas de construcción:**

Comprende las actividades necesarias para completar la obra civil, posee las siguientes actividades:

- Limpieza del predio
- Replanteo topográfico
- Movimiento de tierras
- Construcción de infraestructura civil, hidráulica, sanitaria y eléctrica.

- **Etapa de operación:**

Comprende las actividades necesarias para el adecuado funcionamiento de la edificación, posee las siguientes actividades:

- Trabajos de operación y mantenimiento de instalaciones.

5.1. Impactos ambientales

Entre los impactos se ha realizado considerando las tres fases antes mencionadas:

- **Etapa de construcción:**

- Aire
 - Alteración de la calidad del aire por el uso de maquinaria y camiones transportadores de elementos de la construcción.
 - Alteración de la calidad del aire por la emisión, dispersión de polvos.
- Ruido
 - Posible alteración del aire por ruidos generados por el uso de maquinarias y camiones que podrían generar molestias a la población cercana al proyecto, como también la dificultad de comunicación oral entre los mismos trabajadores.
- Suelo
 - Posible alteración del suelo por derrames accidentales de contaminantes líquidos de las maquinarias y camiones.
 - Pérdidas de volúmenes de suelo debido a actividades de corte y relleno.

- Modificación morfológica por excavación y movimiento del suelo.
- Arrastre del suelo por efectos de la lluvia.

- Agua
 - Alteración de cursos de aguas superficiales por sedimentación.
 - Se consumirá agua para el proceso constructivo.

- Visual
 - Cambio del aspecto paisajístico.

- Fauna
 - Dispersión y disminución de algunas especies animales a causa de los ruidos generados por la maquinaria.

- **Etapas de operación:**
 - Suelo
 - Generación de residuos sólidos.
 - Ocupación de las áreas construidas del edificio.
 - Generación de basura.

 - Visual
 - Alteración de la percepción paisajística.

5.1.1. Medidas de mitigación

A continuación, se presenta la tabla con el resumen de los impactos sobre cada uno de los componentes que tendrá influencia al momento de la construcción y operación del proyecto, incluyendo las medidas de mitigación.

Tabla 70.

Medidas de mitigación en construcción y operación

Impacto ambiental	Medida de mitigación	Monitoreo
Etapa de construcción		
Aire		
Alteración de la calidad del aire por el uso de maquinaria y camiones transportadores de elementos de la construcción	Se utilizarán maquinarias y camiones en buen estado mecánico. Se exigirá a los contratistas que la maquinaria y camiones, hayan pasado inspecciones reglamentarias.	Control periódico de las condiciones mecánicas de las máquinas y camiones.
Alteración de la calidad del aire por la emisión dispersión de polvos.	En caso de tiempo seco y fuerte viento, se procederá al riego de estabilización con agua, para minimizar las emisiones de partículas. En el transporte de tierra, se cubrirá la carga de los camiones con lonas y se lavarán las ruedas de los vehículos y maquinaria que vayan a salir del área de actuación.	Control durante la limpieza y carga de materiales.
Ruido		
Posible alteración del aire por ruidos generados por el uso de maquinarias y camiones que podrían generar molestias a la población cercana al proyecto, como también la dificultad de comunicación oral entre los mismos trabajadores	Se evitarán ruidos sobre los niveles permitidos por las normativas. Determinar horarios de operación de las maquinarias que originan ruido.	Control diario
Suelo		
Posible alteración del suelo por derrames accidentales de contaminantes líquidos de las maquinarias y camiones.	Se utilizarán maquinaria y camiones en buen estado mecánico.	Control periódico de las condiciones mecánicas de las máquinas y camiones.

	Retiro de la parte del suelo contaminado.	
Pérdidas de volúmenes de suelo debido a actividades de corte y relleno.	Minimizar pérdidas de volumen de suelo durante las actividades de limpieza.	Control durante la carga de materiales en zona de limpiezas.
Modificación morfológica por excavación y movimiento del suelo.	Se reemplazará el suelo por una infraestructura de hormigón armado.	Control diario de las excavaciones realizadas.
Arrastre del suelo por efectos de la lluvia.	Instalaciones de trampas para el control de posibles erosiones de la capa del suelo.	Control durante la época de lluvia.
Agua		
Alteración de cursos de aguas superficiales por sedimentación.	Movimientos necesarios del suelo evitando sedimentación a cursos superficiales.	Control diario y más en época de lluvia.
Se consumirá agua para el proceso constructivo.	Se evitará el desperdicio de agua usada en la obra.	Control diario
Visual		
Cambio del aspecto paisajístico.	Se diseñará un nuevo aspecto visual de acorde con la nueva propuesta arquitectónica.	Control de la ejecución del diseño del proyecto.
Fauna		
Dispersión y disminución de algunas especies animales a causa de los ruidos generados por la maquinaria.	Control de la situación mecánica de la maquinaria para evitar daños a la fauna.	Control diario
	Mantener los niveles de ruidos por debajo de los límites máximos.	
Etapa de operación		
Suelo		
Generación de residuos sólidos.	Implementación de programa de manejo de gestión integral de residuos sólidos.	Control diario del correcto manejo de la gestión de los residuos sólidos.
	Utilización de contenedores para el almacenamiento temporales de los residuos a generarse.	
Ocupación de las áreas construidas del edificio.	Espacio de áreas verdes en el predio del proyecto.	Cuidado diario de áreas verdes.
Generación de basura	Utilización de contenedores para el almacenamiento temporales de los residuos a generarse.	Control periódico del estado de los contenedores de basura.
Visual		
Alteración de la percepción paisajística.	Mantenimiento adecuado de las áreas verdes.	Control periódico

Fuente: Elaboración propia.

CONCLUSIONES

1. El diseño de la edificación beneficiará al crecimiento de infraestructura en el municipio de San Pedro Sacatepéquez, brindando espacios confortables, seguros y accesibles a los usuarios principalmente del casco urbano, en donde se puedan realizar diferentes actividades educativas, sociales y culturales.
2. Por medio del Ejercicio Profesional Supervisado -EPS-, que brinda la Universidad de San Carlos de Guatemala permite que el estudiante afronte y resuelva situaciones reales, en base a los conocimientos adquiridos en la Carrera de Ingeniería Civil, contribuyendo así al desarrollo del país.
3. El diseño de la edificación se realizó en base a las Normas de Seguridad Estructural para Guatemala 2018 -NSE- de la -AGIES- y la normativa Requisitos para Concreto Estructural ACI 318S-14 para estructuras especiales resistentes a momentos, basados principalmente en el capítulo 18, garantizando una respuesta positiva de la estructura ante movimientos sísmicos.
4. Como propuesta final se tiene la representación gráfica detallada del modelo arquitectónico y estructural del edificio, formado por 19 planos constructivos, también se elaboró el presupuesto para realizar dicho proyecto.

RECOMENDACIONES

A la municipalidad de San Pedro Sacatepéquez, San Marcos:

1. Para asegurar un diseño adecuado y funcional, es importante cumplir con las especificaciones contenidas en los planos constructivos, no realizar cambios al diseño del proyecto sin previa consulta y aprobación por un profesional capacitado.
2. Cumplir con las normas y especificaciones de la calidad de materiales para garantizar el buen funcionamiento de los elementos estructurales y vida útil de la edificación.
3. La construcción deberá ser ejecutada y supervisada por un profesional calificado.
4. Actualizar los precios de los materiales y la mano de obra, al momento de que el proyecto sea aprobado, para evitar imprevistos.
5. Proporcionar el mantenimiento periódico y adecuado a la edificación, así como la inmediata reparación que puedan sufrir cada elemento estructural.

BIBLIOGRAFÍA

- American Concrete Institute, ACI. (2014). *Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural*. USA: ACI. Obtenido de https://civilshare.files.wordpress.com/2016/07/aci_318s_14_en_espanol.pdf
- Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica, AGIES. (2018). *Generalidades, Administración de las Normas y Supervisión Técnica*. Guatemala: AGIES. Obtenido de <http://www.agies.org/>
- Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural Sísmica, AGIES. (2018). *Demandas Estructurales y condiciones de Sitio*. Guatemala: AGIES. Obtenido de <http://www.agies.org/>
- Asociación Guatemalteca de Ingeniería Estructural y Sísmica, AGIES. (2018). *Diseño Estructural de Edificaciones*. Guatemala: AGIES. Obtenido de <http://www.agies.org/>
- Consejo Municipal. (2020). *Plan de Desarrollo Municipal y Ordenamiento Territorial PDMOT*.
- Consejo Municipal de Desarrollo, COMUDE. (2010). *Plan de Desarrollo San Pedro Sacatepéquez, San Marcos*.
- Coordinadora Nacional para la Reducción de Desastres, CONRED. (2019). *Manual de uso para la Norma de Reducción de Desastres Número dos (5 ed.)*. Guatemala: Studio Domus. Obtenido de <https://conred.gob.gt/nrd-2/>
- Crespo Villalaz, C. (2004). *Mecánica de Suelos y Cimentaciones (5 ed.)*. México: LIMUSA.

García, D. A. (2014). *Topografía y sus Aplicaciones* (1 ed.). México: Continental.

Recuperado el 12 de Octubre de 2022

Gonzales, Ó., & Robles, F. (2005). *Aspectos Fundamentales del Concreto Reforzado*.

México: Limusa.

Hernandez Canales, J. C. (2018). *Características Físicas y Propiedades Mecánicas de los Suelos y sus Métodos de Medición*. Guatemala: USAC.

Instituto Nacional de Estadística, INE. (2018). *XII Censo Nacional de Población y VII de Vivienda 2018*. Obtenido de <https://www.ine.gob.gt/>.

McCormac, J., & Brown, R. (2017). *Diseño de Concreto Reforzado* (10 ed.). México: Alfaomega Grupo Editor.

Ministerio de Educación, MINEDUC. (2016). *Manual de criterios normativos para el Diseño Arquitectónico de Centros Educativos Oficiales*. Guatemala: MINEDUC. Obtenido de https://www.mineduc.gob.gt/DIPLAN/documents/manual/Manual%20de%20Criterios%20Normativos%20para%20el%20Dise%C3%B1o%20arquitectonico%20de%20centros%20educativos%20oficiales/Manual_de_Criterios_Normativos_para_el_Dise%C3%B1o_arquitectonico_de_centros_educati

Ministerio de Educación, MINEDUC. (2020). *Anuario Estadístico de la educación de Guatemala*. Obtenido de <https://estadistica.mineduc.gob.gt/anuario/>.

Pachas L, R. (23 de 11 de 2009). El Levantamiento Topográfico: Uso del GPS y Estación Total. *Academia*, 8, 30. Obtenido de https://www.academia.edu/8695799/EL_LEVANTAMIENTO_TOPOGR%C3%

81FICO_USO_DEL_GPS_Y_ESTACION_TOTAL_Surveying_Use_of
_GPS_and_Total_Station

Tol, K. E. (2018). *Biblioteca Pública en Ámbito Cultural Zona 4, Ciudad de Guatemala.*

Guatemala: Universidad Rafael Landívar. Obtenido de

<http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesisjrca/2018/03/01/Tol-Kealid.pdf>

APÉNDICES

Apéndice 1.

Libreta topográfica

No.	X	Y	Z	Descripción
1	500	500	2400	E1
3	474.361	482.411	2397.417	R1
4	520.971	494.29	2397.276	R2
5	500.853	531.043	2400.649	R3
6	500.852	531.02	2400.647	R3
7	496.145	552.104	2401.986	R4
8	484.582	551.768	2401.384	R5
9	467.693	543.256	2402.086	R6
10	467.718	543.223	2401.064	R7
11	467.687	507.993	2397.889	R8Pared
12	501.689	499.2	2398.161	R9Talud
13	501.151	499.426	2399.453	R10Talud
14	477.899	493.148	2398.273	R12Talud
15	477.935	493.758	2399.235	R13Talud
16	491.279	496.07	2398.218	R14Talud
17	491.158	496.296	2399.251	R15Talud
18	499.211	511.238	2399.574	Rn
19	488.5	529.58	2400.006	Rn
20	476.726	526.353	2399.673	Rn
21	483.152	508.593	2399.468	Rn
22	471.199	508.741	2399.883	RTalud2
23	520.757	494.22	2397.29	Porton1
24	514.751	492.715	2397.4	Porton2

Fuente: Elaboración propia.

Apéndice 2.

Presupuesto desglosado

PRESUPUESTO DESGLOSADO						
PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA BIBLIOTECA MUNICIPAL CON ENFOQUE AL ARTE Y LA CULTURA EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.						
1	TRABAJOS PRELIMINARES					
1.1	Rótulo de identificación del proyecto	1	Unidad			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
	Materiales					
	Lámina lisa calibre 3/64 de 4x8'	1	Unidad	Q 285.00	Q 285.00	
	Costanera de 4"x2"	2	Unidad	Q 110.00	Q 220.00	
	Tubo cuadrado 1"	2	Unidad	Q 75.00	Q 150.00	
	Angular 1/2" x 1/8"	2	Unidad	Q 50.00	Q 100.00	
	Electrodo 3/32 Lincind	5	Unidad	Q 12.00	Q 60.00	
	Pintura anticorrosiva	1	Galón	Q 150.00	Q 150.00	
	Thiner	1	Galón	Q 70.00	Q 70.00	
	Cemento UGC	2	Saco	Q 80.00	Q 160.00	
	TOTAL DE MATERIALES				Q 1,195.00	
	Mano de obra calificada					
	Fabricación de rótulo	2	Día	Q 185.00	Q 370.00	
	Ayudante para fabricación	2	Día	Q 85.00	Q 170.00	
	Instalación de rótulo	1	Día	Q 185.00	Q 185.00	
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 725.00	
	COSTOS DIRECTOS					Q 1,920.00
	COSTOS INDIRECTOS					Q 576.00
				TOTAL RENGLÓN		Q 2,496.00
1.2	Trazo y replanteo	1	Global			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
	Materiales					
	Cal Hidratada	3	Saco	Q 75.00	Q 225.00	
	Pintura	1	Galón	Q 150.00	Q 150.00	
	Estacas	50	Unidad	Q 2.00	Q 100.00	
	Clavo 3"	5	Libras	Q 7.00	Q 35.00	
	TOTAL DE MATERIALES				Q 510.00	
	Maquinaria y Equipo					
	Equipo topográfico	10	Día	Q 400.00	Q 4,000.00	
	TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO				Q 4,000.00	
	Mano de obra calificada					
	Topógrafo	10	Día	Q 185.00	Q 1,850.00	
	Cadeneros	10	Día	Q 85.00	Q 850.00	
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 2,700.00	
	COSTOS DIRECTOS					Q 7,210.00
	COSTOS INDIRECTOS					Q 2,163.00
				TOTAL RENGLÓN		Q 9,373.00
1.3	Limpieza y chapeo	1300	m ²			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
	Maquinaria y Equipo					
	Renta camión de volteo para extracción	15	Viaje	Q 500.00	Q 7,500.00	
	TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO				Q 7,500.00	
	Mano de obra calificada					
	Limpieza	1300	m ²	Q 4.00	Q 5,200.00	
	Chapeo	1300	m ²	Q 4.00	Q 5,200.00	
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 10,400.00	

						COSTOS DIRECTOS	Q 17,900.00
						COSTOS INDIRECTOS	Q 5,500.00
						TOTAL RENGLÓN	Q 23,400.00
2	CIMENTACIÓN						
2.1	Excavación	920	m³				
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL	
	Maquinaria y Equipo						
	Renta de Retroexcavadora	58	Hora	Q 375.00	Q 21,750.00		
	Renta de camión de volteo de 6 m³	154	viaje	Q 500.00	Q 77,000.00		
	TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO					Q 98,750.00	
	Mano de obra calificada						
	Operario	8	Día	Q 250.00	Q 2,000.00		
	Ayudante	8	Día	Q 85.00	Q 680.00		
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA					Q 2,680.00	
						COSTOS DIRECTOS	Q 101,430.00
						COSTOS INDIRECTOS	Q 30,130.00
						TOTAL RENGLÓN	Q 131,560.00
2.2	Zapata Z-1	35	Unidades				
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL	
	Materiales						
	Cemento 4000 PSI	1867	Saco	Q 82.00	Q 153,094.00		
	Arena de río	109	m³	Q 180.00	Q 19,620.00		
	Piedrín de 3/4"	127	m³	Q 230.00	Q 29,210.00		
	Hierro No. 5 Grado 60	998	Varilla	Q 96.00	Q 95,808.00		
	Alambre de amarre	259	Libra	Q 7.00	Q 1,813.00		
	Material selecto	590	m³	Q 150.00	Q 88,500.00		
	TOTAL DE MATERIALES					Q 388,045.00	
	Maquinaria y Equipo						
	Alquiler mezcladora de concreto	15	Día	Q 300.00	Q 4,500.00		
	Alquiler de vibrador para concreto	15	Día	Q 300.00	Q 4,500.00		
	Alquiler de Vibroapisonador	15	Día	Q 300.00	Q 4,500.00		
	TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO					Q 13,500.00	
	Mano de obra calificada						
	Trazo	35	Unidad	Q 5.00	Q 175.00		
	Armado de zapatas	393	m²	Q 20.00	Q 7,860.00		
	Fundición de zapatas	195	m²	Q 150.00	Q 29,250.00		
	Relleno y compactación	413	m³	Q 20.00	Q 8,260.00		
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA					Q 45,545.00	
						COSTOS DIRECTOS	Q 447,090.00
						COSTOS INDIRECTOS	Q 134,120.00
						TOTAL RENGLÓN	Q 581,210.00
2.3	Cimiento Corrido CC (0.20mX0.40m)	192	ml				
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL	
	Materiales						
	Cemento 3000 PSI	163	Saco	Q 80.00	Q 13,040.00		
	Arena de río	10	m³	Q 180.00	Q 1,800.00		
	Piedrín	11	m³	Q 230.00	Q 2,530.00		
	Hierro No. 3 Grado 40	167	Varilla	Q 35.00	Q 5,845.00		
	Alambre de amarre	25	Libra	Q 7.00	Q 175.00		
	TOTAL DE MATERIALES					Q 23,390.00	
	Maquinaria y Equipo						
	Alquiler mezcladora de concreto	5	Día	Q 300.00	Q 1,500.00		
	Alquiler de vibrador para concreto	5	Día	Q 300.00	Q 1,500.00		
	Alquiler de Vibroapisonador	5	Día	Q 300.00	Q 1,500.00		
	TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO					Q 4,500.00	

	Mano de obra calificada					
	Excavación	62	m ²	Q 20.00	Q 1,240.00	
	Armado de cimient	192	ml	Q 20.00	Q 3,840.00	
	Fundición de cimient	16	m ²	Q 150.00	Q 2,400.00	
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 7,480.00	
	COSTOS DIRECTOS					Q 35,370.00
	COSTOS INDIRECTOS					Q 10,518.00
						TOTAL RENGLÓN
						Q 45,888.00
2.4	Levantado de Muro sobrecimiento CC	77	m²			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
	Materiales					
	Block de 0.14mx0.19mx0.39m de 35 kg/cm ²	973	Unidad	Q 7.00	Q 6,811.00	
	Cemento 3000 PSI	6	m ²	Q 80.00	Q 480.00	
	Arena de río	0.5	m ²	Q 180.00	Q 90.00	
	Alambre de amarre	27	Libra	Q 7.00	Q 189.00	
	TOTAL DE MATERIALES				Q 7,570.00	
	Mano de obra calificada					
	Trazo	77	m ²	Q 10.00	Q 770.00	
	Levantado de muro	77	m ²	Q 50.00	Q 3,850.00	
	Relleno y compactación	29	m ²	Q 20.00	Q 580.00	
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 5,200.00	
	COSTOS DIRECTOS					Q 12,770.00
	COSTOS INDIRECTOS					Q 3,785.00
						TOTAL RENGLÓN
						Q 16,555.00
2.5	Solera hidrófuga 0.14mx0.20m	192	ml			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
	Materiales					
	Cemento UGC	62	m ²	Q 80.00	Q 4,960.00	
	Arena de río	3.5	m ²	Q 180.00	Q 630.00	
	Piedrín de 3/4"	4	m ²	Q 230.00	Q 920.00	
	Hierro No. 3 Grado 40	150	Varilla	Q 33.00	Q 4,950.00	
	Hierro No. 2 Grado 40	101	Varilla	Q 15.00	Q 1,515.00	
	Alquiler de madera 1"x12"x9' (Tabla)	8	Docena	Q 450.00	Q 3,600.00	
	Clavo 3"	20	Libra	Q 7.00	Q 140.00	
	Alambre de amarre	45	Libra	Q 7.00	Q 315.00	
	TOTAL DE MATERIALES				Q 17,030.00	
	Maquinaria y Equipo					
	Alquiler mezcladora de concreto	3	Día	Q 300.00	Q 900.00	
	Alquiler de vibrador para concreto	3	Día	Q 300.00	Q 900.00	
	TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO				Q 1,800.00	
	Mano de obra calificada					
	Armado de solera	192	ml	Q 20.00	Q 3,840.00	
	Encofrado de solera	192	ml	Q 10.00	Q 1,920.00	
	Fundición de solera	6	m ²	Q 150.00	Q 900.00	
	Desencofrado	192	ml	Q 10.00	Q 1,920.00	
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 8,580.00	
	COSTOS DIRECTOS					Q 27,410.00
	COSTOS INDIRECTOS					Q 8,110.00
						TOTAL RENGLÓN
						Q 35,520.00
3	COLUMNAS					
3.1	Columna Tipo C-1 (0.5mx0.5m)	165	ml			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
	Materiales					
	Cemento 4000 PSI	444	Saco	Q 82.00	Q 36,408.00	
	Arena de río	25.5	m ²	Q 180.00	Q 4,590.00	

	Piedrín de 3/4"	29.5	m³	Q 230.00	Q 6,785.00		
	Hierro No. 8 Grado 60	522	Varilla	Q 270.00	Q 140,940.00		
	Hierro No. 3 Grado 60	1163	Varilla	Q 35.00	Q 40,705.00		
	Alquiler madera 1"x12"x9" (Tabla)	10	Docena	Q 450.00	Q 4,500.00		
	Alquiler madera 2"x3"x9" (Regla)	20	Docena	Q 450.00	Q 9,000.00		
	Alquiler madera 3"x3"x9" (Paral)	6	Docena	Q 450.00	Q 2,700.00		
	Alambre de amarre	201	Libra	Q 7.00	Q 1,407.00		
	Clavo de 3"	100	Libra	Q 7.00	Q 700.00		
	TOTAL DE MATERIALES					Q 247,735.00	
	Maquinaria y Equipo						
	Alquiler mezcladora de concreto	20	Día	Q 300.00	Q 6,000.00		
	Alquiler de vibrador para concreto	20	Día	Q 300.00	Q 6,000.00		
	Alquiler de andamio	20	Día	Q 170.00	Q 3,400.00		
	TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO					Q 15,400.00	
	Mano de obra calificada						
	Armado y desmontaje de andamios	165	ml	Q 10.00	Q 1,650.00		
	Armado de columnas	165	ml	Q 100.00	Q 16,500.00		
	Encofrado de columnas	165	ml	Q 10.00	Q 1,650.00		
	Fundición de columnas	46	m³	Q 150.00	Q 6,900.00		
	Desencofrado	165	ml	Q 10.00	Q 1,650.00		
	Tallado de columna	165	ml	Q 10.00	Q 1,650.00		
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA					Q 30,000.00	
	COSTOS DIRECTOS					Q 293,135.00	
	COSTOS INDIRECTOS					Q 87,850.00	
	TOTAL RENGLÓN					Q 380,985.00	
3.2	Columna Tipo C-2 (0.5mx0.5m)	224	ml				
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL	
	Materiales						
	Cemento 4000 PSI	604	Saco	Q 82.00	Q 49,528.00		
	Arena de río	34.5	m³	Q 180.00	Q 6,210.00		
	Piedrín de 3/4"	40	m³	Q 230.00	Q 9,200.00		
	Hierro No. 6 Grado 60	625	Varilla	Q 150.00	Q 93,750.00		
	Hierro No. 3 Grado 60	1758	Varilla	Q 35.00	Q 61,530.00		
	Alquiler madera 1"x12"x9" (Tabla)	10	Docena	Q 450.00	Q 4,500.00		
	Alquiler madera 2"x3"x9" (Regla)	20	Docena	Q 450.00	Q 9,000.00		
	Alquiler madera 3"x3"x9" (Paral)	6	Docena	Q 450.00	Q 2,700.00		
	Alambre de amarre	303	Libra	Q 7.00	Q 2,121.00		
	Clavo de 3"	203	Libra	Q 7.00	Q 1,421.00		
	TOTAL DE MATERIALES					Q 239,960.00	
	Maquinaria y Equipo						
	Alquiler mezcladora de concreto	20	Día	Q 300.00	Q 6,000.00		
	Alquiler de vibrador para concreto	20	Día	Q 300.00	Q 6,000.00		
	Alquiler de andamio	20	Día	Q 170.00	Q 3,400.00		
	TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO					Q 15,400.00	
	Mano de obra calificada						
	Armado y desmontaje de andamios	224	ml	Q 10.00	Q 2,240.00		
	Armado de columnas	224	ml	Q 100.00	Q 22,400.00		
	Encofrado de columnas	224	ml	Q 10.00	Q 2,240.00		
	Fundición de columnas	62	m³	Q 150.00	Q 9,300.00		
	Desencofrado	224	ml	Q 10.00	Q 2,240.00		
	Tallado de columna	224	ml	Q 10.00	Q 2,240.00		
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA					Q 40,660.00	
	COSTOS DIRECTOS					Q 296,020.00	
	COSTOS INDIRECTOS					Q 88,812.00	
	TOTAL RENGLÓN					Q 384,832.00	

4	VIGAS					
4.1	Viga Tipo 1 (0.35mx0.5m)	261	ml			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
	Materiales					
	Cemento 4000 PSI	493	Saco	Q 82.00	Q 40,426.00	
	Arena de río	29	m³	Q 180.00	Q 5,220.00	
	Piedrín de 3/4"	33	m³	Q 230.00	Q 7,590.00	
	Hierro No. 7 Grado 60	244	Varilla	Q 190.00	Q 46,360.00	
	Hierro No. 6 Grado 60	65	Varilla	Q 150.00	Q 9,750.00	
	Hierro No. 3 Grado 60	504	Varilla	Q 35.00	Q 17,640.00	
	Alquiler madera 1"x12"x9' (Tabla)	10	Docena	Q 450.00	Q 4,500.00	
	Alquiler madera 2"x3"x9' (Regla)	30	Docena	Q 450.00	Q 13,500.00	
	Alquiler madera 3"x3"x9' (Paral)	13	Docena	Q 450.00	Q 5,850.00	
	Alambre de amarre	122	Libra	Q 7.00	Q 854.00	
	Clavo de 3"	50	Libra	Q 7.00	Q 350.00	
	TOTAL DE MATERIALES				Q 152,040.00	
	Maquinaria y Equipo					
	Alquiler mezcladora de concreto	15	Día	Q 300.00	Q 4,500.00	
	Alquiler de vibrador para concreto	15	Día	Q 300.00	Q 4,500.00	
	Alquiler de andamio	15	Día	Q 170.00	Q 2,550.00	
	TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO				Q 11,550.00	
	Maquinaria y Equipo					
	Alquiler mezcladora de concreto	15	Día	Q 300.00	Q 4,500.00	
	Alquiler de vibrador para concreto	15	Día	Q 300.00	Q 4,500.00	
	Alquiler de andamio	15	Día	Q 170.00	Q 2,550.00	
	TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO				Q 11,550.00	
	Mano de obra calificada					
	Armado y desmontaje de andamios	261	ml	Q 10.00	Q 2,610.00	
	Armado de vigas	261	ml	Q 100.00	Q 26,100.00	
	Encofrado de vigas	261	ml	Q 10.00	Q 2,610.00	
	Fundición de vigas	51	m³	Q 150.00	Q 7,650.00	
	Desencofrado	261	ml	Q 10.00	Q 2,610.00	
	Tallado de vigas	261	ml	Q 10.00	Q 2,610.00	
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 44,190.00	
	COSTOS DIRECTOS					Q 207,780.00
	COSTOS INDIRECTOS					Q 62,355.00
	TOTAL RENGLÓN					Q 270,135.00
4.2	Viga Tipo 2 (0.35mx0.5m)	261	ml			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
	Materiales					
	Cemento 4000 PSI	493	Saco	Q 82.00	Q 40,426.00	
	Arena de río	29	m³	Q 180.00	Q 5,220.00	
	Piedrín de 3/4"	33	m³	Q 230.00	Q 7,590.00	
	Hierro No. 6 Grado 60	309	Varilla	Q 150.00	Q 46,350.00	
	Hierro No. 3 Grado 60	504	Varilla	Q 35.00	Q 17,640.00	
	Alquiler madera 1"x12"x9' (Tabla)	10	Docena	Q 450.00	Q 4,500.00	
	Alquiler madera 2"x3"x9' (Regla)	30	Docena	Q 450.00	Q 13,500.00	
	Alquiler madera 3"x3"x9' (Paral)	13	Docena	Q 450.00	Q 5,850.00	
	Alambre de amarre	122	Libra	Q 7.00	Q 854.00	
	Clavo de 3"	50	Libra	Q 7.00	Q 350.00	
	TOTAL DE MATERIALES				Q 142,280.00	
	Maquinaria y Equipo					
	Alquiler mezcladora de concreto	15	Día	Q 300.00	Q 4,500.00	
	Alquiler de vibrador para concreto	15	Día	Q 300.00	Q 4,500.00	
	Alquiler de andamio	15	Día	Q 170.00	Q 2,550.00	
	TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO				Q 11,550.00	
	Maquinaria y Equipo					
	Alquiler mezcladora de concreto	15	Día	Q 300.00	Q 4,500.00	
	Alquiler de vibrador para concreto	15	Día	Q 300.00	Q 4,500.00	
	Alquiler de andamio	15	Día	Q 170.00	Q 2,550.00	
	TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO				Q 11,550.00	

Mano de obra calificada					
Armado y desmontaje de andamios	261	ml	Q 10.00	Q 2,610.00	
Armado de vigas	261	ml	Q 100.00	Q 26,100.00	
Encofrado de vigas	261	ml	Q 10.00	Q 2,610.00	
Fundición de vigas	51	m ²	Q 150.00	Q 7,650.00	
Desencofrado	261	ml	Q 10.00	Q 2,610.00	
Tallado de vigas	261	ml	Q 10.00	Q 2,610.00	
TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 44,190.00	
COSTOS DIRECTOS					Q 198,020.00
COSTOS INDIRECTOS					Q 59,326.00
TOTAL RENGLÓN					Q 257,346.00
4.3	Viga Tipo 3 (0.35mx0.5m)	261	ml		
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL
	Materiales				
	Cemento 4000 PSI	483	Saco	Q 82.00	Q 39,606.00
	Arena de río	28.5	m ³	Q 180.00	Q 5,130.00
	Piedrín de 3/4"	33	m ³	Q 230.00	Q 7,590.00
	Hierro No. 6 Grado 60	244	Varilla	Q 150.00	Q 36,600.00
	Hierro No. 3 Grado 60	537	Varilla	Q 35.00	Q 18,795.00
	Alquiler madera 1"x12"x9' (Tabla)	5	Docena	Q 450.00	Q 2,250.00
	Alquiler madera 2"x3"x9' (Regla)	15	Docena	Q 450.00	Q 6,750.00
	Alquiler madera 3"x3"x9' (Paral)	6	Docena	Q 450.00	Q 2,700.00
	Alambre de amarre	107	Libra	Q 7.00	Q 749.00
	Clavo de 3"	50	Libra	Q 7.00	Q 350.00
	TOTAL DE MATERIALES				Q 120,520.00
	Maquinaria y Equipo				
	Alquiler mezcladora de concreto	15	Día	Q 300.00	Q 4,500.00
	Alquiler de vibrador para concreto	15	Día	Q 300.00	Q 4,500.00
	Alquiler de andamio	15	Día	Q 170.00	Q 2,550.00
	TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO				Q 11,550.00
	Mano de obra calificada				
	Armado y desmontaje de andamios	261	ml	Q 10.00	Q 2,610.00
	Armado de vigas	261	ml	Q 100.00	Q 26,100.00
	Encofrado de vigas	261	ml	Q 10.00	Q 2,610.00
	Fundición de vigas	51	m ²	Q 150.00	Q 7,650.00
	Desencofrado	261	ml	Q 10.00	Q 2,610.00
	Tallado de vigas	261	ml	Q 10.00	Q 2,610.00
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 44,190.00
	COSTOS DIRECTOS				
	COSTOS INDIRECTOS				
	TOTAL RENGLÓN				
					Q 176,260.00
					Q 52,898.00
					Q 229,158.00
5	LOSA				
5.1	Losa Maciza primer nivel (t=0.12m)	590	m²		
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL
	Materiales				
	Cemento 4000 PSI	764	Saco	Q 82.00	Q 62,648.00
	Arena de río	44	m ³	Q 250.00	Q 11,000.00
	Piedrín de 3/4"	51	m ³	Q 270.00	Q 13,770.00
	Hierro No. 3 Grado 60	5869	Varilla	Q 35.00	Q 205,415.00
	Alquiler madera 1"x12"x9' (Tabla)	20	Docena	Q 450.00	Q 9,000.00
	Alquiler madera 3"x3"x9' (Paral)	42	Docena	Q 450.00	Q 18,900.00
	Alambre de amarre	1401	Libra	Q 7.00	Q 9,807.00
	Clavo de 3"	250	Libra	Q 7.00	Q 1,750.00
	TOTAL DE MATERIALES				Q 332,290.00
	Maquinaria y Equipo				
	Alquiler mezcladora de concreto	1	Día	Q 300.00	Q 300.00
	Alquiler de vibrador para concreto	1	Día	Q 300.00	Q 300.00
	TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO				Q 600.00

Mano de obra calificada						
Paraleado	590	m ²	Q 15.00	Q 8,850.00		
Entarimado de losa	590	m ²	Q 20.00	Q 11,800.00		
Armado de losas	590	m ²	Q 40.00	Q 23,600.00		
Encofrado de losas	590	m ²	Q 10.00	Q 5,900.00		
Fundición de losas	78	m ²	Q 150.00	Q 11,700.00		
Curado de losas	590	m ²	Q 10.00	Q 5,900.00		
Desencofrado de losas	590	m ²	Q 10.00	Q 5,900.00		
TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 73,650.00		
COSTOS DIRECTOS					Q 406,540.00	
COSTOS INDIRECTOS					Q 121,510.00	
TOTAL RENGLÓN					Q 528,050.00	
5.2	Losa Maciza segundo nivel (t=0.12m)	590	m²			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	
	Materiales					
	Cemento 4000 PSI	764	Saco	Q 82.00	Q 62,648.00	
	Arena de río	44	m ³	Q 250.00	Q 11,000.00	
	Piedrín de 3/4"	51	m ³	Q 270.00	Q 13,770.00	
	Hierro No. 3 Grado 60	5869	Varilla	Q 35.00	Q205,415.00	
	Alquiler madera 1"x12"x9' (Tabla)	20	Docena	Q 450.00	Q 9,000.00	
	Alquiler madera 3"x3"x9' (Paral)	42	Docena	Q 450.00	Q 18,900.00	
	Alambre de amarre	1401	Libra	Q 7.00	Q 9,807.00	
	Clavo de 3"	250	Libra	Q 7.00	Q 1,750.00	
	TOTAL DE MATERIALES				Q 332,290.00	
	Maquinaria y Equipo					
	Alquiler mezcladora de concreto	1	Día	Q 300.00	Q 300.00	
	Alquiler de vibrador para concreto	1	Día	Q 300.00	Q 300.00	
	TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO				Q 600.00	
	Mano de obra calificada					
	Paraleado	590	m ²	Q 15.00	Q 8,850.00	
	Entarimado de losa	590	m ²	Q 20.00	Q 11,800.00	
	Armado de losas	590	m ²	Q 40.00	Q 23,600.00	
	Encofrado de losas	590	m ²	Q 10.00	Q 5,900.00	
	Fundición de losas	78	m ²	Q 150.00	Q 11,700.00	
	Curado de losas	590	m ²	Q 10.00	Q 5,900.00	
	Desencofrado de losas	590	m ²	Q 10.00	Q 5,900.00	
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 73,650.00	
	COSTOS DIRECTOS					Q 406,540.00
	COSTOS INDIRECTOS					Q 121,510.00
	TOTAL RENGLÓN					Q 528,050.00
5.3	Losa Maciza tercer nivel (t=0.12m)	618	m²			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	
	Materiales					
	Cemento 4000 PSI	800	Saco	Q 82.00	Q 65,600.00	
	Arena de río	46	m ³	Q 180.00	Q 8,280.00	
	Piedrín de 3/4"	54	m ³	Q 230.00	Q 12,420.00	
	Hierro No. 3 Grado 60	3168	Varilla	Q 35.00	Q110,880.00	
	Alquiler madera 1"x12"x9' (Tabla)	25	Docena	Q 450.00	Q 11,250.00	
	Alquiler madera 3"x3"x9' (Paral)	45	Docena	Q 450.00	Q 20,250.00	
	Alambre de amarre	930	Libra	Q 7.00	Q 6,510.00	
	Clavo de 3"	200	Libra	Q 7.00	Q 1,400.00	
	TOTAL DE MATERIALES				Q 236,590.00	
	Maquinaria y Equipo					
	Alquiler mezcladora de concreto	1	Día	Q 300.00	Q 300.00	
	Alquiler de vibrador para concreto	1	Día	Q 300.00	Q 300.00	
	TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO				Q 600.00	

Mano de obra calificada						
	Paraleado	618	m ²	Q 15.00	Q 9,270.00	
	Entarimado de losa	618	m ²	Q 20.00	Q 12,360.00	
	Armado de losas	618	m ²	Q 40.00	Q 24,720.00	
	Encofrado de losas	618	m ²	Q 10.00	Q 6,180.00	
	Fundición de losas	82	m ²	Q 150.00	Q 12,300.00	
	Curado de losas	618	m ²	Q 10.00	Q 6,180.00	
	Desencofrado de losas	618	m ²	Q 10.00	Q 6,180.00	
TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA					Q 77,190.00	
COSTOS DIRECTOS						Q 314,380.00
COSTOS INDIRECTOS						Q 94,118.00
TOTAL RENGLÓN						Q 408,498.00
6	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES					
6.1	Mocheta Tipo M-1 (0.14mx0.15m)	530	ml			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
	Materiales					
	Cemento UGC	118	Saco	Q 80.00	Q 9,440.00	
	Arena de río	7	m ³	Q 180.00	Q 1,260.00	
	Piedrín de 1/2"	8	m ³	Q 230.00	Q 1,840.00	
	Hierro No. 3 Grado 40	378	Varilla	Q 33.00	Q 12,474.00	
	Hierro No. 2 Grado 40	296	Varilla	Q 15.00	Q 4,440.00	
	Alquiler madera 1"x12"x9' (Tabla)	3	Docena	Q 450.00	Q 1,350.00	
	Alquiler madera 2"x3"x9' (Regla)	3	Docena	Q 450.00	Q 1,350.00	
	Alquiler madera 3"x3"x9' (Paral)	2	Docena	Q 450.00	Q 900.00	
	Alambre de amarre	121	Libra	Q 7.00	Q 847.00	
	Clavo de 3"	52	Libra	Q 7.00	Q 364.00	
TOTAL DE MATERIALES					Q 34,265.00	
	Maquinaria y Equipo					
	Alquiler mezcladora de concreto	10	Día	Q 300.00	Q 3,000.00	
	Alquiler de vibrador para concreto	10	Día	Q 300.00	Q 3,000.00	
	Renta de Andamio	5	Unidad	Q 200.00	Q 1,000.00	
TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO					Q 7,000.00	
	Mano de obra calificada					
	Armado y desmontaje de andamios	530	ml	Q 10.00	Q 5,300.00	
	Armado de mochetas	530	ml	Q 20.00	Q 10,600.00	
	Encofrado de mochetas	530	ml	Q 10.00	Q 5,300.00	
	Fundición de mochetas	12.5	m ²	Q 150.00	Q 1,875.00	
	Desencofrado	530	ml	Q 10.00	Q 5,300.00	
	Tallado de mochetas	530	ml	Q 10.00	Q 5,300.00	
TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA					Q 33,675.00	
COSTOS DIRECTOS						Q 74,940.00
COSTOS INDIRECTOS						Q 22,580.00
TOTAL RENGLÓN						Q 97,520.00
6.2	Mocheta Tipo M-2 (0.10mx0.15m)	223	ml			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
	Materiales					
	Cemento UGC	36	Saco	Q 80.00	Q 2,880.00	
	Arena de río	2	m ³	Q 180.00	Q 360.00	
	Piedrín de 1/2"	2.5	m ³	Q 230.00	Q 575.00	
	Hierro No. 3 Grado 40	81	Varilla	Q 33.00	Q 2,673.00	
	Hierro No. 2 Grado 40	51	Varilla	Q 15.00	Q 765.00	
	Alquiler madera 1"x12"x9' (Tabla)	2	Docena	Q 450.00	Q 900.00	
	Alquiler madera 2"x3"x9' (Regla)	2	Docena	Q 450.00	Q 900.00	
	Alquiler madera 3"x3"x9' (Paral)	1	Docena	Q 450.00	Q 450.00	
	Alambre de amarre	26	Libra	Q 7.00	Q 182.00	
	Clavo de 3"	25	Libra	Q 7.00	Q 175.00	
TOTAL DE MATERIALES					Q 9,860.00	

	Maquinaria y Equipo					
	Alquiler mezcladora de concreto	5	Día	Q 300.00	Q 1,500.00	
	Alquiler de vibrador para concreto	5	Día	Q 300.00	Q 1,500.00	
	Renta de Andamio	5	Unidad	Q 200.00	Q 1,000.00	
	TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO				Q 4,000.00	
	Mano de obra calificada					
	Armado y desmontaje de andamios	223	ml	Q 10.00	Q 2,230.00	
	Armado de mochetas	223	ml	Q 20.00	Q 4,460.00	
	Encofrado de mochetas	223	ml	Q 10.00	Q 2,230.00	
	Fundición de mochetas	4	m ³	Q 150.00	Q 600.00	
	Desencofrado	223	ml	Q 10.00	Q 2,230.00	
	Tallado de mochetas	223	ml	Q 10.00	Q 2,230.00	
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 13,980.00	
	COSTOS DIRECTOS					Q 27,840.00
	COSTOS INDIRECTOS					Q 8,286.00
				TOTAL RENGLÓN		Q 36,126.00
6.3	Solera Intermedia (0.14mx0.20m)	248	ml			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
	Materiales					
	Cemento UGC	74	Saco	Q 80.00	Q 5,920.00	
	Arena de río	4.5	m ³	Q 180.00	Q 810.00	
	Piedrín de 1/2"	5	m ³	Q 230.00	Q 1,150.00	
	Hierro No. 3 Grado 40	193	Varilla	Q 33.00	Q 6,369.00	
	Hierro No. 2 Grado 40	157	Varilla	Q 15.00	Q 2,355.00	
	Alquiler madera 1"x12"x9' (Tabla)	10	Docena	Q 450.00	Q 4,500.00	
	Alquiler madera 3"x3"x9' (Paral)	2	Docena	Q 450.00	Q 900.00	
	Alambre de amarre	47	Libra	Q 7.00	Q 329.00	
	Clavo de 3"	41	Libra	Q 7.00	Q 287.00	
	TOTAL DE MATERIALES				Q 22,620.00	
	Maquinaria y Equipo					
	Alquiler mezcladora de concreto	5	Día	Q 300.00	Q 1,500.00	
	Alquiler de vibrador para concreto	5	Día	Q 300.00	Q 1,500.00	
	TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO				Q 3,000.00	
	Mano de obra calificada					
	Armado y desmontaje de andamios	248	ml	Q 10.00	Q 2,480.00	
	Armado de solera	248	ml	Q 20.00	Q 4,960.00	
	Encofrado de solera	248	ml	Q 10.00	Q 2,480.00	
	Fundición de solera	8	m ³	Q 150.00	Q 1,200.00	
	Desencofrado	248	ml	Q 10.00	Q 2,480.00	
	Tallado de solera	248	ml	Q 10.00	Q 2,480.00	
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 16,080.00	
	COSTOS DIRECTOS					Q 41,700.00
	COSTOS INDIRECTOS					Q 12,364.00
				TOTAL RENGLÓN		Q 54,064.00
6.4	Solera Corona (0.10mx0.15m)	248	ml			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
	Materiales					
	Cemento UGC	79	Saco	Q 80.00	Q 6,320.00	
	Arena de río	5	m ³	Q 180.00	Q 900.00	
	Piedrín de 1/2"	5.5	m ³	Q 230.00	Q 1,265.00	
	Hierro No. 3 Grado 40	193	Varilla	Q 33.00	Q 6,369.00	
	Hierro No. 2 Grado 40	121	Varilla	Q 15.00	Q 1,815.00	
	Alquiler madera 1"x12"x9' (Tabla)	5	Docena	Q 450.00	Q 2,250.00	
	Alquiler madera 3"x3"x9' (Paral)	2	Docena	Q 450.00	Q 900.00	
	Alambre de amarre	48	Libra	Q 7.00	Q 336.00	
	Clavo de 3"	40	Libra	Q 7.00	Q 280.00	
	TOTAL DE MATERIALES				Q 20,435.00	

Maquinaria y Equipo						
Alquiler mezcladora de concreto	5	Día	Q 300.00	Q 1,500.00		
Alquiler de vibrador para concreto	5	Día	Q 300.00	Q 1,500.00		
Renta de Andamio	10	Unidad	Q 200.00	Q 2,000.00		
TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO				Q 5,000.00		
Mano de obra calificada						
Armado y desmontaje de andamios	248	ml	Q 10.00	Q 2,480.00		
Armado de solera	248	ml	Q 20.00	Q 4,960.00		
Encofrado de solera	248	ml	Q 10.00	Q 2,480.00		
Fundición de solera	8.5	m ³	Q 150.00	Q 1,275.00		
Desencofrado	248	ml	Q 10.00	Q 2,480.00		
Tallado de solera	248	ml	Q 10.00	Q 2,480.00		
TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 16,155.00		
COSTOS DIRECTOS					Q 41,590.00	
COSTOS INDIRECTOS					Q 12,474.00	
TOTAL RENGLÓN					Q 54,064.00	
6.5	Levantado de muro de block (0.14mx0.19mx0.39m)	918	m²			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
	Materiales					
	Block de 0.14mx0.19mx0.39m de 35 kg/cm ²	11590	Unidad	Q 7.00	Q 81,130.00	
	Cemento UGC	103	Saco	Q 80.00	Q 8,240.00	
	Arena de río	10	m ³	Q 180.00	Q 1,800.00	
	Alambre de amarre	40	Libra	Q 7.00	Q 280.00	
	TOTAL DE MATERIALES				Q 91,450.00	
	Maquinaria y Equipo					
	Renta de Andamio	15	Unidad	Q 200.00	Q 3,000.00	
	TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO				Q 3,000.00	
	Mano de obra calificada					
	Armado y desmontaje de andamios	918	ml	Q 10.00	Q 9,180.00	
	Levantado de muro de block (0.14mx0.19mx0.39m)	918	ml	Q 50.00	Q 45,900.00	
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 55,080.00	
	COSTOS DIRECTOS					Q 149,530.00
	COSTOS INDIRECTOS					Q 45,086.00
	TOTAL RENGLÓN					Q 194,616.00
7	INSTALACIÓN HIDRÁULICA					
7.1	Instalación Hidráulica	116	ml			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
	Materiales					
	Tubería de PVC 1 1/2" de 250 PSI	3	Tubo	Q 120.00	Q 360.00	
	Tubería de PVC 3/4" de 250 PSI	17	Tubo	Q 40.00	Q 680.00	
	Tubería de PVC 1/2" de 250 PSI	9	Tubo	Q 30.00	Q 270.00	
	Codo PVC 90° de 1 1/2"	1	Unidad	Q 6.00	Q 6.00	
	Codo PVC 90° de 3/4"	14	Unidad	Q 4.00	Q 56.00	
	Codo PVC 90° de 1/2"	96	Unidad	Q 1.50	Q 144.00	
	Tee PVC de 3/4"	67	Unidad	Q 4.00	Q 268.00	
	Reductor PVC de 1 1/2" a 3/4"	1	Unidad	Q 28.00	Q 28.00	
	Reductor PVC de 3/4" a 1/2"	48	Unidad	Q 3.00	Q 144.00	
	Llave de paso	1	Unidad	Q 60.00	Q 60.00	
	Válvula de cheque	1	Unidad	Q 105.00	Q 105.00	
	Contrallave de pared o piso de 1/2"	48	Unidad	Q 45.00	Q 2,160.00	
	Llave de compuerta	1	Unidad	Q 85.00	Q 85.00	
	Contador	1	Unidad	Q 550.00	Q 550.00	
	Caja para válvulas	1	Unidad	Q 150.00	Q 150.00	
	Wipe	15	Libra	Q 20.00	Q 300.00	
	Pegamento	1	Galón	Q 575.00	Q 575.00	
	Teflón para PVC	33	Unidad	Q 3.00	Q 99.00	
	TOTAL DE MATERIALES				Q 6,040.00	

	Transporte					
	Transporte de materiales	1	Viaje	Q 500.00	Q 500.00	
	TOTAL DE TRANSPORTE				Q 500.00	
	Mano de obra calificada					
	Excavación	7.5	m ²	Q 20.00	Q 150.00	
	Instalación de caja	1	Unidad	Q 250.00	Q 250.00	
	Instalación de tubería + accesorios	116	ml	Q 35.00	Q 4,060.00	
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 4,460.00	
	COSTOS DIRECTOS					Q 11,000.00
	COSTOS INDIRECTOS					Q 3,268.00
				TOTAL RENGLÓN		Q 14,268.00
8	INSTALACIÓN PLUVIAL					
8.1	Instalación de agua Pluvial	116	ml			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
	Materiales					
	Tubería de PVC 4" de 160 PSI	22	Tubo	Q 310.00	Q 6,820.00	
	Tubería de PVC 6" de 160 PSI	14	Tubo	Q 650.00	Q 9,100.00	
	Codo PVC 90° de 4"	12	Unidad	Q 18.00	Q 216.00	
	Codo PVC 45° de 4"	24	Unidad	Q 15.00	Q 360.00	
	Cemento UGC	6	Saco	Q 80.00	Q 480.00	
	Arena de río	0.5	m ²	Q 180.00	Q 90.00	
	Piedrín de 1/2"	0.5	m ²	Q 230.00	Q 115.00	
	Ladrillo tayuyo 0.10mx0.23mx0.065m	290	Unidad	Q 4.00	Q 1,160.00	
	Hierro No. 3 Grado 40	11	Varilla	Q 33.00	Q 363.00	
	Hierro No. 2 Grado 40	13	Varilla	Q 15.00	Q 195.00	
	Alambre de amarre	4	Libra	Q 7.00	Q 28.00	
	Alquiler madera 1"x12"x9' (Tabla)	0.5	Docena	Q 450.00	Q 225.00	
	Alquiler madera 2"x3"x9' (Regla)	0.5	Docena	Q 450.00	Q 225.00	
	Wipe	10	Libra	Q 20.00	Q 200.00	
	Pegamento	1	Galón	Q 575.00	Q 575.00	
	Teflón para PVC	11	Unidad	Q 3.00	Q 33.00	
	TOTAL DE MATERIALES				Q 20,185.00	
	Transporte					
	Transporte de materiales	1	Viaje	Q 500.00	Q 500.00	
	TOTAL DE TRANSPORTE				Q 500.00	
	Mano de obra calificada					
	Excavación	4	m ²	Q 20.00	Q 80.00	
	Armadura + fundición de cajas de registro	9	Unidad	Q 285.00	Q 2,565.00	
	Instalación de tubería + accesorios	116	ml	Q 35.00	Q 4,060.00	
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 6,705.00	
	COSTOS DIRECTOS					Q 27,390.00
	COSTOS INDIRECTOS					Q 8,222.00
				TOTAL RENGLÓN		Q 35,612.00
9	INSTALACIÓN SANITARIA					
9.1	Instalación Sanitaria	169	ml			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
	Materiales					
	Tubería de PVC 6"	4	Tubo	Q 650.00	Q 2,600.00	
	Tubería de PVC 4"	15	Tubo	Q 310.00	Q 4,650.00	
	Codo PVC 90° de 4"	20	Unidad	Q 18.00	Q 360.00	
	Codo PVC 90° de 2"	60	Unidad	Q 8.00	Q 480.00	
	Codo PVC 45° de 4"	22	Unidad	Q 15.00	Q 330.00	
	Codo PVC 45° de 2"	19	Unidad	Q 9.00	Q 171.00	
	Tee PVC de 4"	9	Unidad	Q 35.00	Q 315.00	
	Tee PVC de 2"	2	Unidad	Q 12.00	Q 24.00	
	Inodoro porcelanizado	18	Unidad	Q 1,500.00	Q 27,000.00	
	Empaque para sanitario	18	Unidad	Q 16.00	Q 288.00	
	Lavamanos tipo ovalyn con llave	24	Unidad	Q 650.00	Q 15,600.00	
	Contrallave para pared	24	Unidad	Q 70.00	Q 1,680.00	
	Orinales con fluxómetro	6	Unidad	Q 3,000.00	Q 18,000.00	
	División de baños dobles	9	Unidad	Q 4,500.00	Q 40,500.00	

	División de Orinales en acero inoxidable	3	Unidad	Q 1,400.00	Q 4,200.00	
	Cemento UGC	5	Saco	Q 80.00	Q 400.00	
	Arena	0.5	m³	Q 250.00	Q 125.00	
	Piedrín	0.5	m³	Q 270.00	Q 135.00	
	Ladrillo tayuyo 0.10mx0.23mx0.065m	195	Unidad	Q 4.00	Q 780.00	
	Hierro No. 3 Grado 40	7	Varilla	Q 33.00	Q 231.00	
	Hierro No. 2 Grado 40	9	Varilla	Q 15.00	Q 135.00	
	Alambre de amarre	3	Libra	Q 7.00	Q 21.00	
	Alquiler madera 1"x12"x9' (Tabla)	0.5	Docena	Q 450.00	Q 225.00	
	Alquiler madera 2"x3"x9' (Regla)	0.5	Docena	Q 450.00	Q 225.00	
	Wipe	15	Libra	Q 20.00	Q 300.00	
	Pegamento	1	Galón	Q 575.00	Q 575.00	
	Tefión para PVC	20	Unidad	Q 3.00	Q 60.00	
	TOTAL DE MATERIALES					Q 119,410.00
	Transporte					
	Transporte de materiales	1	Viaje	Q 500.00	Q 500.00	
	TOTAL DE TRANSPORTE					Q 500.00
	Mano de obra calificada					
	Excavación	2.5	m²	Q 20.00	Q 50.00	
	Armadura + fundición de cajas de registro	6	Unidad	Q 285.00	Q 1,710.00	
	Instalación de tubería + accesorios	169	ml	Q 40.00	Q 6,760.00	
	Instalación de artefactos sanitarios	48	Unidad	Q 200.00	Q 9,600.00	
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA					Q 18,120.00
	COSTOS DIRECTOS					Q 138,030.00
	COSTOS INDIRECTOS					Q 41,279.00
	TOTAL RENGLÓN					Q 179,309.00
10	INSTALACIÓN ELÉCTRICA					
10.1	Instalación Eléctrica (Fuerza)	765	ml			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
	Materiales					
	Poliducto de 3/4"	765	ml	Q 2.20	Q 1,683.00	
	Cajas rectangulares	104	Unidad	Q 14.00	Q 1,456.00	
	Curvas PVC de 3/4"	208	Unidad	Q 2.50	Q 520.00	
	Tomacorrientes dobles de 110V	104	Unidad	Q 45.00	Q 4,680.00	
	Cable No. 10 AWG-THHN	1933	ml	Q 7.00	Q 13,531.00	
	Cinta de aislar	40	Unidad	Q 7.00	Q 280.00	
	TOTAL DE MATERIALES					Q 22,150.00
	Transporte					
	Transporte de materiales	1	Viaje	Q 500.00	Q 500.00	
	TOTAL DE TRANSPORTE					Q 500.00
	Mano de obra calificada					
	Instalación de poliducto	765	ml	Q 3.00	Q 2,295.00	
	Instalación de cableado+ accesorios	765	ml	Q 15.00	Q 11,475.00	
	Instalación de tomacorrientes dobles de 110V	104	Unidad	Q 60.00	Q 6,240.00	
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA					Q 20,010.00
	COSTOS DIRECTOS					Q 42,660.00
	COSTOS INDIRECTOS					Q 12,420.00
	TOTAL RENGLÓN					Q 55,080.00
10.2	Instalación Eléctrica (Iluminación)	785	ml			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
	Materiales					
	Poliducto de 3/4"	785	ml	Q 2.20	Q 1,727.00	
	Cajas octogonales	108	Unidad	Q 6.00	Q 648.00	
	Curvas PVC de 3/4"	42	Unidad	Q 2.50	Q 105.00	
	Interruptores simples	42	Unidad	Q 35.00	Q 1,470.00	
	Plafoneras	12	Unidad	Q 10.00	Q 120.00	
	Bombilla ahorradora 75 watt	12	Unidad	Q 158.00	Q 1,896.00	
	Lámpara de pared exterior – Para 2 luces GU10	16	Unidad	Q 450.00	Q 7,200.00	
	Lámpara 2x4 empotrable sin difusor p/4 tubos led	96	Unidad	Q 450.00	Q 43,200.00	
	Tubo fluorescente 40w	384	Unidad	Q 14.00	Q 5,376.00	
	Cable No. 10 AWG-THHN	1625	ml	Q 7.00	Q 11,375.00	

	Cable No. 12 AWG-THHN	387	ml	Q	4.00	Q	1,548.00		
	Tablero general	1	Unidad	Q	790.00	Q	790.00		
	Tablero de distribución 12 polos	3	Unidad	Q	525.00	Q	1,575.00		
	Flip-on 1x30A	15	Unidad	Q	70.00	Q	1,050.00		
	Contador Socket CL-200 240V 3H Monofásico	1	Unidad	Q	352.00	Q	352.00		
	Tubo HG para acometida 1 1/2"X 2m	2	Unidad	Q	125.00	Q	250.00		
	Accesorios de entrada	1	Unidad	Q	350.00	Q	350.00		
	Cinta de aislar	44	Unidad	Q	7.00	Q	308.00		
	TOTAL DE MATERIALES						Q	79,340.00	
	Transporte								
	Transporte de materiales	1	Viaje	Q	500.00	Q	500.00		
	TOTAL DE TRANSPORTE						Q	500.00	
	Mano de obra calificada								
	Instalación de poliducto	785	ml	Q	3.00	Q	2,355.00		
	Instalación de cableado+ accesorios	785	ml	Q	10.00	Q	7,850.00		
	Instalación de acometida	1	Unidad	Q	350.00	Q	350.00		
	Instalación de tableros	4	unidad	Q	250.00	Q	1,000.00		
	Instalación de lámparas de pared para exterior	16	Unidad	Q	50.00	Q	800.00		
	Instalación de lámparas 2x4 empotables	96	Unidad	Q	50.00	Q	4,800.00		
	Instalación de Plafonera con bombillas	12	Unidad	Q	50.00	Q	600.00		
	Instalación de interruptores	42	Unidad	Q	50.00	Q	2,100.00		
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA						Q	19,855.00	
	COSTOS DIRECTOS						Q	99,695.00	
	COSTOS INDIRECTOS						Q	29,830.00	
	TOTAL RENGLÓN						Q	129,525.00	
11	MÓDULO GRADAS INTERIOR								
11.1	Losa Módulo de gradas (t=0.20m)		50	m²					
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL			
	Materiales								
	Cemento 4000 PSI	100	Saco	Q	82.00	Q	8,200.00		
	Arena de río	5.5	m³	Q	180.00	Q	990.00		
	Piedrín de 3/4"	6.5	m³	Q	230.00	Q	1,495.00		
	Hierro No. 3 Grado 60	50	Varilla	Q	35.00	Q	1,750.00		
	Hierro No. 2 Grado 40	10	Varilla	Q	15.00	Q	150.00		
	Hierro No. 4 Grado 60	145	Varilla	Q	62.00	Q	8,990.00		
	Alquiler madera 1"x12"x9' (Tabla)	3	Docena	Q	450.00	Q	1,350.00		
	Alquiler madera 2"x3"x9' (Regla)	3	Docena	Q	450.00	Q	1,350.00		
	Alquiler madera 3"x3"x9' (Paral)	3	Docena	Q	450.00	Q	1,350.00		
	Alambre de amarre	80	Libra	Q	7.00	Q	560.00		
	Clavo de 3"	40	Libra	Q	7.00	Q	280.00		
	TOTAL DE MATERIALES						Q	26,465.00	
	Maquinaria y Equipo								
	Alquiler mezcladora de concreto	2	Día	Q	300.00	Q	600.00		
	Alquiler de vibrador para concreto	2	Día	Q	300.00	Q	600.00		
	TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO						Q	1,200.00	
	Mano de obra calificada								
	Paraleado	50	m²	Q	15.00	Q	750.00		
	Entarimado de losa	50	m²	Q	25.00	Q	1,250.00		
	Armado de losa	50	m²	Q	40.00	Q	2,000.00		
	Encofrado	50	m²	Q	20.00	Q	1,000.00		
	Fundición	2.5	m³	Q	150.00	Q	375.00		
	Curado	50	m²	Q	10.00	Q	500.00		
	Desencofrado	50	m²	Q	10.00	Q	500.00		
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA						Q	6,375.00	
	COSTOS DIRECTOS						Q	34,040.00	
	COSTOS INDIRECTOS						Q	10,210.00	
	TOTAL RENGLÓN						Q	44,250.00	

12	MÓDULO GRADAS DE EMERGENCIA					
12.1	Estructura metálica portante	1	Unidad			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
	Materiales					
	Perfil H estructural de 6"x6"x1/4" (12.00 m)	11	Unidad	Q 6,500.00	Q 71,500.00	
	Perfil C estructural de 2"x4"x1/4" (6.00 m)	5	Unidad	Q 4,500.00	Q 22,500.00	
	Costanera Tipo C de 4", Cal. 14 (6.00 m)	6	Unidad	Q 175.00	Q 1,050.00	
	Lámina acanalada R101, Galvanizada, Cal. 26 , 12'	7	Unidad	Q 220.00	Q 1,540.00	
	Pija hexagonal de 2" con punta de broca y roldana	25	Unidad	Q 10.00	Q 250.00	
	Placa antiderrapante de 3/16" (1.22x2.44m)	20	Unidad	Q 2,100.00	Q 42,000.00	
	TOTAL DE MATERIALES				Q 138,840.00	
	Mano de obra calificada					
	Fabricación e Instalación de estructura metálica	1	Unidad	Q 25,000.00	Q 25,000.00	
	Fabricación e Instalación de pasamanos	70	ml	Q 450.00	Q 31,500.00	
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 56,500.00	
	COSTOS DIRECTOS					Q 195,340.00
	COSTOS INDIRECTOS					Q 58,602.00
				TOTAL RENGLÓN		Q 253,942.00
13	ACABADOS					
13.1	Repello+Alisado en muros, losa, vigas y columnas	5071	m²			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
	Materiales					
	Cemento UGC	570	Saco	Q 80.00	Q 45,600.00	
	Arena de río	59	m³	Q 180.00	Q 10,620.00	
	Monocapa ultra liso 40 kg	335	Saco	Q 70.00	Q 23,450.00	
	Alquiler madera 1"x12"x9' (Tabla)	2	Docena	Q 450.00	Q 900.00	
	Alquiler madera 2"x3"x9' (Regla)	2	Docena	Q 450.00	Q 900.00	
	Alquiler madera 3"x3"x9' (Paral)	2	Docena	Q 450.00	Q 900.00	
	Alambre de amarre	45	Libra	Q 7.00	Q 315.00	
	Clavo de 3"	25	Libra	Q 7.00	Q 175.00	
	TOTAL DE MATERIALES				Q 82,860.00	
	Maquinaria y Equipo					
	Transporte de materiales	1	Viaje	Q 500.00	Q 500.00	
	Renta de Andamio	20	Unidad	Q 200.00	Q 4,000.00	
	TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO				Q 4,500.00	
	Mano de obra calificada					
	Aplicación de repello	5071	m²	Q 30.00	Q 152,130.00	
	Aplicación de alisado	5071	m²	Q 40.00	Q 202,840.00	
	Armado y desmontaje de andamios	250	ml	Q 15.00	Q 3,750.00	
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 358,720.00	
	COSTOS DIRECTOS					Q 446,080.00
	COSTOS INDIRECTOS					Q 132,014.00
				TOTAL RENGLÓN		Q 578,094.00
13.2	Instalación de azulejo blanco 20X30 cm	142	m²			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
	Materiales					
	Pegaso (pega cerámico y azulejo) 20 kg	32	Saco	Q 30.00	Q 960.00	
	Azulejo Cerámico Esmaltado Blanco 20X30 cm	142	m²	Q 100.00	Q 14,200.00	
	Cruceta para separar azulejo 250 pzas 4 mm	2	Bolsa	Q 35.00	Q 70.00	
	TOTAL DE MATERIALES				Q 15,230.00	
	Transporte					
	Transporte de materiales	1	Viaje	Q 500.00	Q 500.00	
	TOTAL DE TRANSPORTE				Q 500.00	
	Mano de obra calificada					
	Instalación de azulejo blanco 20X30 cm	142	m²	Q 40.00	Q 5,680.00	
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 5,680.00	
	COSTOS DIRECTOS					Q 21,410.00
	COSTOS INDIRECTOS					Q 6,422.00
				TOTAL RENGLÓN		Q 27,832.00

13.3	Instalación de piso de porcelanato 60x60 cm	1707	m ²			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
	Materiales					
	Cemento UGC	280	Saco	Q 80.00	Q 22,400.00	
	Arena de río	25	m ³	Q 180.00	Q 4,500.00	
	Piedrín de 3/4"	25	m ³	Q 230.00	Q 5,750.00	
	Pegaso (pega cerámico y azulejo) 20 kg	376	Saco	Q 30.00	Q 11,280.00	
	Piso Porcelanato Pulido 60X60 cm	1707	m ²	Q 264.00	Q450,648.00	
	TOTAL DE MATERIALES				Q494,578.00	
	Transporte					
	Transporte de materiales	1	Viaje	Q 500.00	Q 500.00	
	TOTAL DE TRANSPORTE				Q 500.00	
	Mano de obra calificada					
	Trazo	1707	m ²	3.00	Q 5,121.00	
	Fundición de contrapiso	32	m ³	150.00	Q 4,800.00	
	Instalación de Piso Porcelanato Pulido 60X60 cm	1707	m ²	Q 55.00	Q 93,885.00	
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q103,806.00	
	COSTOS DIRECTOS					Q 598,884.00
	COSTOS INDIRECTOS					Q 179,508.00
						TOTAL RENGLÓN Q 778,392.00
13.4	Pintura látex en pared y losa	5071	m²			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
	Materiales					
	Pintura de látex	60	Cubeta	Q 1,300.00	Q 78,000.00	
	Maskin tape 1"	25	Unidad	Q 8.00	Q 200.00	
	Brochas 4"	10	Unidad	Q 27.50	Q 275.00	
	Brochas 2"	5	Unidad	Q 12.00	Q 60.00	
	Wipe	45	Libra	Q 22.00	Q 990.00	
	Set de 3 piezas bandeja, felpa 4" y maneral	30	Unidad	Q 75.00	Q 2,250.00	
	TOTAL DE MATERIALES				Q 81,775.00	
	Transporte					
	Transporte de materiales	1	Viaje	Q 500.00	Q 500.00	
	TOTAL DE TRANSPORTE				Q 500.00	
	Mano de obra calificada					
	Aplicación de pintura general 2 manos	5071	m ²	25.00	Q126,775.00	
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q126,775.00	
	COSTOS DIRECTOS					Q 209,050.00
	COSTOS INDIRECTOS					Q 59,713.00
						TOTAL RENGLÓN Q 268,763.00
13.5	Banqueta fundida de 0.05 m (Perímetro del edificio)	83	m²			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
	Materiales					
	Cemento UGC	44	Saco	Q 80.00	Q 3,520.00	
	Arena de río	2.5	m ³	Q 180.00	Q 450.00	
	Piedrín de 3/4"	3	m ³	Q 230.00	Q 690.00	
	Base material selecto	8.5	m ²	Q 150.00	Q 1,275.00	
	Curador	2	Galón	Q 75.00	Q 150.00	
	TOTAL DE MATERIALES				Q 6,085.00	
	Transporte					
	Transporte de materiales	1	Viaje	Q 500.00	Q 500.00	
	TOTAL DE TRANSPORTE				Q 500.00	
	Mano de obra calificada					
	Trazo	83	m ²	2.00	Q 166.00	
	Preparación de base	8.5	m ²	25.00	Q 212.50	
	Fundición	4.6	m ³	Q 150.00	Q 690.00	
	Cernido remolineado + curado	83	m ²	Q 25.50	Q 2,116.50	
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 3,185.00	

	COSTOS DIRECTOS					Q	9,770.00
	COSTOS INDIRECTOS					Q	2,929.00
	TOTAL RENGLÓN					Q	12,699.00
13.6	Módulo de escaleras (Acabados)	63	m²				
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL	
	Materiales						
	Pegaso (pega cerámico y azulejo) 20 kg	14	Saco	Q 30.00	Q 420.00		
	Piso cerámico antideslizante 30X30 cm	63	m ²	Q 105.00	Q 6,615.00		
	TOTAL DE MATERIALES					Q	7,035.00
	Mano de obra calificada						
	Instalación de Piso Porcelanato Pulido 30X30 cm	63	m ²	Q 55.00	Q 3,465.00		
	Pasamanos	15	ml	Q 450.00	Q 6,750.00		
	Baranda de acero inoxidable	15	ml	Q 700.00	Q 10,500.00		
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA					Q	20,715.00
	COSTOS DIRECTOS					Q	27,750.00
	COSTOS INDIRECTOS					Q	8,286.00
	TOTAL RENGLÓN					Q	36,036.00
14	PUERTAS						
14.1	Puerta Tipo P-1 de 2.00m x 2.70m con vidrio y marco de aluminio	2	Unidad				
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL	
	Materiales						
	Puerta de 2.00m x 2.70m con vidrio y marco de aluminio	2	Unidad	Q 4,000.00	Q 8,000.00		
	Accesorios varios	2	Unidad	Q 150.00	Q 300.00		
	TOTAL DE MATERIALES					Q	8,300.00
	Mano de obra calificada						
	Instalación de puertas	2	Unidad	Q 350.00	Q 700.00		
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA					Q	700.00
	COSTOS DIRECTOS					Q	9,000.00
	COSTOS INDIRECTOS					Q	2,700.00
	TOTAL RENGLÓN					Q	11,700.00
14.2	Puerta Tipo P-2 de 2.00m x 2.70m con vidrio y marco de aluminio	4	Unidad				
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL	
	Materiales						
	Puerta de 2.00m x 2.70m con vidrio y marco de aluminio	4	Unidad	Q 4,000.00	Q 16,000.00		
	Accesorios varios	4	Unidad	Q 150.00	Q 600.00		
	TOTAL DE MATERIALES					Q	16,600.00
	Mano de obra calificada						
	Instalación de puertas	4	Unidad	Q 350.00	Q 1,400.00		
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA					Q	1,400.00
	COSTOS DIRECTOS					Q	18,000.00
	COSTOS INDIRECTOS					Q	5,400.00
	TOTAL RENGLÓN					Q	23,400.00
14.3	Puerta Tipo P-3 de 1.00m x 2.10m de HDF	25	Unidad				
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL	
	Materiales						
	Puerta de 1.00m x 2.70m Tablero de alta densidad	25	Unidad	Q 500.00	Q 12,500.00		
	Vidrio nevado 5mm	15	m ²	Q 350.00	Q 5,250.00		
	Marco	25	Unidad	Q 200.00	Q 5,000.00		
	Chapa de bola	25	Unidad	Q 60.00	Q 1,500.00		
	Bisagras de 3" metálicas con tornillos buscaroscas	75	Unidad	Q 30.00	Q 2,250.00		
	Accesorios varios	25	Unidad	Q 55.00	Q 1,375.00		
	TOTAL DE MATERIALES					Q	27,875.00
	Mano de obra calificada						
	Instalación de puertas	25	Unidad	Q 185.00	Q 4,625.00		
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA					Q	4,625.00

	COSTOS DIRECTOS					Q	32,500.00
	COSTOS INDIRECTOS					Q	9,750.00
	TOTAL RENGLÓN					Q	42,250.00
14.4	Puerta Tipo P-4 de 2.00m x 2.70m de lámina galvanizada	3	Unidad				
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL	
	Materiales						
	Puerta de 1.00m x 2.70m salida de emergencia	3	Unidad	Q 8,000.00	Q 24,000.00		
	TOTAL DE MATERIALES					Q 24,000.00	
	Mano de obra calificada						
	Instalación de puertas	3	Unidad	Q 300.00	Q 900.00		
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA					Q 900.00	
	COSTOS DIRECTOS					Q	24,900.00
	COSTOS INDIRECTOS					Q	7,470.00
	TOTAL RENGLÓN					Q	32,370.00
14.5	Puerta Tipo P-5 de 0.80m x 1.80m de acero inoxidable	18	Unidad				
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL	
	Materiales						
	Puerta de 0.80m x 1.80m	18	Unidad	Q 1,100.00	Q 19,800.00		
	TOTAL DE MATERIALES					Q 19,800.00	
	Mano de obra calificada						
	Instalación de puertas	18	Unidad	Q 185.00	Q 3,330.00		
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA					Q 3,330.00	
	COSTOS DIRECTOS					Q	23,130.00
	COSTOS INDIRECTOS					Q	6,930.00
	TOTAL RENGLÓN					Q	30,060.00
15	VENTANAS						
15.1	Ventana Tipo V-1,V-3,V-9 de 4.50m x 1.20m con vidrio y marco de aluminio	238	m²				
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL	
	Materiales						
	Ventana de aluminio + vidrio de 5 mm	238	m²	Q 500.00	Q 119,000.00		
	TOTAL DE MATERIALES					Q 119,000.00	
	Mano de obra calificada						
	Instalación de ventanas	238	m²	Q 130.00	Q 30,940.00		
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA					Q 30,940.00	
	COSTOS DIRECTOS					Q	149,940.00
	COSTOS INDIRECTOS					Q	44,982.00
	TOTAL RENGLÓN					Q	194,922.00
15.2	Ventana Tipo V-2,V-5,V-10 de 4.50m x 0.60m con vidrio y marco de aluminio	17	m²				
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL	
	Materiales						
	Ventana de aluminio + vidrio de 5 mm	17	m²	Q 500.00	Q 8,500.00		
	TOTAL DE MATERIALES					Q 8,500.00	
	Mano de obra calificada						
	Instalación de ventanas	17	m²	Q 130.00	Q 2,210.00		
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA					Q 2,210.00	
	COSTOS DIRECTOS					Q	10,710.00
	COSTOS INDIRECTOS					Q	3,213.00
	TOTAL RENGLÓN					Q	13,923.00

15.3	Ventana Tipo V-3,V-8,V-11 de 4.50m x 1.00m con vidrio y marco de aluminio	14	m ²			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
	Materiales					
	Ventana de aluminio + vidrio de 5 mm	14	m ²	Q 500.00	Q 7,000.00	
	TOTAL DE MATERIALES				Q 7,000.00	
	Mano de obra calificada					
	Instalación de ventanas	14	m ²	Q 130.00	Q 1,820.00	
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 1,820.00	
	COSTOS DIRECTOS					Q 8,820.00
	COSTOS INDIRECTOS					Q 2,646.00
	TOTAL REGLÓN					Q 11,466.00
15.4	Ventana Tipo V-6,V-7 de 0.8m x 1.20m con vidrio y marco de aluminio	4	m ²			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
	Materiales					
	Ventana de aluminio + vidrio de 5 mm	4	m ²	Q 500.00	Q 2,000.00	
	TOTAL DE MATERIALES				Q 2,000.00	
	Mano de obra calificada					
	Instalación de ventanas	4	m ²	Q 130.00	Q 520.00	
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 520.00	
	COSTOS DIRECTOS					Q 2,520.00
	COSTOS INDIRECTOS					Q 756.00
	TOTAL REGLÓN					Q 3,276.00
16	SEÑALIZACIÓN					
16.1	Instalación de señalización (Norma NRD-2) + Extintores	80	Unidad			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
	Materiales					
	Rótulos	80	Unidad	Q 75.00	Q 6,000.00	
	Tornillo de 1 1/4"	344	Unidad	Q 2.00	Q 688.00	
	Tarugos	344	Unidad	Q 3.00	Q 1,032.00	
	Extintores abc 10 lb	25	Unidad	Q 360.00	Q 9,000.00	
	Estructura de soporte	25	unidad	Q 36.00	Q 900.00	
	TOTAL DE MATERIALES				Q 17,620.00	
	Transporte					
	Transporte de materiales	1	Viaje	Q 500.00	Q 500.00	
	TOTAL DE TRANSPORTE				Q 500.00	
	Mano de obra calificada					
	Instalación de rótulos y extintores	80	Unidad	Q 30.00	Q 2,400.00	
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 2,400.00	
	COSTOS DIRECTOS					Q 20,520.00
	COSTOS INDIRECTOS					Q 6,120.00
	TOTAL REGLÓN					Q 26,640.00
17	ÁREA DE PARQUEO					
17.1	Pavimento de concreto en parqueo (t=0.15m)	792	m ²			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
	Materiales					
	Cemento 4000 PSI	1258	Saco	Q 82.00	Q 103,156.00	
	Arena de río	73.5	m ³	Q 180.00	Q 13,230.00	
	Piedrín de 1"	85.5	m ³	Q 230.00	Q 19,665.00	
	Material granular para base	119	m ³	Q 216.00	Q 25,704.00	
	Antisol para curado	21	Galón	Q 80.00	Q 1,680.00	
	Alquiler madera 1"x12"x9' (Tabla)	4	Docena	Q 450.00	Q 1,800.00	
	Alambre de amarre	25	libra	Q 7.00	Q 175.00	
	Clavo de 3"	25	Libra	Q 7.00	Q 175.00	
	TOTAL DE MATERIALES				Q 165,585.00	

Maquinaria y Equipo					
Alquiler mezcladora de concreto	8	Día	Q 300.00	Q 2,400.00	
Alquiler de vibrador para concreto	8	Día	Q 300.00	Q 2,400.00	
Alquiler de Vibroapisonador	8	Día	Q 300.00	Q 2,400.00	
TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO				Q 7,200.00	
Mano de obra calificada					
Nivelación	792	m²	Q 15.00	Q 11,880.00	
Colocación y compactación de base	119	m²	Q 25.00	Q 2,975.00	
Fundición de losa	118.80	m²	Q 150.00	Q 17,820.00	
Acabados finales + curado	792	m²	Q 15.00	Q 11,880.00	
TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 44,555.00	
COSTOS DIRECTOS					Q 217,340.00
COSTOS INDIRECTOS					Q 64,612.00
TOTAL RENGLÓN					Q 281,952.00
17.2 Drenaje en parqueo	65	ml			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
Materiales					
Cemento 4000 PSI	119	Saco	Q 82.00	Q 9,758.00	
Arena de río	7	m³	Q 180.00	Q 1,260.00	
Piedrín de 1/2"	8	m³	Q 230.00	Q 1,840.00	
Tubería de PVC 6"	5	Tubo	Q 650.00	Q 3,250.00	
Hierro No. 3 Grado 40	127	Varilla	Q 33.00	Q 4,191.00	
Hierro No. 2 Grado 40	149	Varilla	Q 15.00	Q 2,235.00	
Ladrillo tayuyo 0.10mx0.23mx0.065m	100	Unidad	Q 4.00	Q 400.00	
Alquiler madera 1"x12"x9' (Tabla)	9	Docena	Q 450.00	Q 4,050.00	
Alquiler madera 3"x3"x9' (Paral)	5	Docena	Q 450.00	Q 2,250.00	
Alambre de amarre	180	Libra	Q 7.00	Q 1,260.00	
Clavo de 3"	43	Libra	Q 7.00	Q 301.00	
TOTAL DE MATERIALES				Q 30,795.00	
Maquinaria y Equipo					
Alquiler mezcladora de concreto	3	Día	Q 300.00	Q 900.00	
Alquiler de vibrador para concreto	3	Día	Q 300.00	Q 900.00	
Alquiler de Vibroapisonador	3	Día	Q 300.00	Q 900.00	
TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO				Q 2,700.00	
Mano de obra calificada					
Armadura de canal	65.00	ml	Q 25.00	Q 1,625.00	
Fundición de canal	12.50	m³	Q 150.00	Q 1,875.00	
Marco y rejilla de acero galvanizado	65.00	ml	Q 275.00	Q 17,875.00	
Armadura + fundición de cajas de unión	3	Unidad	Q 285.00	Q 855.00	
Instalación de tubería + accesorios	30	ml	Q 35.00	Q 1,050.00	
Acabados finales + curado	65	ml	Q 15.00	Q 975.00	
TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 24,255.00	
COSTOS DIRECTOS					Q 57,750.00
COSTOS INDIRECTOS					Q 17,325.00
TOTAL RENGLÓN					Q 75,075.00
17.3 Topes en parqueo vehicular	14	Unidad			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
Materiales					
Topes de concreto prefabricado 0.10x0.15x1.80m	14	Unidad	Q 250.00	Q 3,500.00	
TOTAL DE MATERIALES				Q 3,500.00	
Maquinaria y Equipo					
Alquiler de Rotomartillo	1	Día	Q 300.00	Q 300.00	
TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO				Q 300.00	
Mano de obra calificada					
Perforación en concreto	14	Unidad	Q 20.00	Q 280.00	
Instalación de topes	1	Global	Q 300.00	Q 300.00	
TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 580.00	

		COSTOS DIRECTOS				Q	4,380.00
		COSTOS INDIRECTOS				Q	1,304.00
		TOTAL RENGLÓN				Q	5,684.00
17.4	Bordillo	114	ml				
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL	
	Materiales						
	Cemento 4000 PSI	62	Saco	Q 82.00	Q 5,084.00		
	Arena de río	3.5	m³	Q 180.00	Q 630.00		
	Piedrín de 3/4"	4	m³	Q 230.00	Q 920.00		
	Renta madera 1"x12"x9' (Tabla)	3	Docena	Q 450.00	Q 1,350.00		
	Alambre de amarre	18	libra	Q 7.00	Q 126.00		
	Clavo de 3"	15	Libra	Q 7.00	Q 105.00		
	TOTAL DE MATERIALES				Q 8,215.00		
	Maquinaria y Equipo						
	Alquiler mezcladora de concreto	2	Día	Q 300.00	Q 600.00		
	Alquiler de vibrador para concreto	2	Día	Q 300.00	Q 600.00		
	Alquiler de Vibroapisonador	2	Día	Q 300.00	Q 600.00		
	TOTAL DE MAQUINARIA Y EQUIPO				Q 1,800.00		
	Mano de obra calificada						
	Nivelación	18	m²	Q 20.00	Q 360.00		
	Fundición	6.50	m²	Q 150.00	Q 975.00		
	Acabados finales + curado	114	ml	Q 15.00	Q 1,710.00		
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 3,045.00		
	COSTOS DIRECTOS					Q 13,060.00	
	COSTOS INDIRECTOS					Q 3,926.00	
	TOTAL RENGLÓN					Q 16,986.00	
17.5	Pintura de tráfico para parqueo	270	ml				
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL	
	Materiales						
	Pintura para tráfico color amarillo	2	Galón	Q 250.00	Q 500.00		
	Maskin tape 1"	15	Unidad	Q 8.00	Q 120.00		
	Brochas 4"	3	Unidad	Q 27.50	Q 82.50		
	Brochas 2"	3	Unidad	Q 12.50	Q 37.50		
	TOTAL DE MATERIALES				Q 740.00		
	Transporte						
	Transporte de materiales	1	Viaje	Q 500.00	Q 500.00		
	TOTAL DE TRANSPORTE				Q 500.00		
	Mano de obra calificada						
	Trazo y preparación de área	270	ml	Q 3.00	Q 810.00		
	Pintura en general 2 manos	270	ml	Q 10.00	Q 2,700.00		
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 3,510.00		
	COSTOS DIRECTOS					Q 4,750.00	
	COSTOS INDIRECTOS					Q 1,460.00	
	TOTAL RENGLÓN					Q 6,210.00	
18	MEDIDAS DE MITIGACIÓN						
18.1	Medida de mitigación ambiental	7414	Unidad				
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL	
	Materiales						
	Árboles de la región	7414	Unidad	Q 3.00	Q 22,242.00		
	TOTAL DE MATERIALES				Q 22,242.00		
	Transporte						
	Transporte de árboles	2	Viaje	Q 500.00	Q 1,000.00		
	TOTAL DE TRANSPORTE				Q 1,000.00		
	COSTOS DIRECTOS					Q 23,242.00	
	COSTOS INDIRECTOS					Q 6,414.00	
	TOTAL RENGLÓN					Q 29,656.00	

19	LIMPIEZA					
19.1	Limpieza General	1	Unidad			
	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	C/UNITARIO	SUBTOTAL	TOTAL
	Materiales					
	Accesorios de limpieza	1	Unidad	Q 500.00	Q 500.00	
	TOTAL DE MATERIALES				Q 500.00	
	Transporte					
	Renta de camión para retiro de material sobrante	3	Viaje	Q 500.00	Q 1,500.00	
	TOTAL DE TRANSPORTE				Q 1,500.00	
	Mano de obra no calificada					
	Limpieza del área del proyecto	1	Unidad	Q 3,500.00	Q 3,500.00	
	TOTAL DE MANO DE OBRA CALIFICADA				Q 3,500.00	
	COSTOS DIRECTOS				Q 5,500.00	
	COSTOS INDIRECTOS				Q 1,650.00	
	TOTAL RENGLÓN				Q 7,150.000	
	TOTAL DEL PROYECTO				Q 7,495,968.00	

<p>El Presente Presupuesto Ascende a la cantidad de: SIETE MILLONES CUATROCIENTOS NOVENTA Y CINCO MIL NOVECIENTOS SESENTA Y OCHO QUETZALES CON 00/100</p>

Fuente: Elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Apéndice 3.

Cronograma físico y financiero

CRONOGRAMA DE AVANCE FISICO																																																																																																			
PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA BIBLIOTECA MUNICIPAL CON ENFOQUE AL ARTE Y LA CULTURA EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPEQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.																																																																																																			
No.	RENGLON DE ACTIVIDADES	MES 1		MES 2		MES 3		MES 4		MES 5		MES 6		MES 7		MES 8		MES 9		MES 10		TOTAL	% POR RENGION																																																																												
		Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Semana 5	Semana 6	Semana 7	Semana 8	Semana 9	Semana 10	Semana 11	Semana 12	Semana 13	Semana 14	Semana 15	Semana 16	Semana 17	Semana 18	Semana 19	Semana 20			Semana 21	Semana 22	Semana 23	Semana 24	Semana 25	Semana 26	Semana 27	Semana 28	Semana 29	Semana 30	Semana 31	Semana 32	Semana 33	Semana 34	Semana 35	Semana 36	Semana 37	Semana 38	Semana 39	Semana 40																																																								
1	TRABAJOS PRELIMINARES	Q. 35,269.00																					Q. 35,269.00	0.47%																																																																											
2	COMENTACION			Q. 162,466.60	Q. 648,936.40																		Q. 810,733.00	10.82%																																																																											
3	COLUMNAS				Q. 133,344.75	Q. 247,640.25																	Q. 765,817.00	10.22%																																																																											
4	MEGAS			Q. 162,081.00	Q. 108,654.00																		Q. 756,638.00	10.05%																																																																											
5	LOSAS			Q. 316,800.00	Q. 211,220.00																		Q. 1,464,586.00	19.54%																																																																											
6	ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES																						Q. 436,330.00	5.82%																																																																											
7	INSTALACION HIDRAULICA			Q. 5,972.00		Q. 7,266.40																	Q. 14,238.40	0.19%																																																																											
8	INSTALACION PLUVIAL					Q. 2,260.40																	Q. 35,612.00	0.46%																																																																											
9	INSTALACION SANITARIA			Q. 71,723.60		Q. 51,792.20																	Q. 139,318.00	2.30%																																																																											
10	INSTALACION ELECTRICA					Q. 55,381.50																	Q. 194,605.00	2.46%																																																																											
11	MODULO GRADAS INTERIOR				Q. 22,123.00																		Q. 44,250.00	0.59%																																																																											
12	MODULO GRADAS DE EMERGENCIA																						Q. 253,942.00	3.39%																																																																											
13	ACABADOS																						Q. 1,701,816.00	22.70%																																																																											
14	PUERTAS																						Q. 138,780.00	1.86%																																																																											
15	VENTANAS																						Q. 223,587.00	2.89%																																																																											
16	SEÑALIZACION																						Q. 26,640.00	0.35%																																																																											
17	AREA DE PARQUEO																						Q. 385,507.00	5.15%																																																																											
18	MEDIDAS DE MITIGACION																						Q. 29,656.00	0.40%																																																																											
19	LIMPIEZA																						Q. 71,600.00	0.10%																																																																											
	INVERSION MENSUAL		Q. 274,946.40	Q. 800,391.65	Q. 784,624.35	Q. 558,447.00	Q. 669,977.20	Q. 553,331.40	Q. 544,261.10	Q. 888,497.20	Q. 1,916,881.20	Q. 483,701.50	Q. 7,495,968.00	100.00%																																																																																					

El Presente Presupuesto Asiente a la cantidad de: SIETE MILLONES CUATROCIENTOS NOVENTAY CINCO MIL NOVECIENTOS SESENTAY OCHO QUETZALES CON 00/100

Fuente: Elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Apéndice 4.

Resumen de área de acero y espaciamiento para losas del segundo nivel

Área de acero y espaciamiento para los momentos en sentido Y					Espaciamiento calculado (m)	Espaciamiento por usar (m)
Momento (kg-m)	As req. (cm ²)	As min (cm ²)	As por usar	No. varilla		
≤ 980	2.96	2.16	2.96	No. 3	0.24	0.10
1,421	4.35	2.16	4.35	No. 3	0.16	0.10
1,640	5.06	2.16	5.06	No. 3	0.14	0.10
1,822	5.65	2.16	5.65	No. 3	0.13	0.10
1,931	6.01	2.16	6.01	No. 3	0.12	0.10
2,022	6.32	2.16	6.32	No. 3	0.11	0.10
2,223	6.99	2.16	6.99	No. 3	0.10	0.10

Área de acero y espaciamiento para los momentos en sentido X					Espaciamiento calculado (m)	Espaciamiento por usar (m)
Momento (kg-m)	As req. (cm ²)	As min (cm ²)	As por usar	No. varilla		
≤ 980	2.96	2.16	2.96	No. 3	0.24	0.10
1,421	4.35	2.16	4.35	No. 3	0.16	0.10
1,640	5.06	2.16	5.06	No. 3	0.14	0.10
1,731	5.35	2.16	5.35	No. 3	0.13	0.10
2,022	6.32	2.16	6.32	No. 3	0.11	0.10
2,223	6.99	2.16	6.99	No. 3	0.10	0.10

Área de acero y espaciamiento para todos los momentos en sentido X-Y (Acero positivo)					Espaciamiento calculado (m)	Espaciamiento por usar (m)
Momento (kg-m)	As req. (cm ²)	As min (cm ²)	As por usar	No. varilla		
≤ 980	2.96	2.16	2.96	No. 3	0.24	0.20
1,084	3.28	2.16	3.28	No. 3	0.22	0.20

Fuente: Elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Por facilidad en la colocación se usará varilla No. 3 @ 0.10 m en ambos sentidos.

Apéndice 5.

Resumen de área de acero y espaciamiento para losas del tercer nivel

Área de acero y espaciamiento para los momentos en sentido Y					Espaciamiento calculado (m)	Espaciamiento por usar (m)
Momento (kg-m)	As req. (cm ²)	As min (cm ²)	As por usar	No. varilla		
≤ 980	2.96	2.16	2.96	No. 3	0.24	0.20
985	2.97	2.16	2.97	No. 3	0.24	0.20
1,082	3.28	2.16	3.28	No. 3	0.22	0.20

Área de acero y espaciamiento para los momentos en sentido x					Espaciamiento calculado (m)	Espaciamiento por usar (m)
Momento (kg-m)	As req. (cm ²)	As min (cm ²)	As por usar	No. varilla		
≤ 980	2.96	2.16	2.96	No. 3	0.24	0.20
985	2.97	2.16	2.97	No. 3	0.24	0.20
1,082	3.28	2.16	3.28	No. 3	0.22	0.20

Área de acero y espaciamiento para todos los momentos en sentido X-Y (Acero positivo)					Espaciamiento calculado (m)	Espaciamiento por usar (m)
Momento (kg-m)	As req. (cm ²)	As min (cm ²)	As por usar	No. varilla		
≤ 980	2.96	2.16	2.96	No. 3	0.24	0.20

Fuente: Elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Por facilidad en la colocación se usará varilla No. 3 @ 0.20 m en ambos sentidos.

Apéndice 6.

Resumen de área de acero longitudinal y transversal de vigas del marco 6

Tramo	Mu (kg-m)	As req (cm ²)	Armado final de vigas, Tercer Nivel			Acero transversal
			As colocado (cm ²)	Acero longitudinal		
				Cama superior	Cama inferior	
Viga E-D						
Mneg.izq	8,585	5.31	6.41	2 No. 6 +	2 No. 6	Est. 1 No. 3 @ 0.05 m
Mpos	4,527	2.76	5.70	1 bastón No. 3		Zona de conf. @ 0.10 m
Mneg.der	9,883	6.14	6.41			resto @ 0.20 m
Viga D-C						
Mneg.izq	9,088	5.63	6.41	2 No. 6 +	2 No. 6	Est. 1 No. 3 @ 0.05 m
Mpos	3,961	2.41	5.70	1 bastón No. 3		Zona de conf. @ 0.10 m
Mneg.der	8,924	5.53	6.41			resto @ 0.20 m
Viga C-B						
Mneg.izq	8,924	5.53	6.41	2 No. 6 +	2 No. 6	Est. 1 No. 3 @ 0.05 m
Mpos	3,961	2.41	5.70	1 bastón No. 3		Zona de conf. @ 0.10 m
Mneg.der	9,089	5.63	6.41			resto @ 0.20 m
Viga B-A						
Mneg.izq	9,883	6.14	6.41	2 No. 6 +	2 No. 6	Est. 1 No. 3 @ 0.05 m
Mpos	4,527	2.76	5.70	1 bastón No. 3		Zona de conf. @ 0.10 m
Mneg.der	8,635	5.34	6.41			resto @ 0.20 m

Fuente: Elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Tramo	Mu (kg-m)	As req (cm ²)	Armado final de vigas, Segundo Nivel			Acero transversal
			As colocado (cm ²)	Acero longitudinal		
				Cama superior	Cama inferior	
Viga E-D						
Mneg.izq	16,461	10.51	11.40	2 No. 6 +	2 No. 6	Est. 1 No. 3 @ 0.05 m
Mpos	7,407	4.56	5.70	2 bastones No. 6		Zona de conf. @ 0.10 m
Mneg.der	17,345	11.11	11.40			resto @ 0.20 m
Viga D-C						
Mneg.izq	16,512	10.54	11.40	2 No. 6 +	2 No. 6	Est. 1 No. 3 @ 0.05 m
Mpos	6,481	3.98	5.70	2 bastones No. 6		Zona de conf. @ 0.10 m
Mneg.der	16,479	10.52	11.40			resto @ 0.20 m
Viga C-B						
Mneg.izq	16,479	10.52	11.40	2 No. 6 +	2 No. 6	Est. 1 No. 3 @ 0.05 m
Mpos	6,481	3.98	5.70	2 bastones No. 6		Zona de conf. @ 0.10 m
Mneg.der	16,512	10.54	11.40			resto @ 0.20 m
Viga B-A						
Mneg.izq	17,345	11.11	11.40	2 No. 6 +	2 No. 6	Est. 1 No. 3 @ 0.05 m
Mpos	7,407	4.56	5.70	2 bastones No. 6		Zona de conf. @ 0.10 m
Mneg.der	16,462	10.51	11.40			resto @ 0.20 m

Fuente: Elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Tramo	Mu (kg-m)	As req (cm ²)	Armado final de vigas, Primer Nivel		Acero transversal
			As colocado (cm ²)	Acero longitudinal Cama superior Cama inferior	
Viga E-D					
Mneg.izq	19,754	12.84	13.46	2 No. 7 +	2 No. 7
Mpos	7,407	4.58	7.76	2 bastones No. 6	
Mneg.der	20,610	13.44	13.46	Est. 1 No. 3 @ 0.05 m Zona de conf. @ 0.10 m resto @ 0.20 m	
Viga D-C					
Mneg.izq	20,348	13.26	13.46	2 No. 7 +	2 No. 7
Mpos	6,481	3.99	7.76	2 bastones No. 6	
Mneg.der	20,516	13.38	13.46	Est. 1 No. 3 @ 0.05 m Zona de conf. @ 0.10 m resto @ 0.20 m	
Viga C-B					
Mneg.izq	20,291	13.22	13.46	2 No. 7 +	2 No. 7
Mpos	6,481	3.99	7.76	2 bastones No. 6	
Mneg.der	20,573	13.42	13.46	Est. 1 No. 3 @ 0.05m Zona de conf. @ 0.10 m resto @ 0.20 m	
Viga B-A					
Mneg.izq	20,603	13.44	13.46	2 No. 7 +	2 No. 7
Mpos	7,407	4.58	7.76	2 bastones No. 6	
Mneg.der	19,607	12.74	13.46	Est. 1 No. 3 @ 0.05 m Zona de conf. @ 0.10 m resto @ 0.20 m	

Fuente: Elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Apéndice 7.

Resumen de área de acero longitudinal y transversal de vigas del marco B

Tramo	Mu (kg-m)	As req cm ²	Armado final de vigas, Tercer Nivel			Acero transversal
			As colocado cm ²	Acero longitudinal		
				Cama superior	Cama inferior	
Viga 1-2						
Mneg.izq	8,136	5.02	6.41	2 No. 6 +	2 No. 6	Est. 1 No. 3 @ 0.05 m Zona de conf. @ 0.10 m resto @ 0.20 m
Mpos	4,527	2.76	5.70	1 bastón No. 3		
Mneg.der	9,480	5.90	6.41			
Viga 2-3						
Mneg.izq	8,715	5.40	6.41	2 No. 6 +	2 No. 6	Est. 1 No. 3 @ 0.05 m Zona de conf. @ 0.10m resto @ 0.20 m
Mpos	3,961	2.41	5.70	1 bastón No. 3		
Mneg.der	8,563	5.30	6.41			
Viga 3-4						
Mneg.izq	8,648	5.35	6.41	2 No. 6 +	2 No. 6	Est. 1 No. 3 @ 0.05 m Zona de conf. @ 0.10 m resto @0.20m
Mpos	3,961	2.41	5.70	1 bastón No. 3		
Mneg.der	8,669	5.37	6.41			
Viga 4-5						
Mneg.izq	8,669	5.37	6.41	2 No. 6 +	2 No. 6	Est. 1 No. 3 @ 0.05 m Zona de conf. @ 0.10 m resto @ 0.20 m
Mpos	3,961	2.41	5.70	1 bastón No. 3		
Mneg.der	8,648	5.35	6.41			
Viga 5-6						
Mneg.izq	8,563	5.30	6.41	2 No. 6 +	2 No. 6	Est. 1 No. 3 @ 0.05 m Zona de conf. @ 0.10 m resto @ 0.20 m
Mpos	3,961	2.41	5.70	1 bastón No. 3		
Mneg.der	8,716	5.40	6.41			
Viga 6-7						
Mneg.izq	9,479	5.88	6.41	2 No. 6 +	2 No. 6	Est. 1 No. 3 @ 0.05 m Zona de conf. @ 0.10 m resto @ 0.20 m
Mpos	4,527	2.76	5.70	1 bastón No. 3		
Mneg.der	8,135	5.02	6.41			

Fuente: Elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Tramo	Mu (kg-m)	As req cm ²	Armado final de vigas, Segundo Nivel		Acero transversal	
			As colocado cm ²	Acero longitudinal Cama superior	Cama inferior	
Viga 1-2						
Mneg.izq	15,610	9.93	11.40	2 No. 6 +	2 No. 6	Est. 1 No. 3 @ 0.05m Zona de conf. @ 0.10 m resto @ 0.20 m
Mpos	7,407	4.56	5.70	2 bastones No. 6		
Mneg.der	16,540	10.56	11.40			
Viga 2-3						
Mneg.izq	15,755	10.03	11.40	2 No. 6 +	2 No. 6	Est. 1 No. 3 @ 0.05m Zona de conf. @ 0.10 m resto @ 0.20 m
Mpos	6,481	3.98	5.70	2 bastones No. 6		
Mneg.der	15,719	10.00	11.40			
Viga 3-4						
Mneg.izq	15,741	10.02	11.40	2 No. 6 +	2 No. 6	Est. 1 No. 3 @ 0.05m Zona de conf. @ 0.10 m resto @ 0.20 m
Mpos	6,481	3.98	5.70	2 bastones No. 6		
Mneg.der	15,739	10.02	11.40			
Viga 4-5						
Mneg.izq	15,739	10.02	11.40	2 No. 6 +	2 No. 6	Est. 1 No. 3 @ 0.05m Zona de conf. @ 0.10 m resto @ 0.20 m
Mpos	6,481	3.98	5.70	2 bastones No. 6		
Mneg.der	15,741	10.02	11.40			
Viga 5-6						
Mneg.izq	15,719	10.00	11.40	2 No. 6 +	2 No. 6	Est. 1 No. 3 @ 0.05m Zona de conf. @ 0.10 m resto @ 0.20 m
Mpos	6,481	3.98	5.70	2 bastones No. 6		
Mneg.der	15,754	10.03	11.40			
Viga 6-7						
Mneg.izq	16,540	10.56	11.40	2 No. 6 +	2 No. 6	Est. 1 No. 3 @ 0.05m Zona de conf. @ 0.10 m resto @ 0.20 m
Mpos	7,407	4.56	5.70	2 bastones No. 6		
Mneg.der	15,611	9.93	11.40			

Fuente: Elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Tramo	Mu (kg-m)	As req cm ²	Armado final de vigas, Primer Nivel			Acero transversal
			As colocado cm ²	Acero longitudinal Cama superior Cama inferior		
Viga 1-2						
Mneg.izq	18,965	12.28	13.46	2 No. 7 +	2 No. 7	Est. 1 No. 3 @ 0.05 m Zona de conf. @ 0.10 m resto @ 0.20 m
Mpos	7,407	4.58	7.76	2 bastones No. 6		
Mneg.der	20,252	13.19	13.46			
Viga 2-3						
Mneg.izq	20,107	13.09	13.46	2 No. 7 +	2 No. 7	Est. 1 No. 3 @ 0.05 m Zona de conf. @ 0.10 m resto @ 0.20 m
Mpos	6,481	3.99	7.76	2 bastones No. 6		
Mneg.der	20,048	13.05	13.46			
Viga 3-4						
Mneg.izq	20,191	13.15	13.46	2 No. 7 +	2 No. 7	Est. 1 No. 3 @ 0.05 m Zona de conf. @ 0.10 m resto @ 0.20 m
Mpos	6,481	3.99	7.76	2 bastones No. 6		
Mneg.der	20,197	13.15	13.46			
Viga 4-5						
Mneg.izq	20,197	13.15	13.46	2 No. 7 +	2 No. 7	Est. 1 No. 3 @ 0.05 m Zona de conf. @ 0.10 m resto @ 0.20 m
Mpos	6,481	3.99	7.76	2 bastones No. 6		
Mneg.der	20,191	13.15	13.46			
Viga 5-6						
Mneg.izq	20,082	13.07	13.46	2 No. 7 +	2 No. 7	Est. 1 No. 3 @ 0.05 m Zona de conf. @ 0.10 m resto @ 0.20 m
Mpos	6,481	3.99	7.76	2 bastones No. 6		
Mneg.der	20,019	13.03	13.46			
Viga 6-7						
Mneg.izq	20,000	13.01	13.46	2 No. 7 +	2 No. 7	Est. 1 No. 3 @ 0.05 m Zona de conf. @ 0.10 m resto @ 0.20 m
Mpos	7,407	4.30	7.76	2 bastones No. 6		
Mneg.der	18,651	12.28	13.46			

Fuente: Elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Apéndice 8.

Resumen de área de acero longitudinal y transversal de columnas del marco 6

Armado final de columnas, Tercer Nivel							
Columna	Pu (kg)	Mx (kg-m)	My (kg-m)	As colocado (cm ²)	Chequeo	Acero longitudinal	Acero transversal
6-E	12,470	7,419	7,450	34.06	OK	12 No. 6	
6-D	22,541	7,417	8,347	34.06	OK	12 No. 6	
6-C	22,541	7,056	8,077	34.06	OK	12 No. 6	Est. 3 No. 3 @ 0.10 m
6-B	22,541	7,393	8,339	34.06	OK	12 No. 6	
6-A	12,470	7,413	7,449	34.06	OK	12 No. 6	
Armado final de columnas, Segundo Nivel							
Columna	Pu (kg)	Mx (kg-m)	My (kg-m)	As colocado (cm ²)	Chequeo	Acero longitudinal	Acero transversal
6-E	37,070	10,968	9,694	34.06	OK	12 No. 6	
6-D	66,673	10,905	12,111	34.06	OK	12 No. 6	
6-C	66,673	10,385	12,029	34.06	OK	12 No. 6	Est. 3 No. 3 @ 0.10 m
6-B	66,673	10,915	12,098	34.06	OK	12 No. 6	
6-A	37,070	11,038	9,693	34.06	OK	12 No. 6	
Armado final de columnas, Primer Nivel							
Columna	Pu (kg)	Mx (kg-m)	My (kg-m)	As colocado (cm ²)	Chequeo	Acero longitudinal	Acero transversal
6-E	61,899	24,008	23,732	60.80	OK	12 No. 8	
6-D	111,036	23,251	25,394	60.80	OK	12 No. 8	Est. 3 No. 3 en zona de confinamiento @ 0.10 m
6-C	111,036	22,267	25,203	60.80	OK	12 No. 8	resto @ 0.15 m
6-B	111,036	23,408	25,407	60.80	OK	12 No. 8	
6-A	61,899	24,320	23,731	60.80	OK	12 No. 8	

Fuente: Elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Apéndice 9.


Resumen de área de acero longitudinal y transversal de columnas del marco B

Armado final de columnas, Tercer Nivel							
Columna	Pu (kg)	Mx (kg-m)	My (kg-m)	As colocado (cm ²)	Chequeo	Acero longitudinal	Acero transversal
1-B	12,470	6,893	8,395	34.06	OK	12 No. 6	
2-B	22,541	7,393	8,339	34.06	OK	12 No. 6	
3-B	22,541	7,163	7,923	34.06	OK	12 No. 6	
4-B	22,541	7,166	7,495	34.06	OK	12 No. 6	Est. 3 No. 3 @ 0.10 m
5-B	22,541	7,163	7,921	34.06	OK	12 No. 6	
6-B	22,541	7,393	8,339	34.06	OK	12 No. 6	
7-B	12,470	6,898	8,396	34.06	OK	12 No. 6	
Armado final de columnas, Segundo Nivel							
Columna	Pu (kg)	Mx (kg-m)	My (kg-m)	As colocado (cm ²)	Chequeo	Acero longitudinal	Acero transversal
1-B	37,070	8,919	12,267	34.06	OK	12 No. 6	
2-B	66,673	10,914	12,095	34.06	OK	12 No. 6	
3-B	66,673	10,848	11,467	34.06	OK	12 No. 6	
4-B	66,673	10,838	10,840	34.06	OK	12 No. 6	Est. 3 No. 3 @ 0.10 m
5-B	66,673	10,847	11,471	34.06	OK	12 No. 6	
6-B	66,673	10,915	12,098	34.06	OK	12 No. 6	
7-B	37,070	8,924	12,270	34.06	OK	12 No. 6	
Armado final de columnas, Primer Nivel							
Columna	Pu (kg)	Mx (kg-m)	My (kg-m)	As colocado (cm ²)	Chequeo	Acero longitudinal	Acero transversal
1-B	61,899	21,950	26,484	60.80	OK	12 No. 8	
2-B	111,036	23,409	25,413	60.80	OK	12 No. 8	
3-B	111,036	23,230	24,087	60.80	OK	12 No. 8	Est. 3 No. 3 en zona de confinamiento @ 0.10 m
4-B	111,036	23,238	22,758	60.80	OK	12 No. 8	resto @ 0.15 m
5-B	111,036	23,231	24,085	60.80	OK	12 No. 8	
6-B	111,036	23,408	25,407	60.80	OK	12 No. 8	
7-B	61,899	21,954	26,476	60.80	OK	12 No. 8	

Fuente: Elaboración propia, utilizando Microsoft Excel 2016.

Apéndice 10.

Resultado de ensayo triaxial



viernes, 10 de febrero de 2023

Servicios Técnicos y Control de Calidad en:
Laboratorio de **S**uelos, **A**sfalto y **C**oncreto.
QUINTANA ROO, CENTRO AMÉRICA

Método de ensayo standard para la resistencia a la compresión (Triaxial) (no confinada) no consolidada -no drenada (U.U.) en muestra inalterada.

ASTM D-2850 y AASHTO T-234

INTERESADO: MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS.

NOMBRE DEL PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA BIBLIOTECA MUNICIPAL CON ENFOQUE AL ARTE Y LA CULTURA EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.

CALICATA No. I

Probeta No.:	1	2	3
Presion en rotura σ (ton/m ²)	11.03	19.18	35.19
Presion Lateral (TON/M ²)	5	10	20
Presion intersticial u (ton/m ²)	x	x	x
Deformacion en rotura (%)	2.0	4.0	6.0
Densidad sec = (Ton/m ³)	0.82	0.82	0.82
densidad humeda= Ys (Ton/m ³)	1.36	1.36	1.36
% de humedad.:	65.8	65.8	65.8
Dimensiones y tipo de la probeta.:	2" x 4"	2" x 4"	2" x 4"

COHESION EN .:

2.6 Ton/m²

ϕ DE FRICCION INTERNA.:

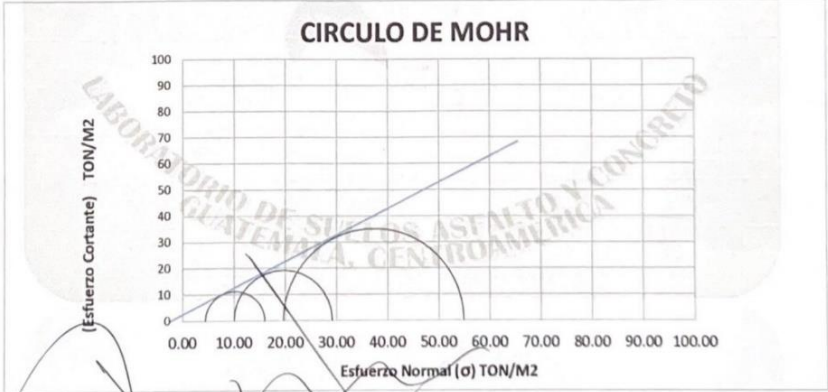
30.6 ϕ


Coeficiente de seguridad	D
1	2

Vs= valor soporte del suelo (ton/m²)


Terzagui

CIRCULO DE MOHR

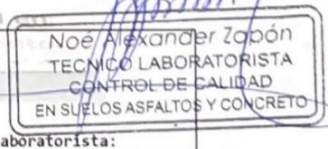




Encargado de Laboratorio:



Laboratorio:




Laboratorista:

suascon_laboratorio@hotmail.com Tel: 4215-5297 claro

Fuente: Laboratorio de Mecánica de Suelos, Asfalto y Concreto SUASCON, San Marcos.

Apéndice 11.

Resultado de ensayo granulométrico



Clasificación de Suelos Para Fines de Ingeniería

SOLICITANTE : Carlos Fernando Velásquez Rodas
Diseño del edificio para la biblioteca municipal con enfoque al arte y la cultura en el municipio de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos
 UBICACION : SAN PEDRO SACATEPEQUEZ SAN MARCOS
 FECHAS ENSAYOS: 23 de enero de 2023
 TECNICOS : ERIS GRAMAJO
 REFERENCIAS: SUELO NATURAL - SUBRASANTE
 Archivo N° : 0

LIMITES DE CONSISTENCIA

	LIMITE LIQUIDO = $W_{(20-30)}(N/25)^{0.121}$			LIMITE PLASTICO	
	16	25	35		
No golpes	16	25	35		
húm + tara	55.40	49.23	39.11		
seco + tara	48.96	45.96	35.70	NO TIENE	NO TIENE
Tara	21.50	21.57	22.13		
Humedad	23.5%	13.4%	25.1%		
LIM LIQ =	22	13	26	IP = 0	

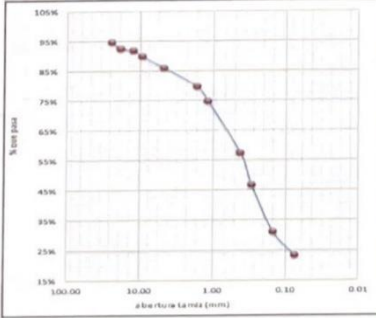
pesos Iniciales (gr.)	humedad natural	% organico
Inicial húmedo = 1000.00	Peso tara= 22.56	Peso orgánico= 0
Inicial seco = 891.09	hum+tara= 108.87	Seco+orgánico= 0
lavado seco = 687.61	seco+tara= 99.47	Calcado+orgánico= 0
	humedad= 12.22%	%organico= 0.00%

ANALISIS GRANULOMETRICO

Malla (mm)	muestra nat.	muestra lav	% Ret-Para	% Ret-Acum	% Que Pasa	Malla (µm)
101.600		0.00	0.00%	0.00%	100.00%	3"
63.500		0.00	0.00%	0.00%	100.00%	2 1/2"
50.800		0.00	0.00%	0.00%	100.00%	2"
38.700		0.00	0.00%	0.00%	100.00%	1 1/2"
25.400		46.77	5.25%	5.25%	94.75%	1"
19.100		17.90	2.01%	7.26%	92.74%	3/4"
12.700		6.82	0.77%	8.02%	91.98%	1/2"
9.520		18.08	2.03%	10.05%	89.95%	3/8"
4.760		34.24	3.84%	13.89%	86.11%	No. 4
1.680		56.12	6.30%	20.19%	79.81%	No. 10
1.190		43.38	4.87%	25.06%	74.94%	16
0.420		155.20	17.42%	42.48%	57.52%	40
0.297		94.89	10.65%	53.13%	46.87%	50
0.149		140.31	15.75%	68.87%	31.13%	100
0.074		69.95	7.85%	76.72%	23.28%	No. 200
fondo		3.95	23.28%	100.00%	0.00%	
finos lavados		203.48				
finos totales		207.43				
Sumas		891.09				

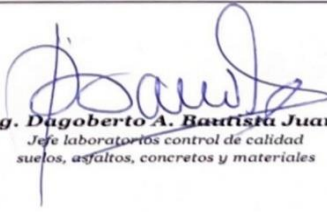
%gruesos: 14 %arena: 83 %finos: 23

D ₆₀ = 46.87%	D ₃₀ = 57.82%	D ₁₀ = 79.81%	C _u = 0.99	C _c = 0.88	Clasificación AASHTO: A1-b (0)
--------------------------	--------------------------	--------------------------	-----------------------	-----------------------	---------------------------------------



Clasificación SUCS:

SM: Arenas limosas, mezclas de arena y limo.



Ing. Dagoberto A. Bautista Juárez
 Jefe laboratorio control de calidad
 suelos, asfaltos, concretos y materiales

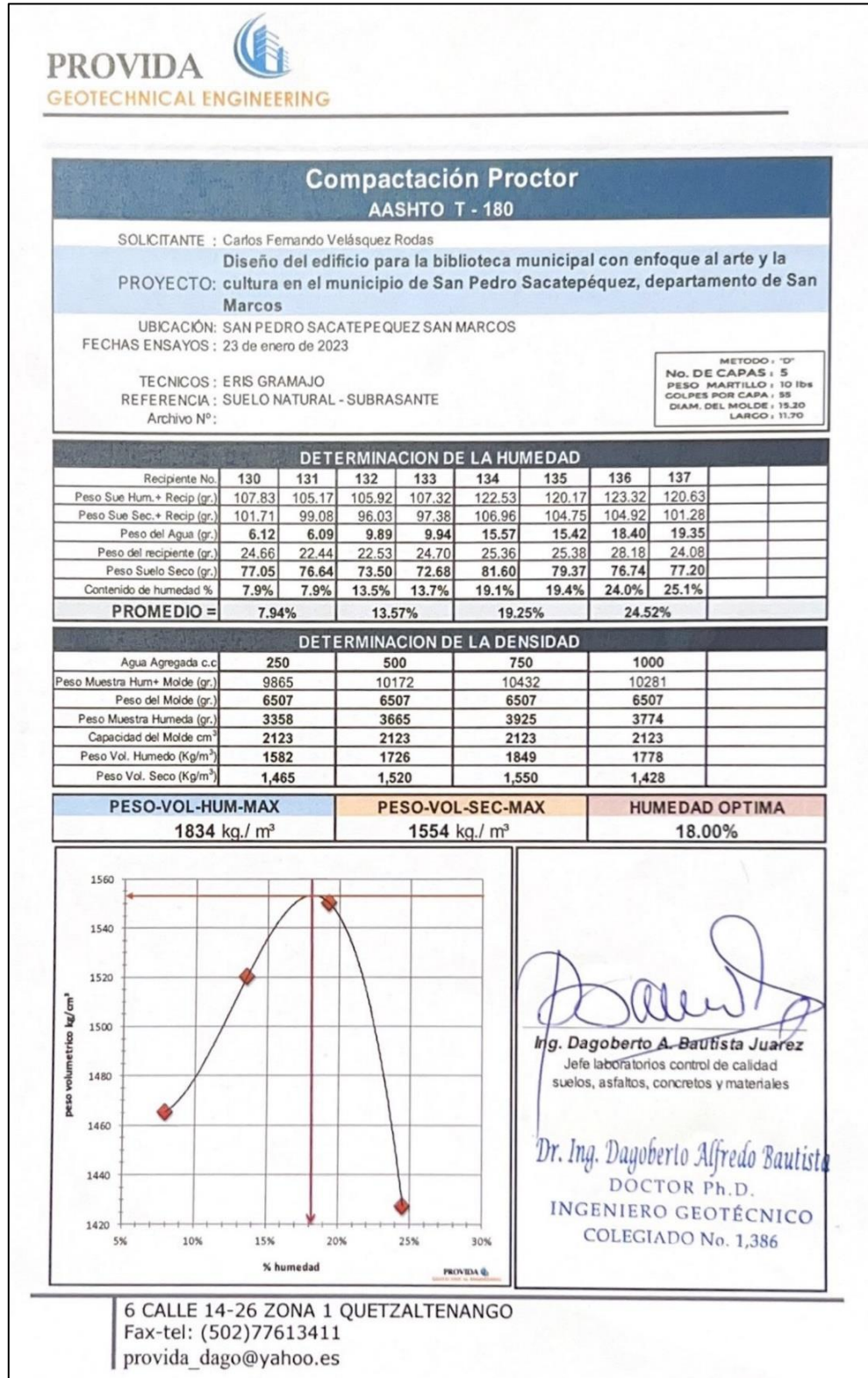
6 CALLE 14-26 ZONA 1 QUETZALTENANGO
 Fax-tel: (502)77613411
 provida_dago@yahoo.es

Dr. Ing. Dagoberto Alfredo Bautista
 DOCTOR Ph.D.
 INGENIERO GEOTÉCNICO
 COLEGIADO No. 1,386

Fuente: Laboratorio PROVIDA, Quetzaltenango.

Apéndice 12.

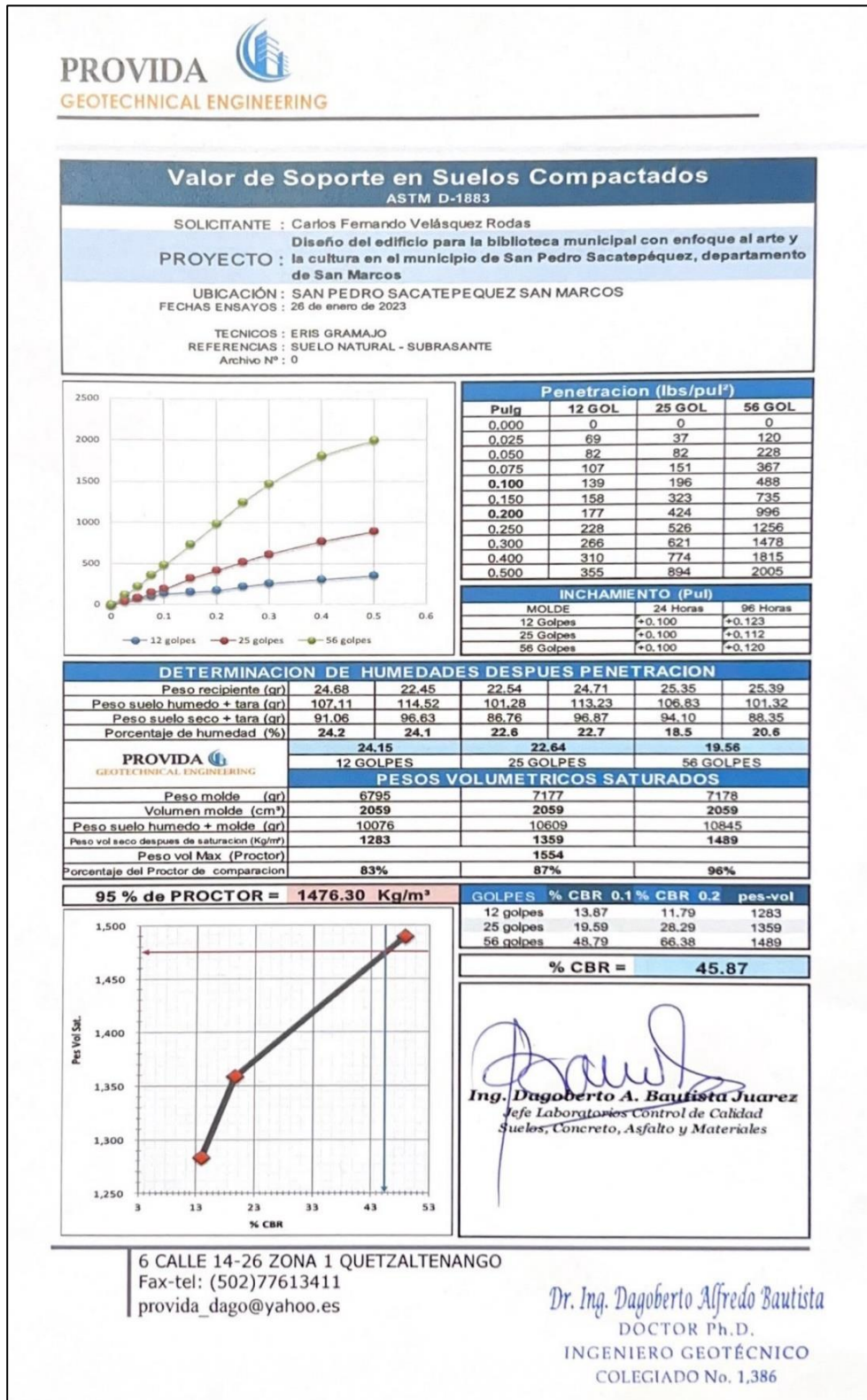
Resultado de ensayo compactación Proctor



Fuente: Laboratorio PROVIDA, Quetzaltenango.

Apéndice 13.

Resultado de ensayo valor soporte del suelo (CBR)



Fuente: Laboratorio PROVIDA, Quetzaltenango.

ANEXOS

Anexo 1.

Coeficientes para momentos negativos en losa

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

Fuente: Nilson Arthur, Diseño de estructuras de concreto, p.378

Anexo 2.

Coeficientes para momentos positivos debido a carga muerta en losas

Relación l_b	Caso 1	Caso 2	Caso 3	Caso 4	Caso 5	Caso 6	Caso 7	Caso 8	Caso 9
1.00 $C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.036 0.036	0.018 0.018	0.018 0.027	0.027 0.027	0.027 0.018	0.033 0.027	0.027 0.033	0.020 0.023	0.023 0.020
0.95 $C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.040 0.033	0.020 0.016	0.021 0.025	0.030 0.024	0.028 0.015	0.036 0.024	0.031 0.031	0.022 0.021	0.024 0.017
0.90 $C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.045 0.029	0.022 0.014	0.025 0.024	0.033 0.022	0.029 0.013	0.039 0.021	0.035 0.028	0.025 0.019	0.026 0.015
0.85 $C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.050 0.026	0.024 0.012	0.029 0.022	0.036 0.019	0.031 0.011	0.042 0.017	0.040 0.025	0.029 0.017	0.028 0.013
0.80 $C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.056 0.023	0.026 0.011	0.034 0.020	0.039 0.016	0.032 0.009	0.045 0.015	0.045 0.022	0.032 0.015	0.029 0.010
0.75 $C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.061 0.019	0.028 0.009	0.040 0.018	0.043 0.013	0.033 0.007	0.048 0.012	0.051 0.020	0.036 0.013	0.031 0.007
0.70 $C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.068 0.016	0.030 0.007	0.046 0.016	0.046 0.011	0.035 0.005	0.051 0.009	0.058 0.017	0.040 0.011	0.033 0.006
0.65 $C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.074 0.013	0.032 0.006	0.054 0.014	0.050 0.009	0.036 0.004	0.054 0.007	0.065 0.014	0.044 0.009	0.034 0.005
0.60 $C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.081 0.010	0.034 0.004	0.062 0.011	0.053 0.007	0.037 0.003	0.056 0.006	0.073 0.012	0.048 0.007	0.036 0.004
0.55 $C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.088 0.008	0.035 0.003	0.071 0.009	0.056 0.005	0.038 0.002	0.058 0.004	0.081 0.009	0.052 0.005	0.037 0.003
0.50 $C_{a,dl}$ $C_{b,dl}$	0.095 0.006	0.037 0.002	0.080 0.007	0.059 0.004	0.039 0.001	0.061 0.003	0.089 0.007	0.056 0.004	0.038 0.002

Fuente: Nilson Arthur, Diseño de estructuras de concreto, p.379

Anexo 3.

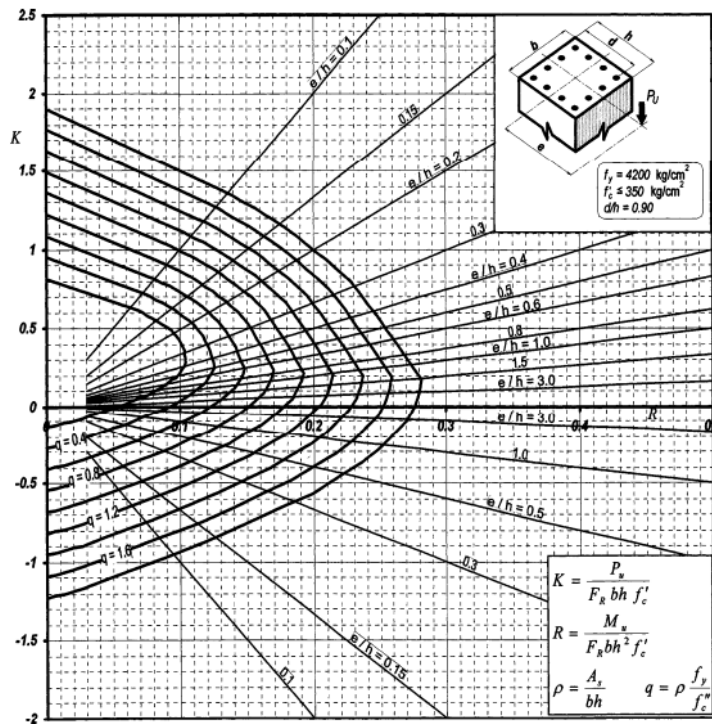
Coeficientes para momentos positivos debido a carga viva en losas

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

Fuente: Nilson Arthur, Diseño de estructuras de concreto, p.379

Anexo 4.

Gráficas de interacción para columnas de concreto reforzado



Fuente: González Cuevas, Aspectos fundamentales del concreto reforzado, p.776

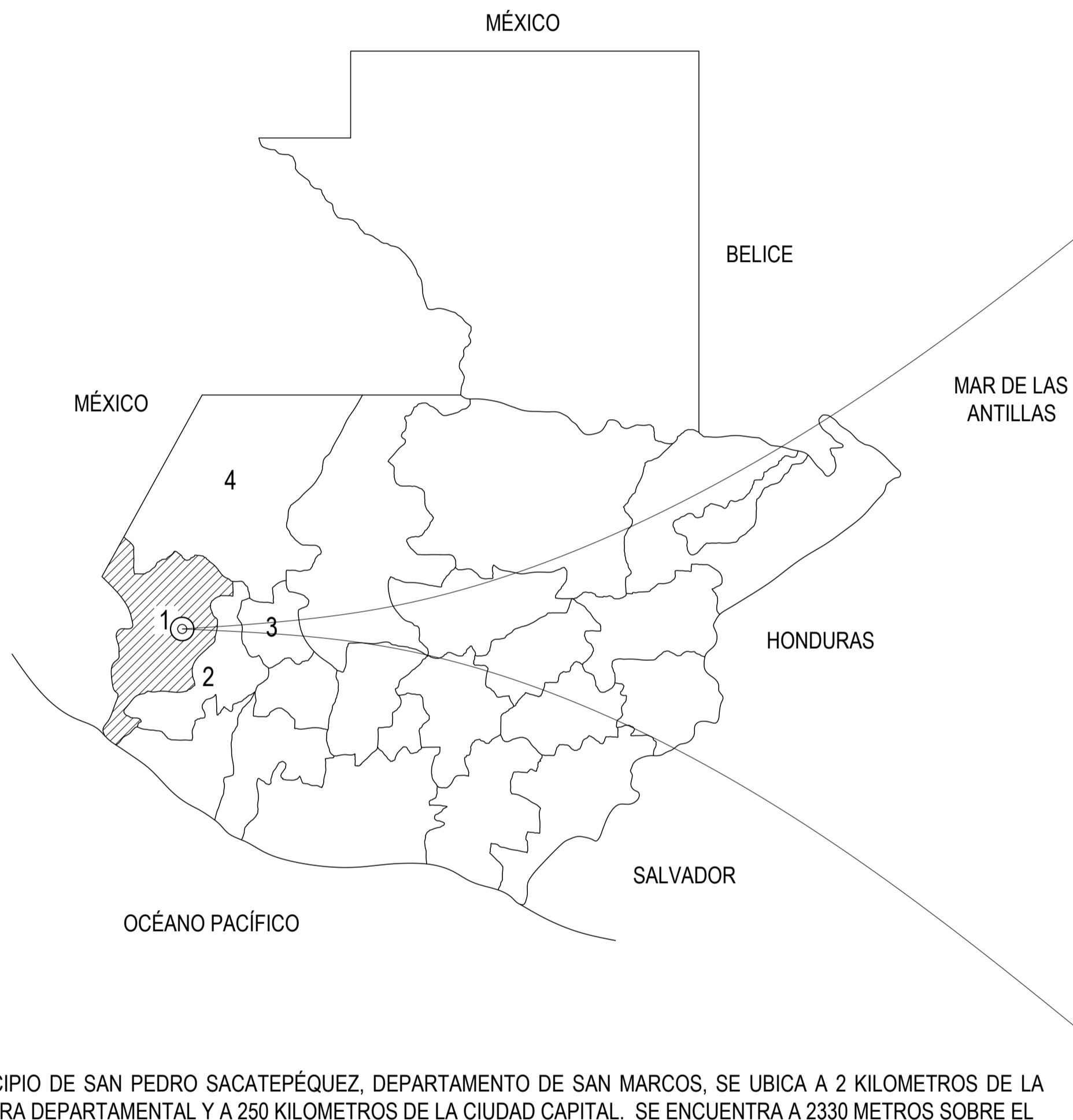
Anexo 5.

Planos constructivos

1. Plano de Ubicación y Localización.
2. Planta Conjunto.
3. Planta Arquitectónica.
4. Planta Cota y Niveles.
5. Planta de Acabados.
6. Planta Estructural de Losas + Vigas.
7. Planta Estructural de Vigas + Detalles.
8. Planta Estructural de Zapatas + Columnas.
9. Detalles de Zapatas, Columnas y Nodos.
10. Detalles Corte de Muros y Gradadas.
11. Detalles Gradadas de Emergencia.
12. Planta Elementos No Estructurales, Muros y Mochetas + Detalles.
13. Planta Aguas Negras y Pluviales.
14. Planta Instalación Agua Potable
15. Planta Drenaje, Agua Potable y Detalles.
16. Planta Instalación Eléctrica, Iluminación.
17. Planta Instalación Eléctrica, Fuerza.
18. Planta Norma NRD-2
19. Planta Losa/Parqueo, Cotas y Niveles, Drenaje.

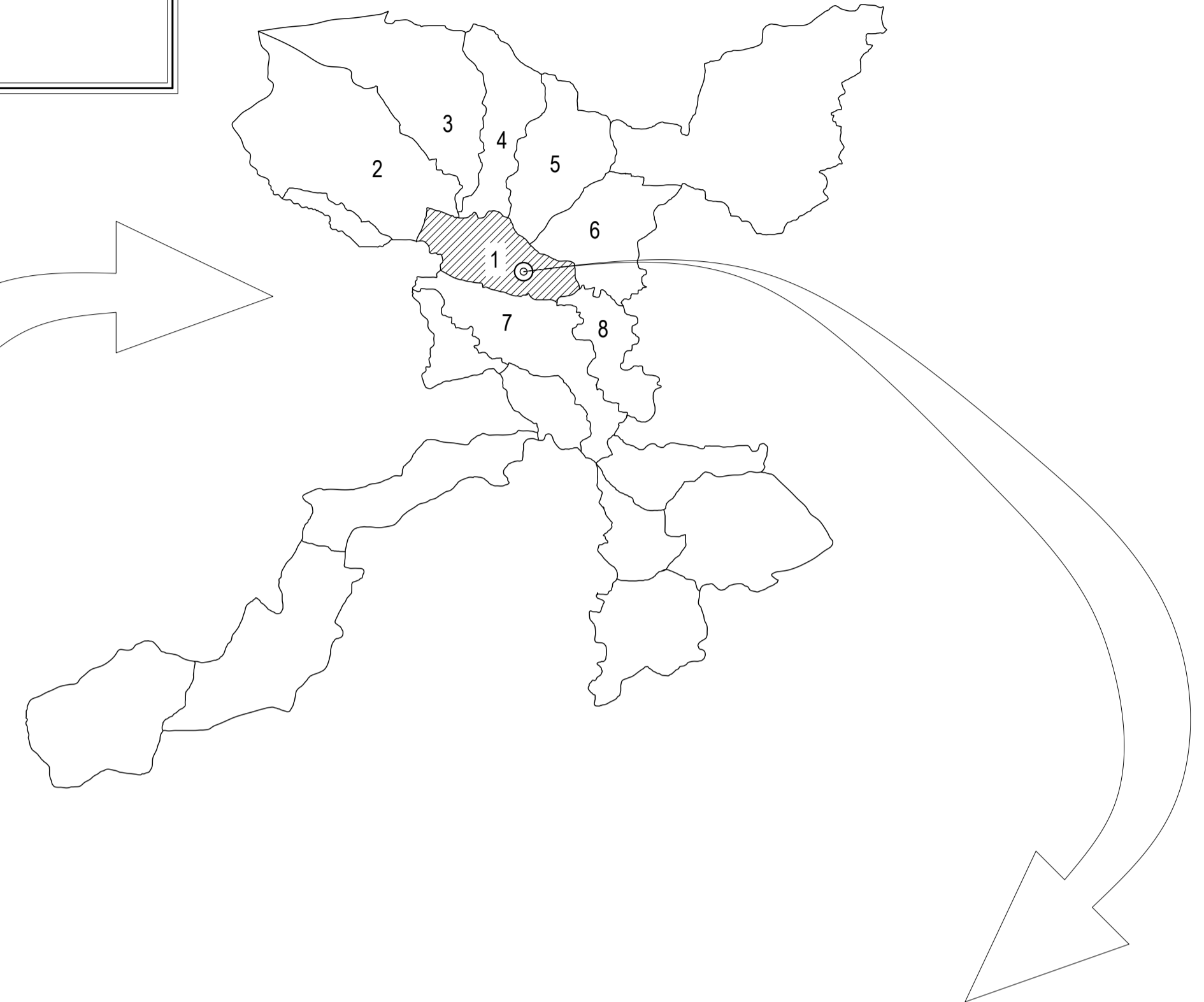
1. SAN MARCOS
2. QUETZALTENANGO
3. TOTONICAPÁN
4. HUEHUETENANGO

MAPA DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA



EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS, SE UBICA A 2 KILOMETROS DE LA CABECERA DEPARTAMENTAL Y A 250 KILOMETROS DE LA CIUDAD CAPITAL. SE ENCUENTRA A 2330 METROS SOBRE EL NIVEL DEL MAR, A UNA LATITUD DE 14°57' 55" Y LONGITUD DE 91°46'36" CON RESPECTO AL MERIDIANO DE GREENWICH.

1. SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ
2. PIEDRA GRANDE
3. SAN ANDRÉS CHAPIL
4. LA GRANDEZA
5. SAN JOSÉ CABEN
6. CHAMAC
7. CHAMPOLLAP
8. LLANO GRANDE



EL PROYECTO SE ENCUENTRA UBICADO EN LA CALLE 29 DE JUNIO, ACCESO No. 5 DE LA ZONA 2 DEL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, EN EL CASCO URBANO.

PLANO DE UBICACIÓN Y LOCALIZACIÓN

Escala S/E

- | | |
|------------------------------|---------------------------------|
| 1. TACANÁ | 16. SAN CRISTÓBAL CUCHO |
| 2. SIBINAL | 17. ESQUIPULAS PALO GORDO |
| 3. SÁN JOSE OJETENAM | 18. SAN RAFAEL PIE DE LA CUESTA |
| 4. CONCEPCIÓN TUTUAPA | 19. SAN PABLO |
| 5. SAN MIGUEL IXTAHUACÁN | 20. MALACATÁN |
| 6. SIPACAPA | 21. CATARINA |
| 7. TEJUTLA | 22. EL RODEO |
| 8. COMITANCILLO | 23. EL TUMBADOR |
| 9. IXCHIHUÁN | 24. NUEVO PROGRESO |
| 10. TAJUMULCO | 25. LA REFORMA |
| 11. SAN MARCOS | 26. EL QUETZAL |
| 12. SAN LORENZO | 27. PAJAPITA |
| 13. RIO BLANCO | 28. AYUTLA |
| 14. SAN ANTONIO SACATEPEQUEZ | 29. OCÓS |
| 15. SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ | 30. LA BLANCA |



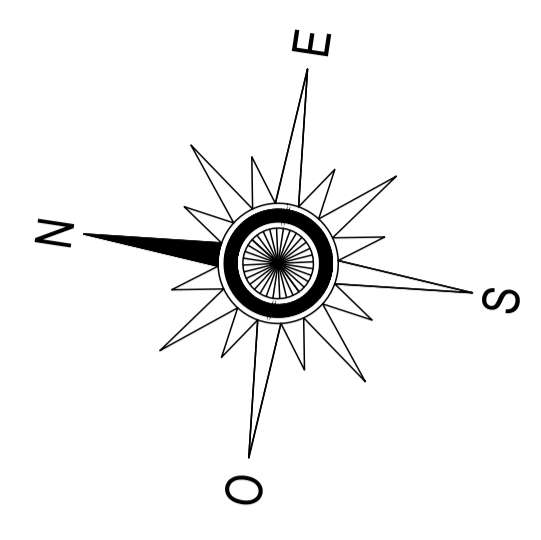
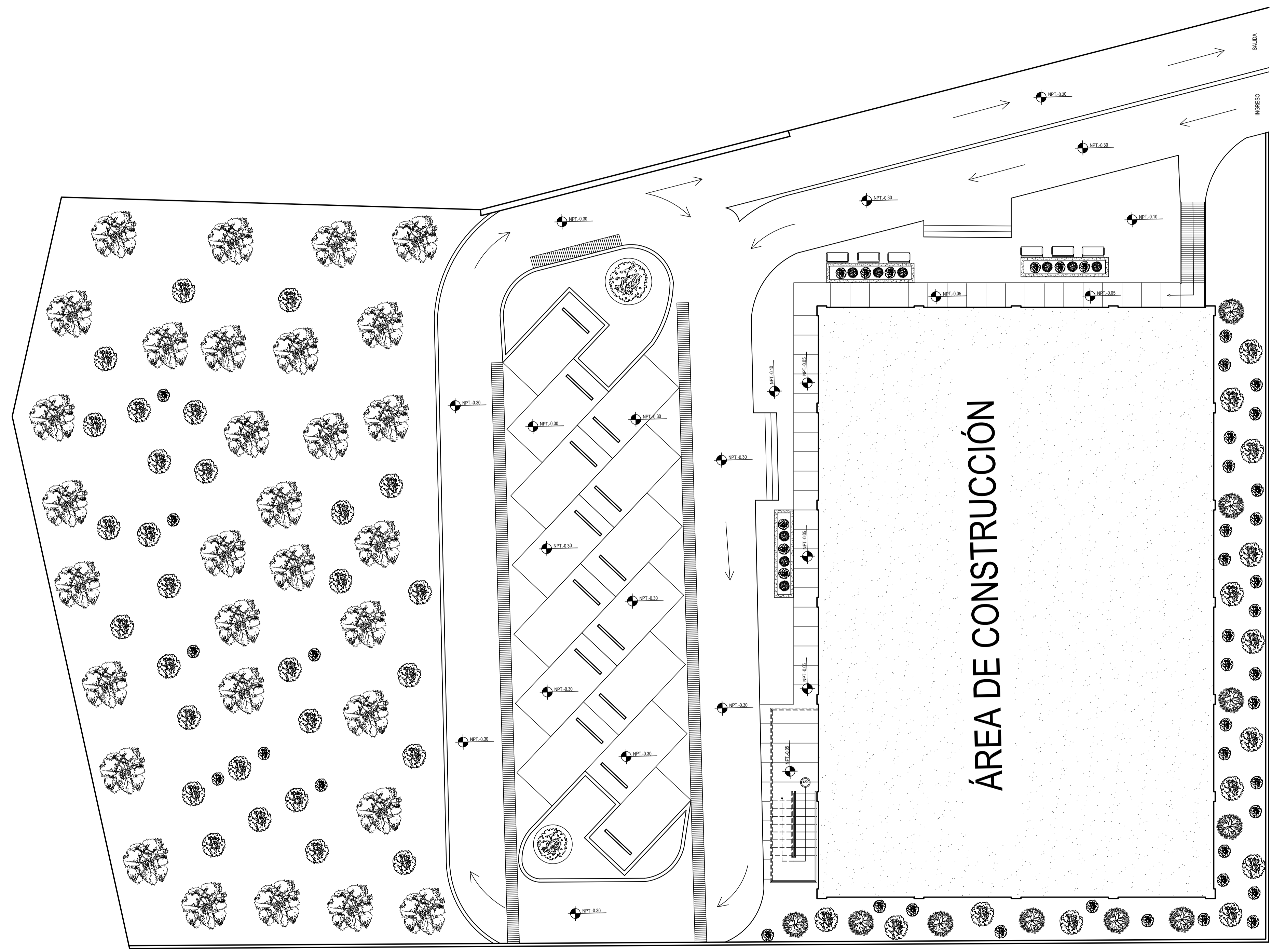
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA BIBLIOTECA MUNICIPAL CON ENFOQUE AL ARTE Y LA CULTURA EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.

UBICACIÓN: CALLE 29 DE JUNIO, ACCESO No.5 ZONA 2 SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS.	DIBUJO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS
LUGAR DE EPS: MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ	DISEÑO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS	CÁLCULO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS
ASESOR: ING. MARIO ROLANDO LUIS LÓPEZ	ESCALA: INDICADA
	FECHA: JUNIO DE 2023

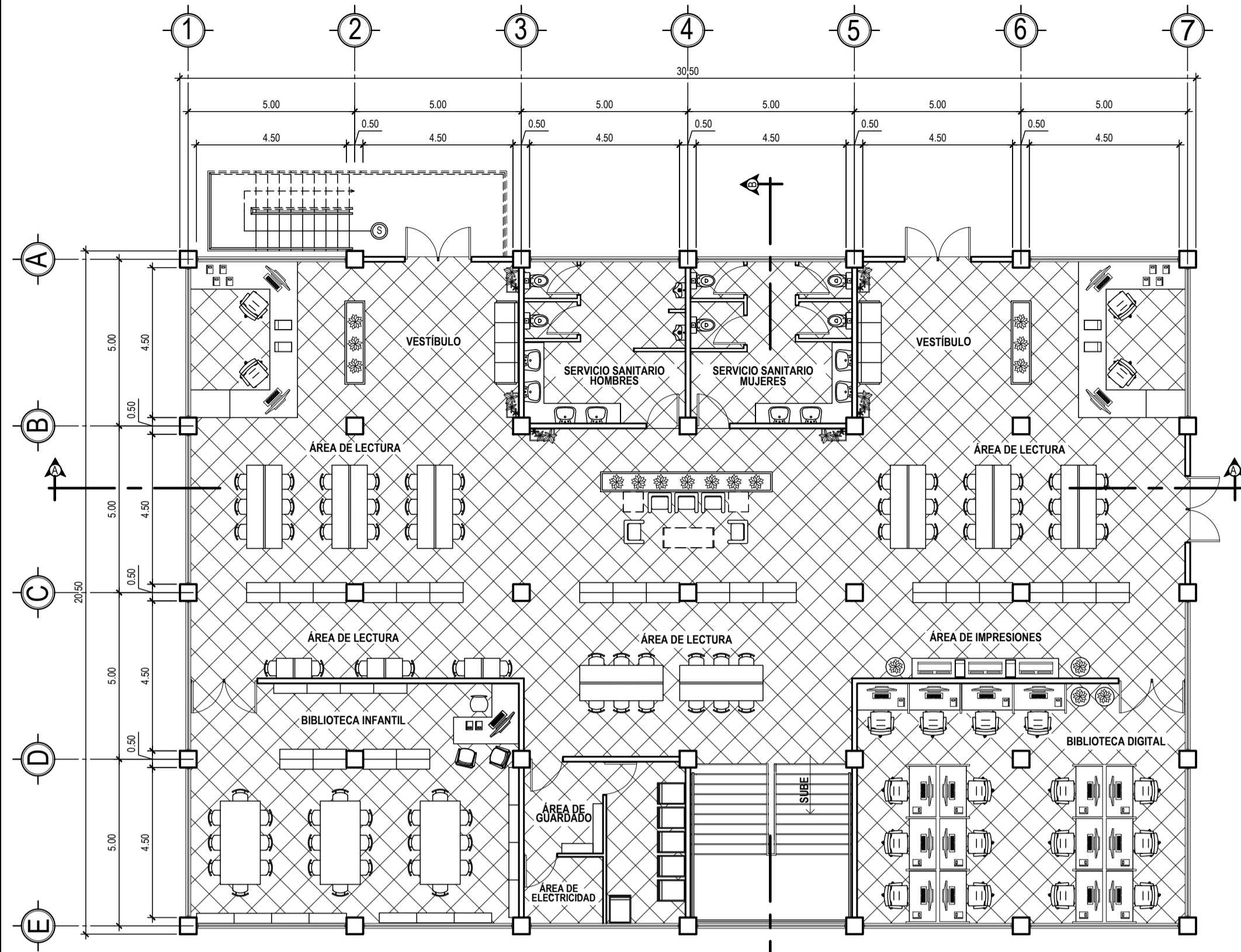


HOJA No. 1/19

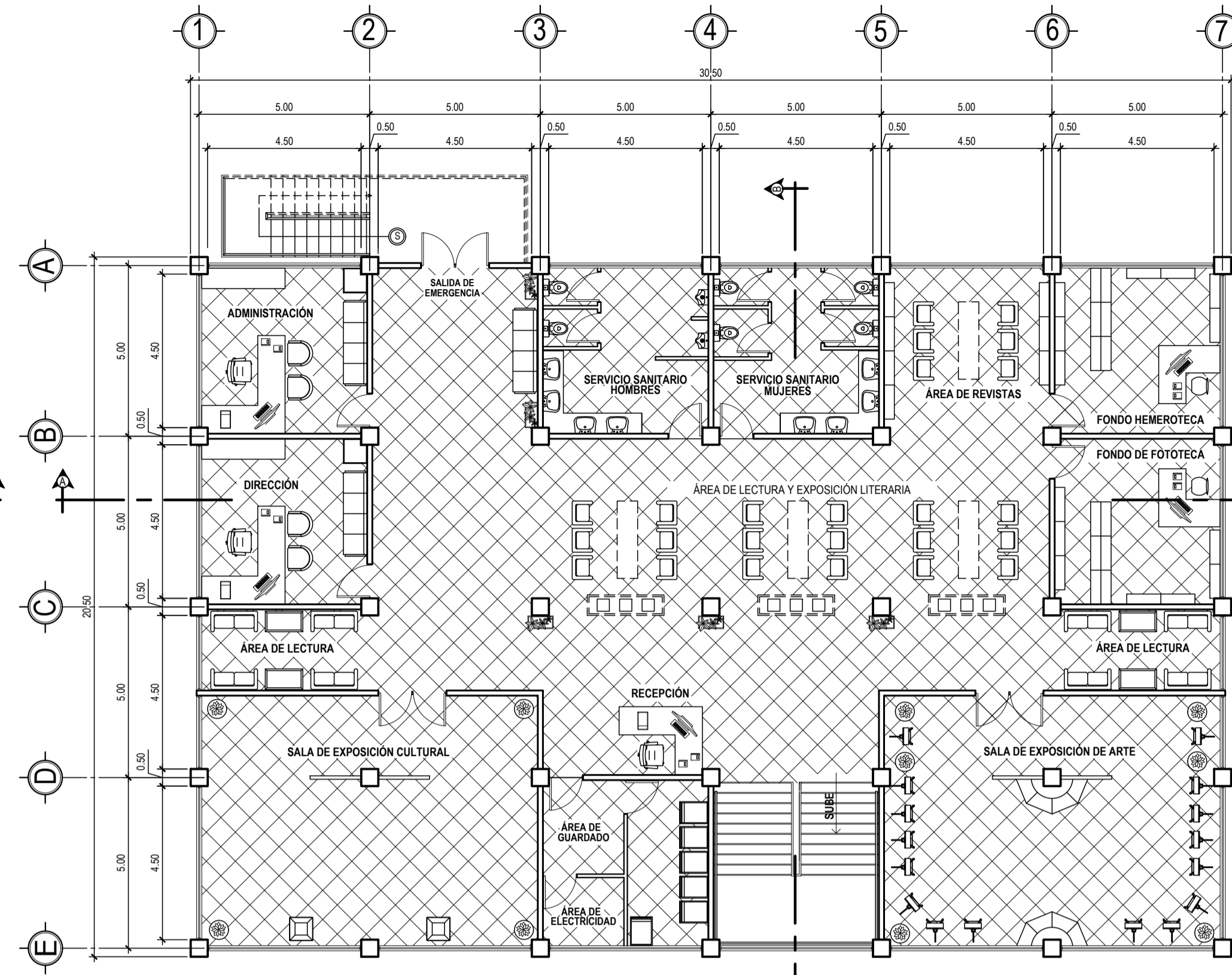


PLANTA CONJUNTO
Escala 1:125

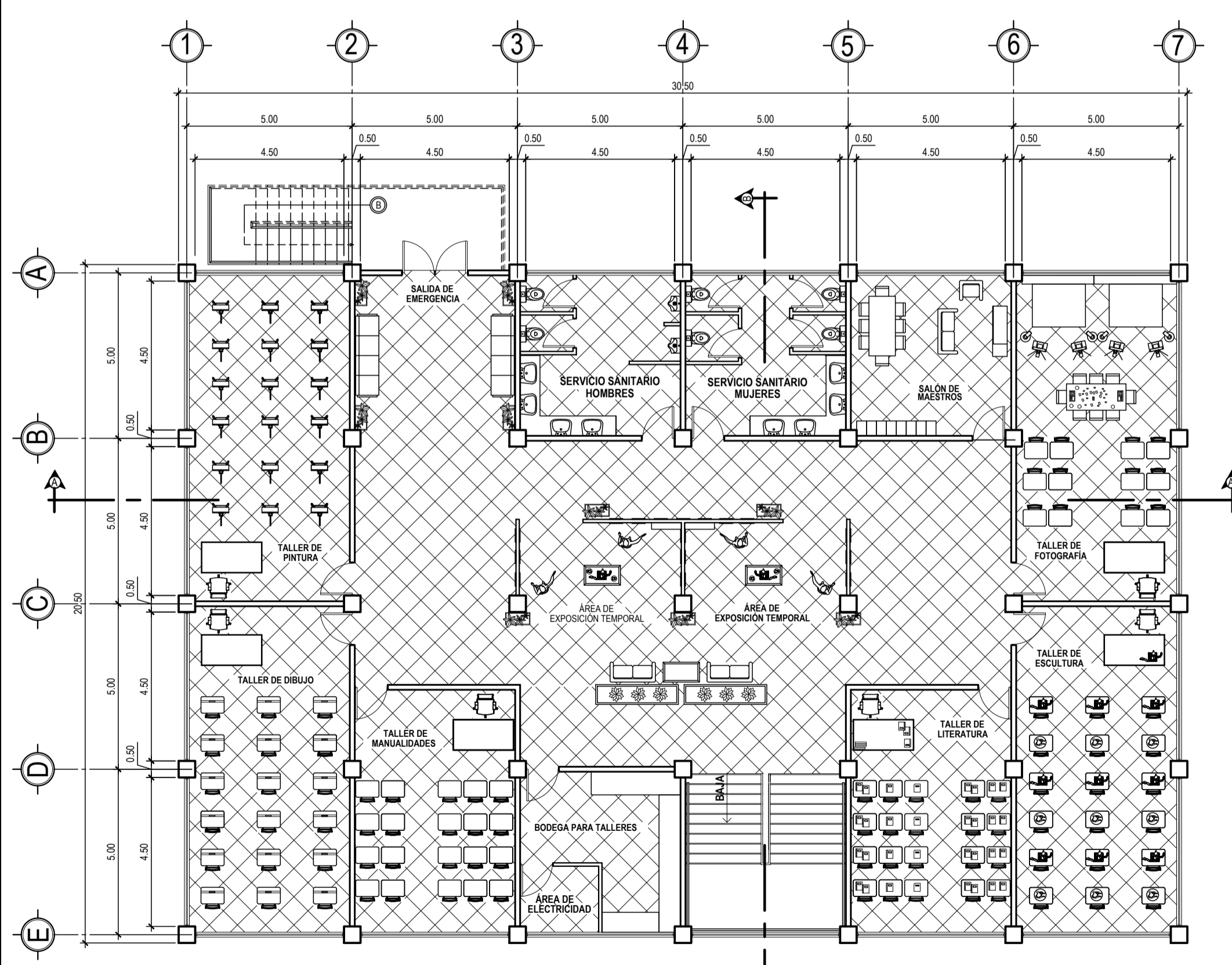
 <p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERÍA CIVIL</p>		<p>PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA BIBLIOTECA MUNICIPAL CON ENFOQUE AL ARTE Y LA CULTURA EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.</p>	
		<p>UBICACIÓN: CALLE 29 DE JUNIO, ACCESO No.5 ZONA 2 SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS.</p>	<p>DIBUJO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS</p>
<p>LUGAR DE EPS: MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ</p>	<p>DEPARTAMENTO: SAN MARCOS</p>	<p>CONTENIDO: PLANTA CONJUNTO</p>	<p>HOJA No.: 2/19</p>
<p>ASESOR: ING. MARIO ROLANDO LUIS LÓPEZ</p>	<p>ESCALA: INDICADA</p>	<p>FECHA: JUNIO DE 2023</p>	



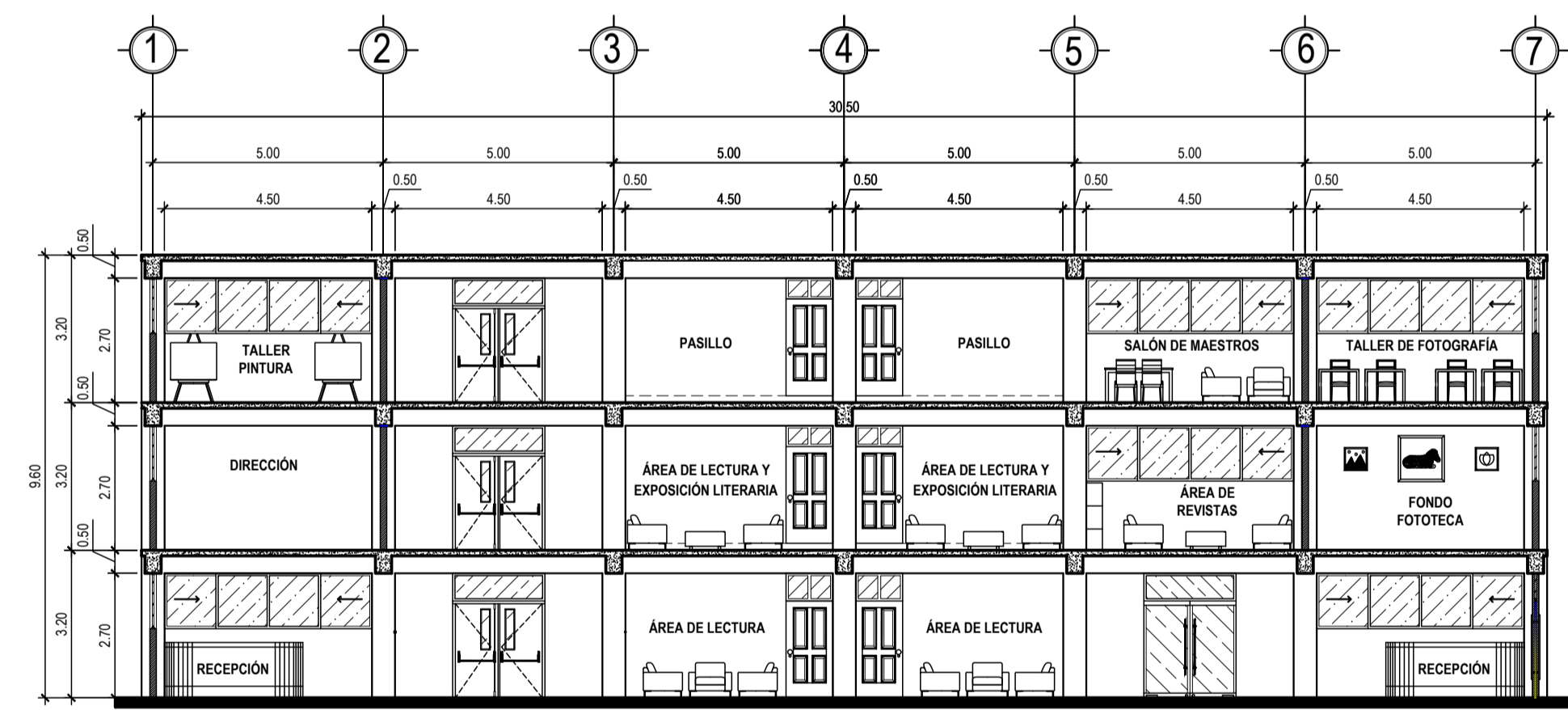
PLANTA ARQUITECTÓNICA
PRIMER NIVEL Escala 1:125



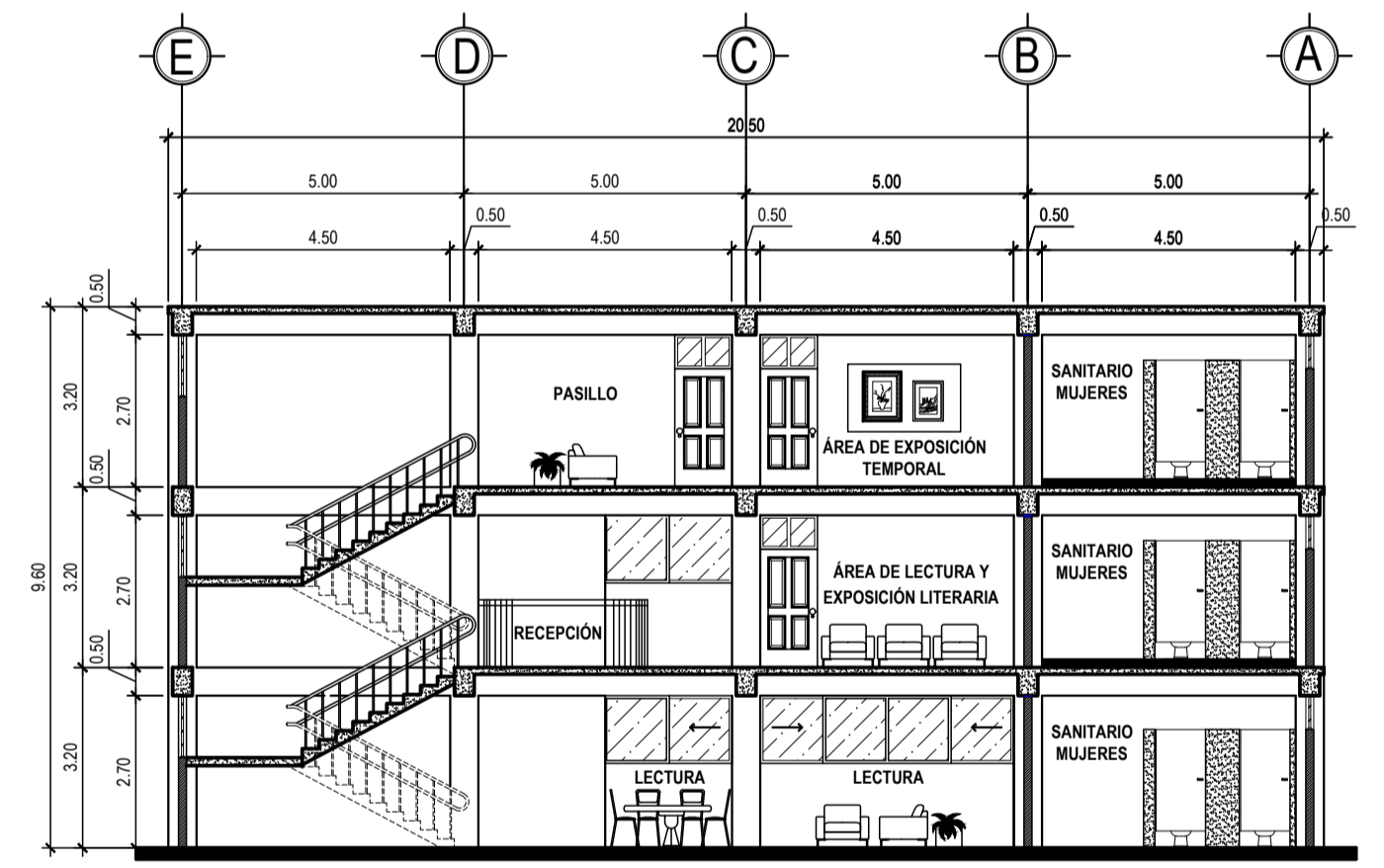
PLANTA ARQUITECTÓNICA
SEGUNDO NIVEL Escala 1:125



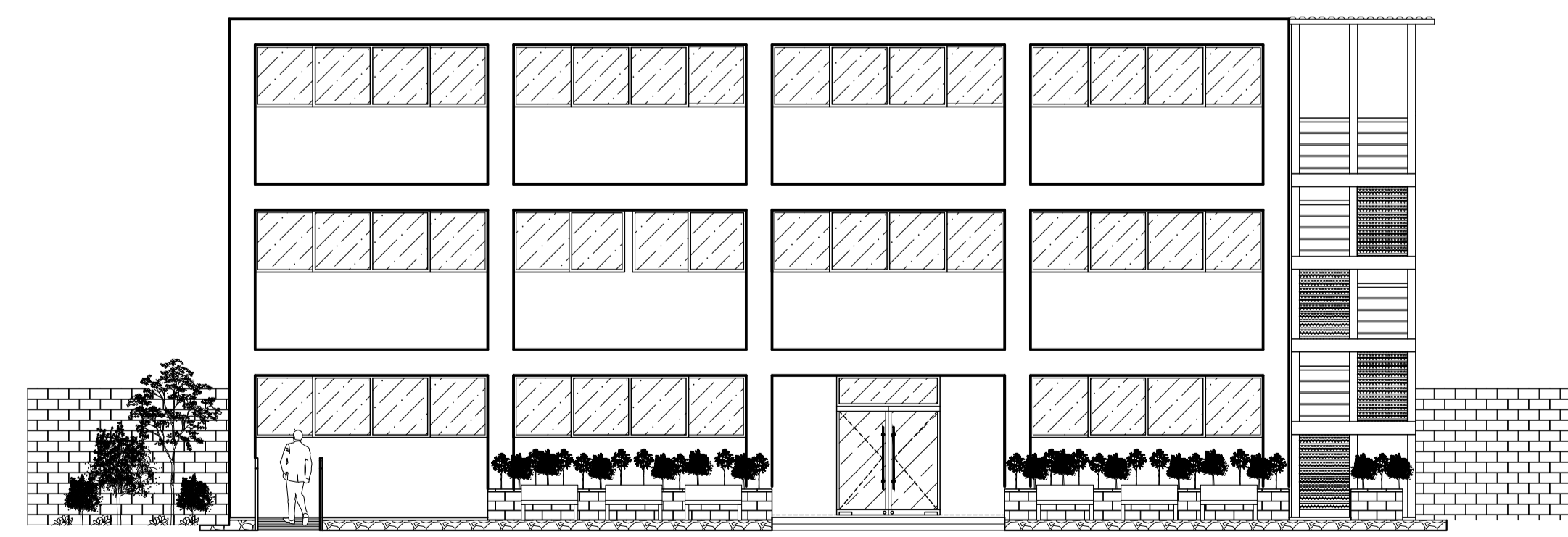
PLANTA ARQUITECTÓNICA
TERCER NIVEL Escala 1:125



CORTE A-A Escala 1:125

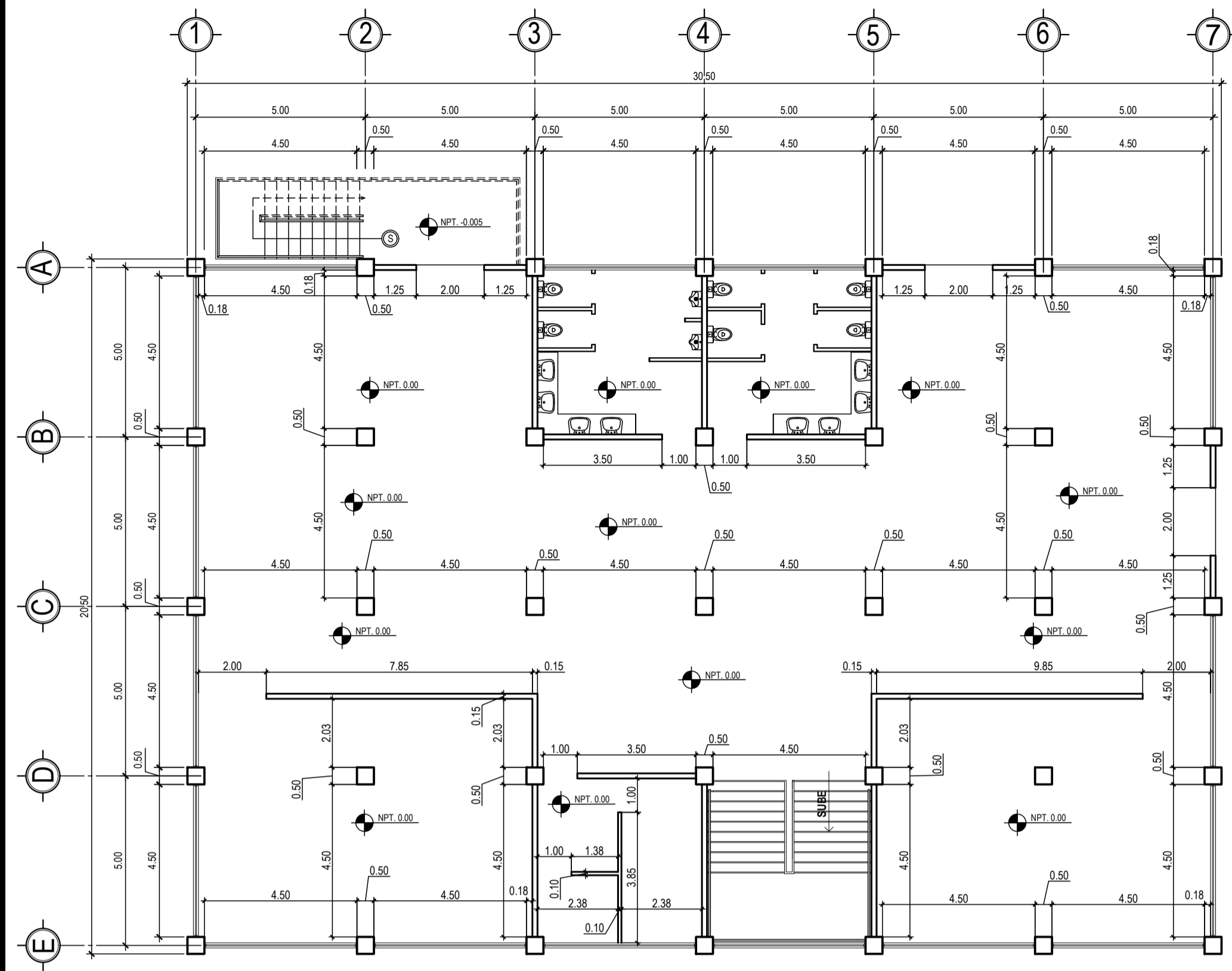


CORTE B-B Escala 1:125

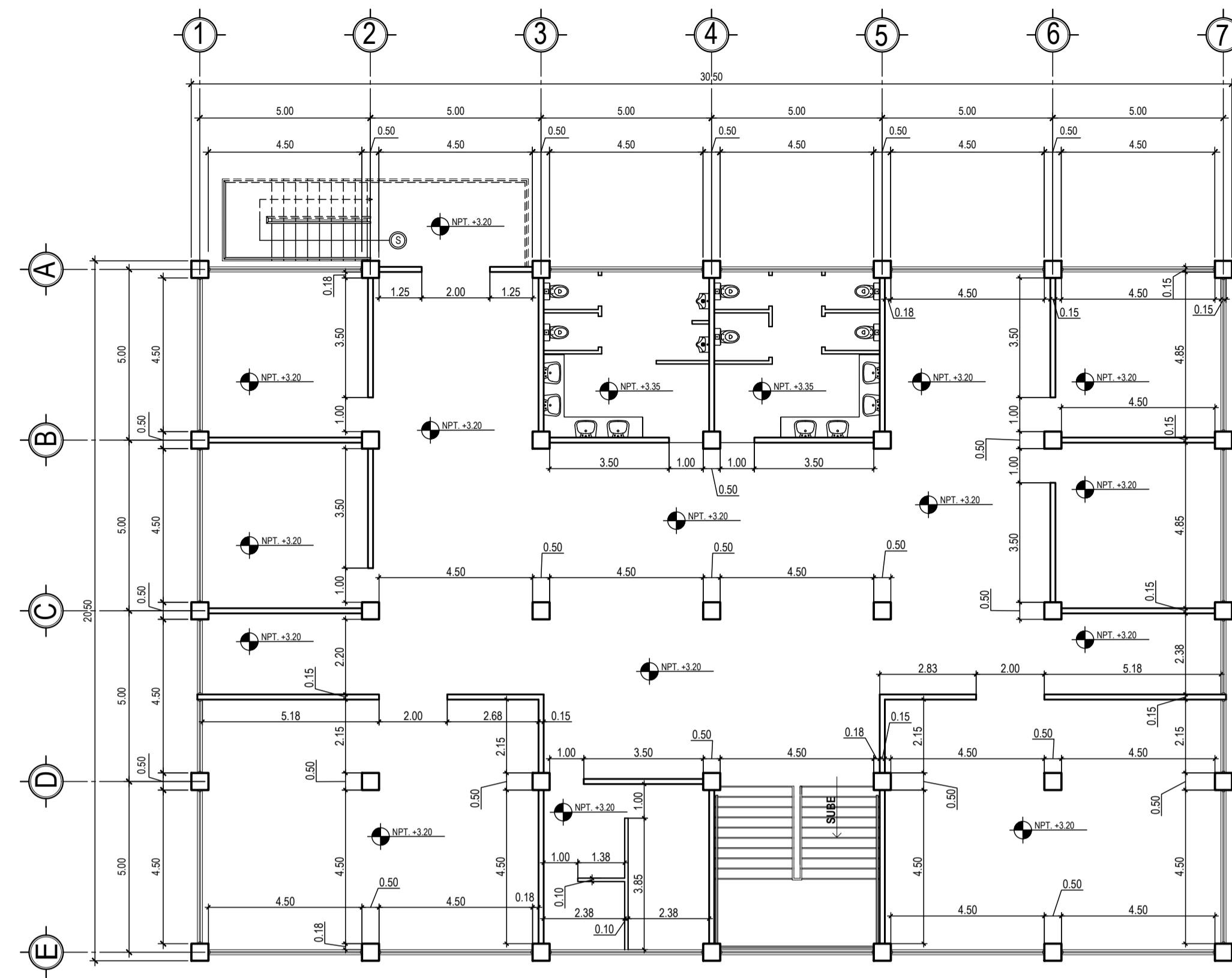


FACHADA PRINCIPAL Escala 1:100

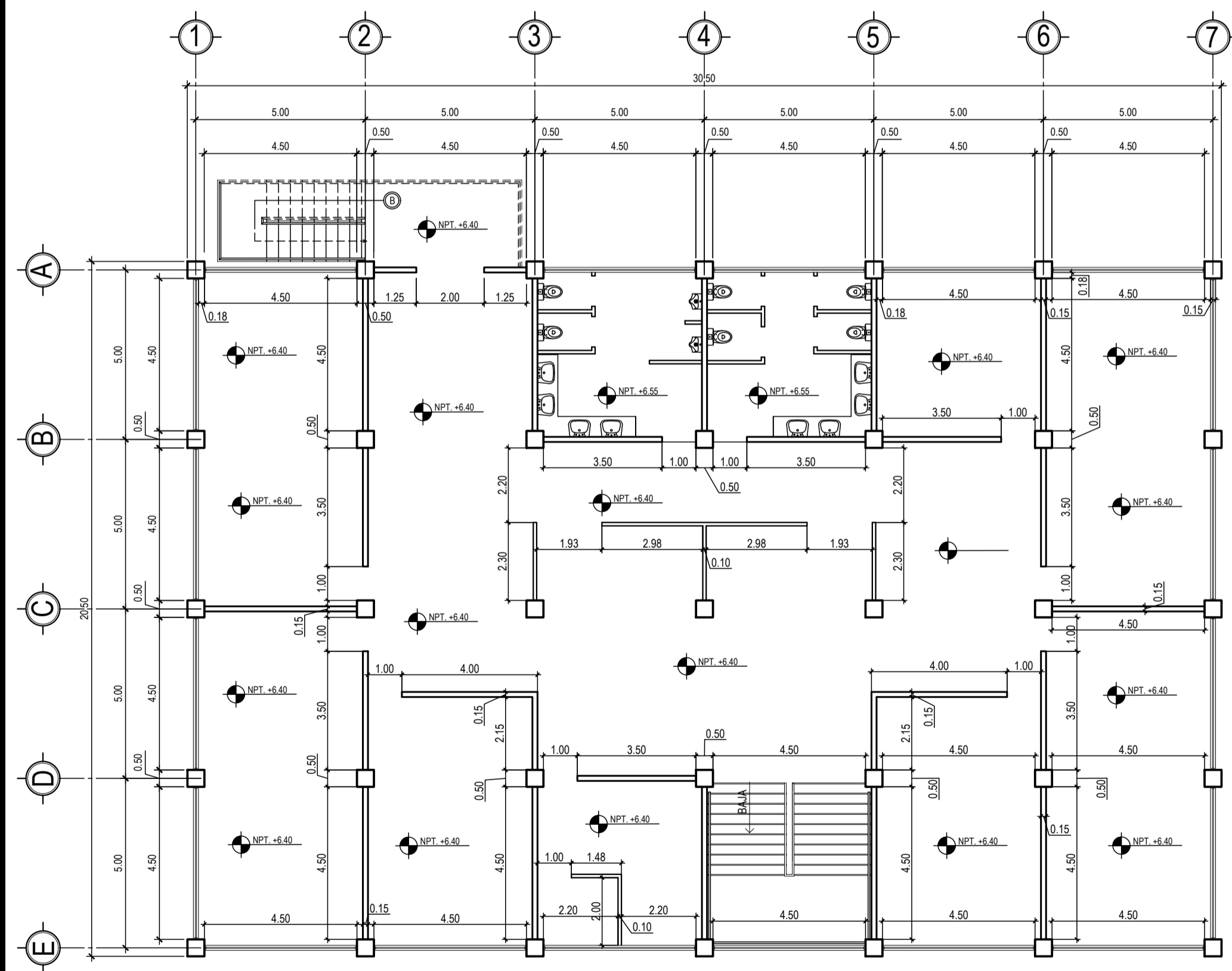
 <p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERÍA CIVIL</p>		<p>PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA BIBLIOTECA MUNICIPAL CON ENFOQUE AL ARTE Y LA CULTURA EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.</p>		
		<p>UBICACIÓN: CALLE 29 DE JUNIO, ACCESO No.5 ZONA 2 SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS.</p>	<p>DISEÑO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS</p>	<p>CONTENIDO: PLANTA ARQUITECTÓNICA</p>
<p>LUGAR DE EPS: MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ</p>	<p>DEPARTAMENTO: SAN MARCOS</p>	<p>ASESOR: ING. MARIO ROLANDO LUIS LÓPEZ</p>	<p>ESCALA: INDICADA FECHA: JUNIO DE 2023</p>	<p>HOJA No. 3/19</p> 



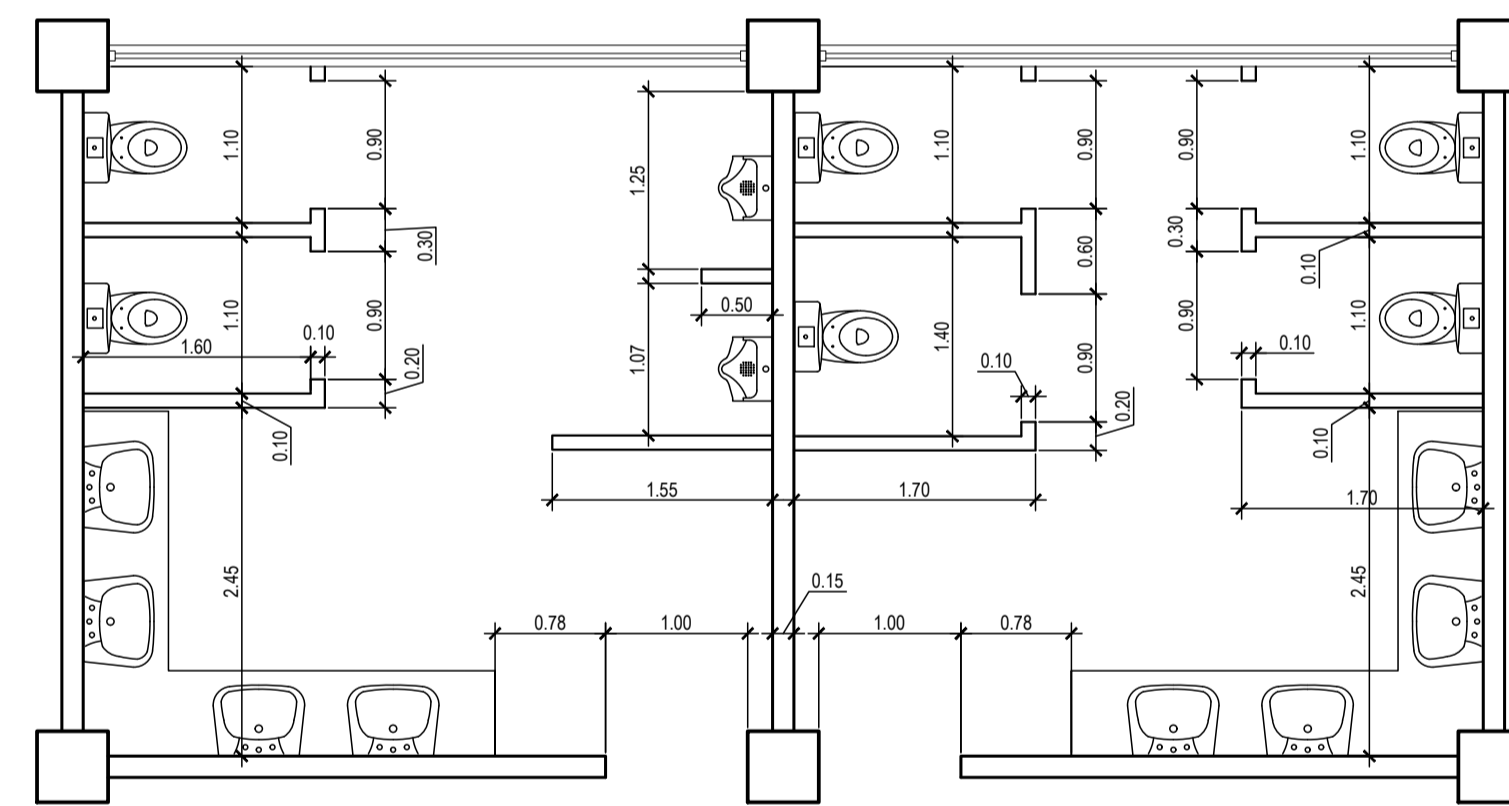
PLANTA COTAS Y NIVELES
PRIMER NIVEL Escala 1:125



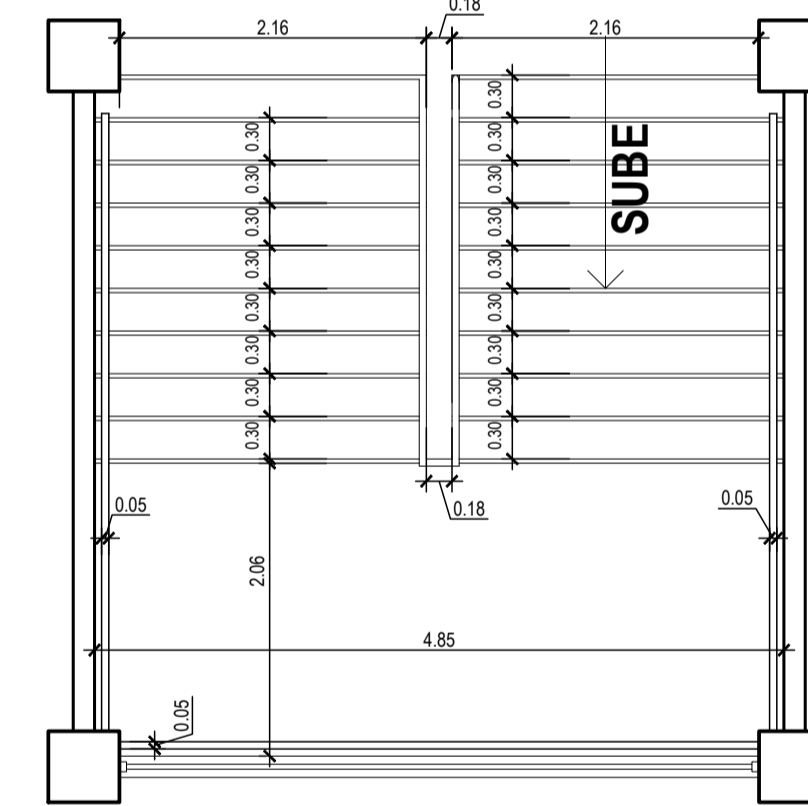
PLANTA COTAS Y NIVELES
SEGUNDO NIVEL Escala 1:125



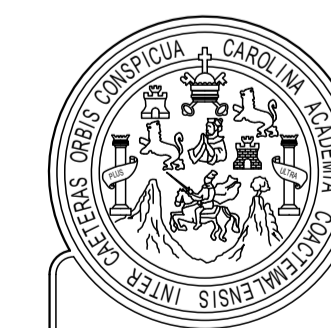
PLANTA COTAS Y NIVELES
TERCER NIVEL Escala 1:125



PLANTA COTAS Y NIVELES
BAÑOS Escala 1:50



PLANTA COTAS Y NIVELES
GRADAS Escala 1:50

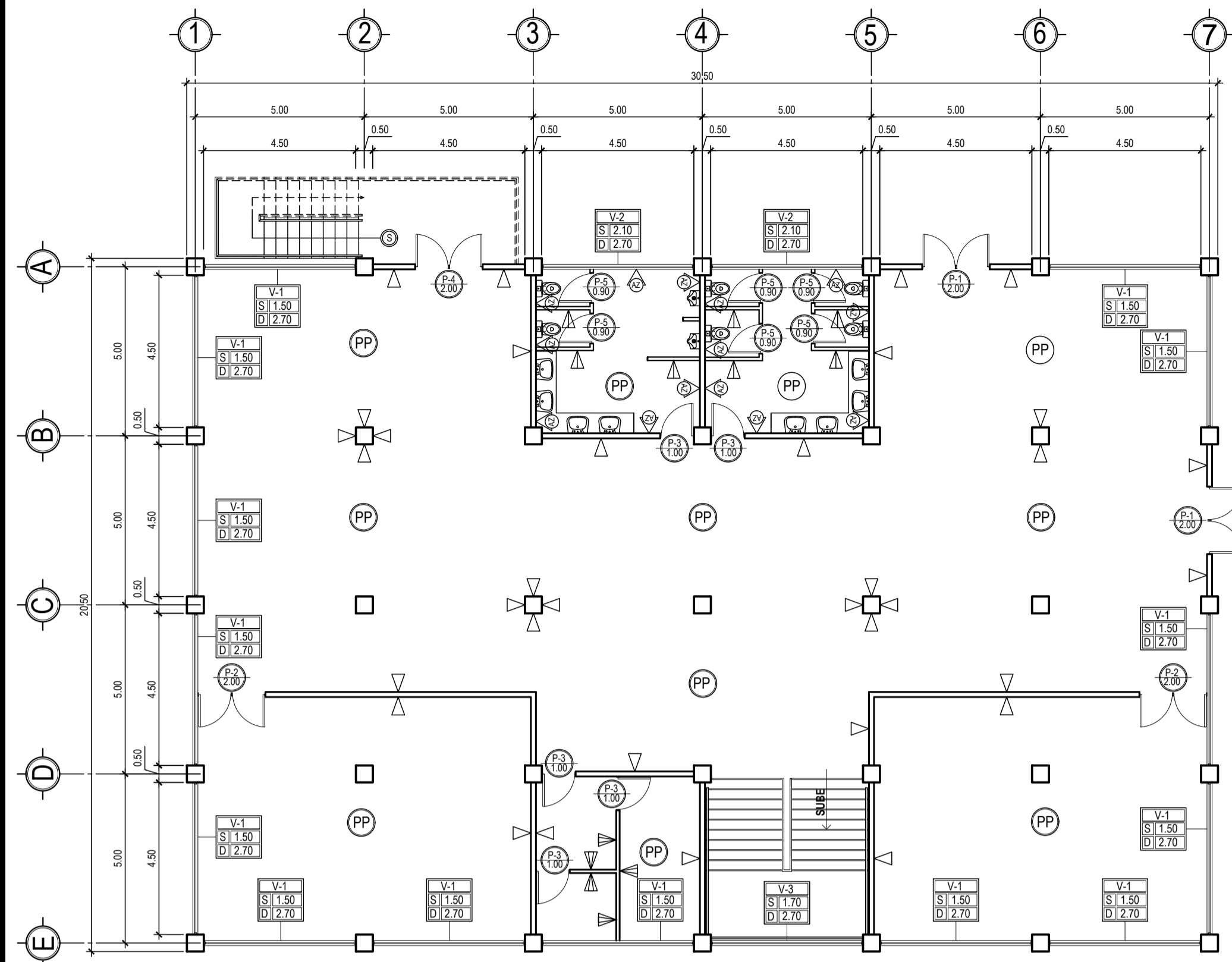


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
INGENIERÍA CIVIL

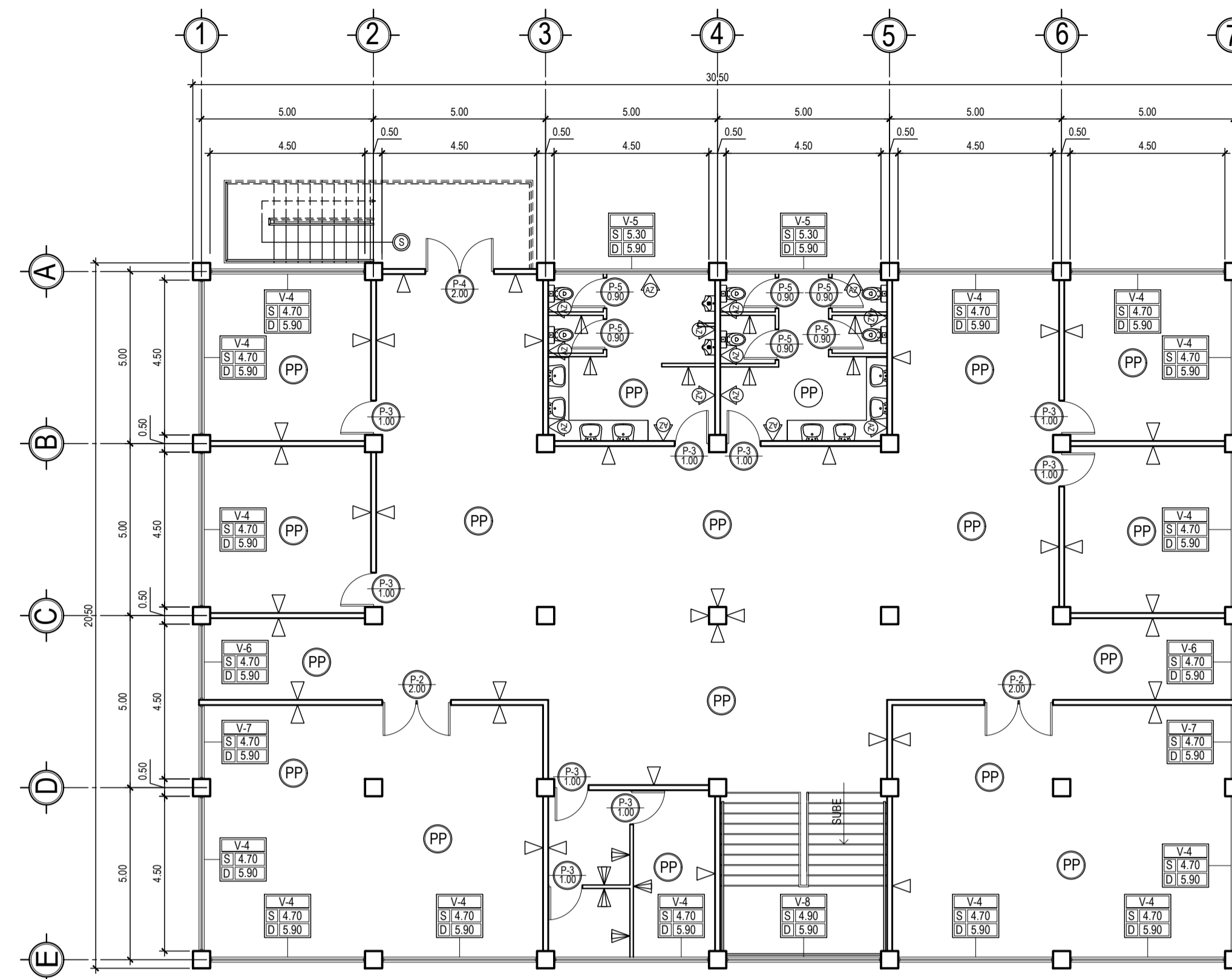
PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA BIBLIOTECA MUNICIPAL CON ENFOQUE AL ARTE Y LA CULTURA EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.

UBICACIÓN: CALLE 29 DE JUNIO, ACCESO No.5 ZONA 2 SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS.	DIBUJO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS
LUGAR DE EPS: MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ	DISEÑO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS	CONTENIDO: PLANTA COTAS Y NIVELES
ASESOR: ING. MARIO ROLANDO LUIS LÓPEZ	CALCULO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS
ESCALA: INDICADA	HOJA No. 4/19
FECHA: JUNIO DE 2023	

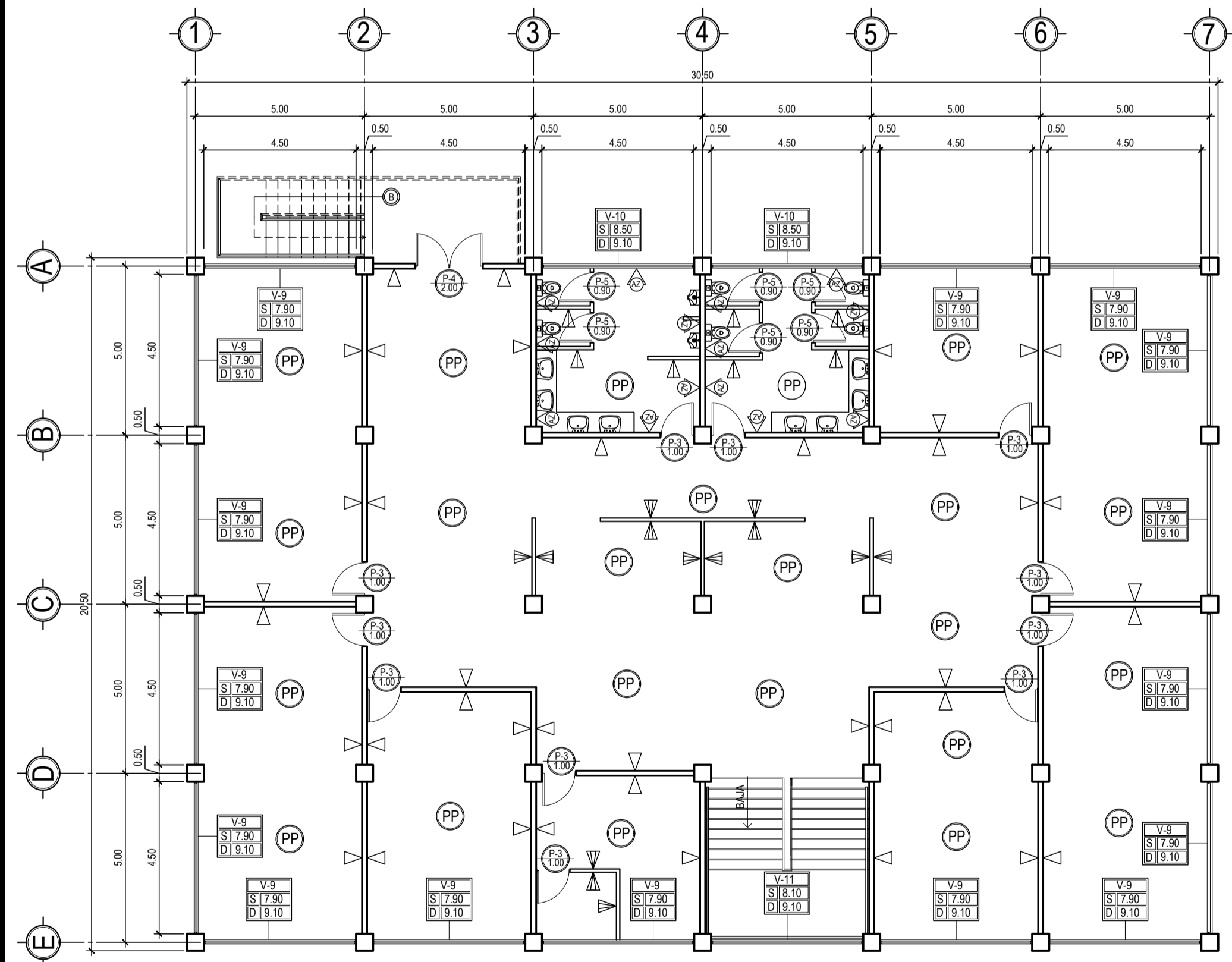




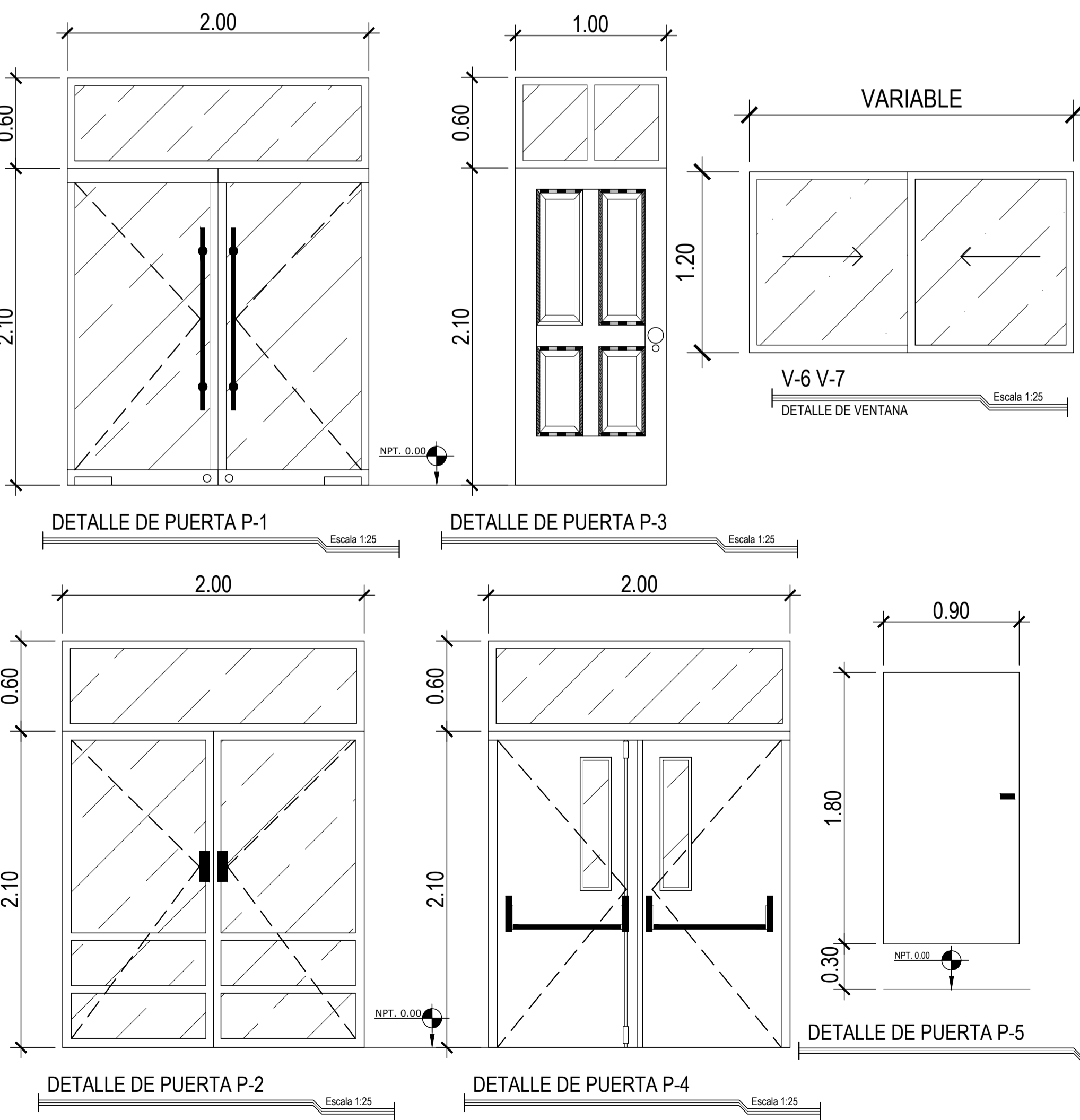
PLANTA DE ACABADOS
PRIMER NIVEL
Escala 1:125



PLANTA DE ACABADOS
SEGUNDO NIVEL
Escala 1:125



PLANTA DE ACABADOS
TERCER NIVEL
Escala 1:125

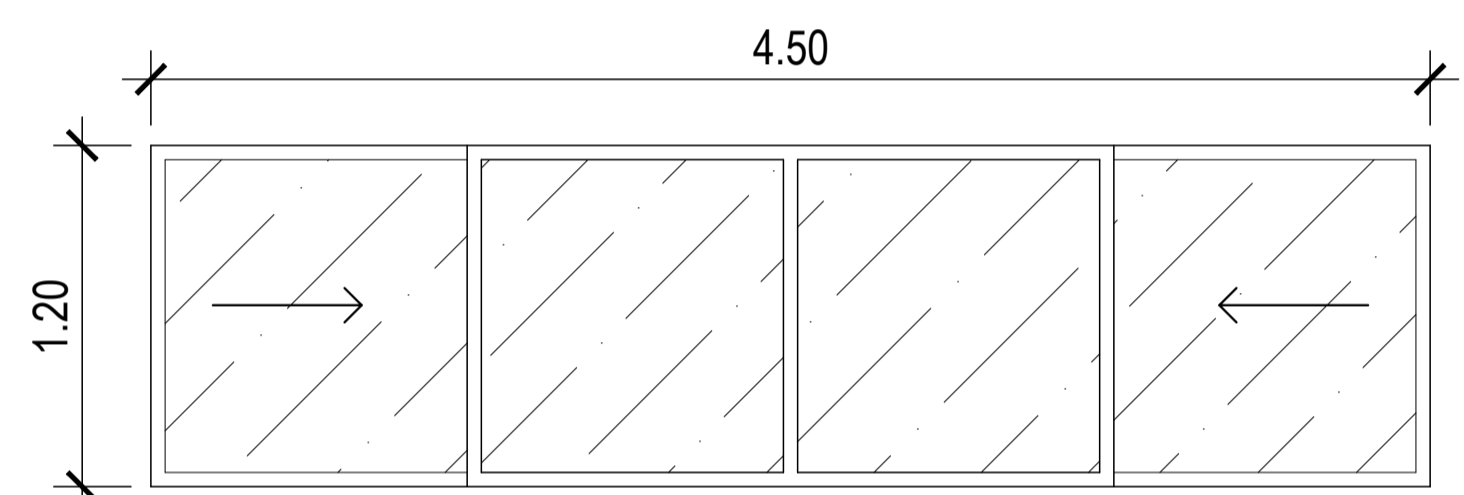


PLANILLA DE VENTANAS						
TIPO	ANCHO	ALTO	SILLAR	DINTEL	CANT.	MATERIAL
V-1	4.50	1.20	1.50	2.70	14	ALUMINIO + VIDRIO
V-2	4.50	0.60	2.10	2.70	2	
V-3	4.50	1.00	1.70	2.70	1	
V-4	4.50	1.20	4.70	5.90	14	
V-5	4.50	0.60	5.30	5.90	2	
V-6	2.20	1.20	4.70	5.90	2	
V-7	2.15	1.20	4.70	5.90	2	
V-8	4.50	1.00	4.90	5.90	1	
V-9	4.50	1.20	7.90	9.10	16	
V-10	4.50	0.60	8.50	9.10	2	
V-11	4.50	1.00	8.10	9.10	1	

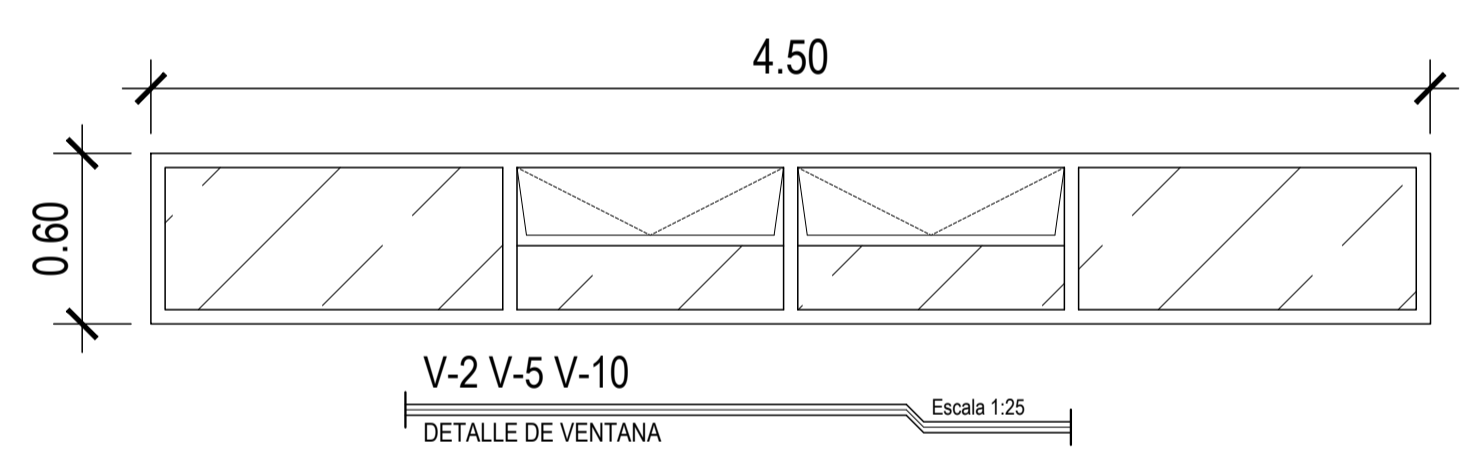
SIMBOLOGIA DE ACABADOS	
	REPEPLO-ALISADO
	PISO PORCELANATO BLANCO
	TIPO DE PUERTA
	DIVISIONES DE ACERO INOXIDABLE
	TABLA YESO
	AZULEJO BLANCO
	VENTANA TIPO
	SILLAR
	DINTEL

NOTA: EN LOS SERVICIOS SANITARIOS SE COLOCARÁ AZULEJO A UNA ALTURA DE 1.20 m DEL NPT. EN LAVAMANOS, EXCEPTO EN AREA DE BAÑOS Y URINALES QUE IRA A UNA ALTURA DE 1.50 m

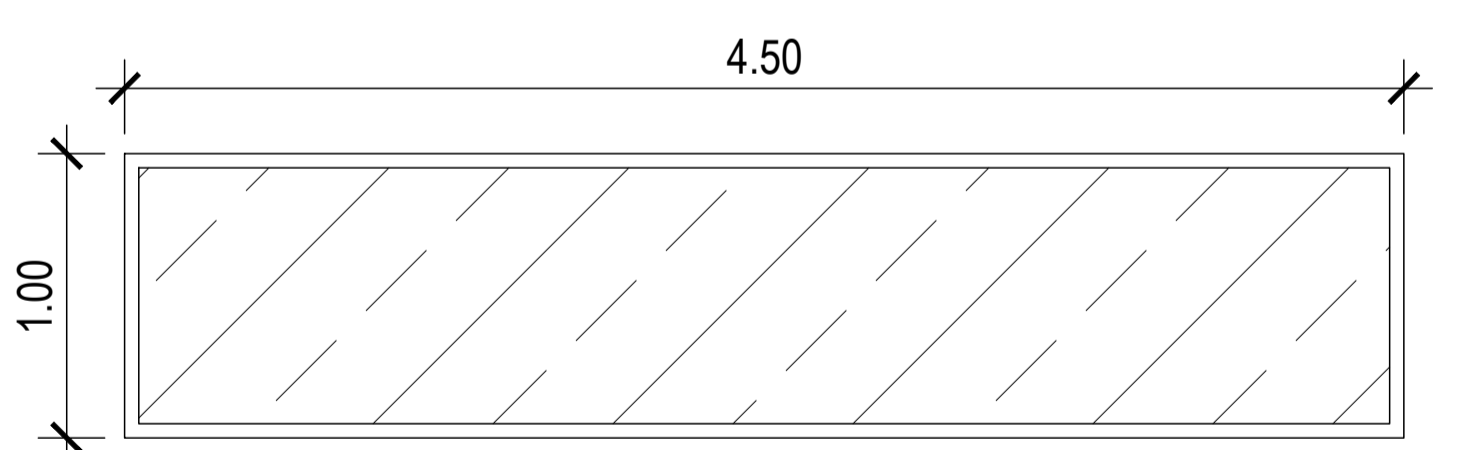
PLANILLA DE PUERTAS				
TIPO	ANCHO	ALTO	UNIDADES	MATERIAL
P-1	2.00	2.70	2	VIDRIO DE 5 MM + MARCO DE ALUMINIO
P-2	2.00	2.70	4	HDF
P-3	1.00	2.10	25	LÁMINA GALVANIZADA CALIBRE 18
P-4	2.00	2.70	3	ACERO INOXIDABLE
P-5	0.90	1.80	18	ACERO INOXIDABLE



V-1 V-4 V-9
DETALLE DE VENTANA
Escala 1:25



V-2 V-5 V-10
DETALLE DE VENTANA
Escala 1:25

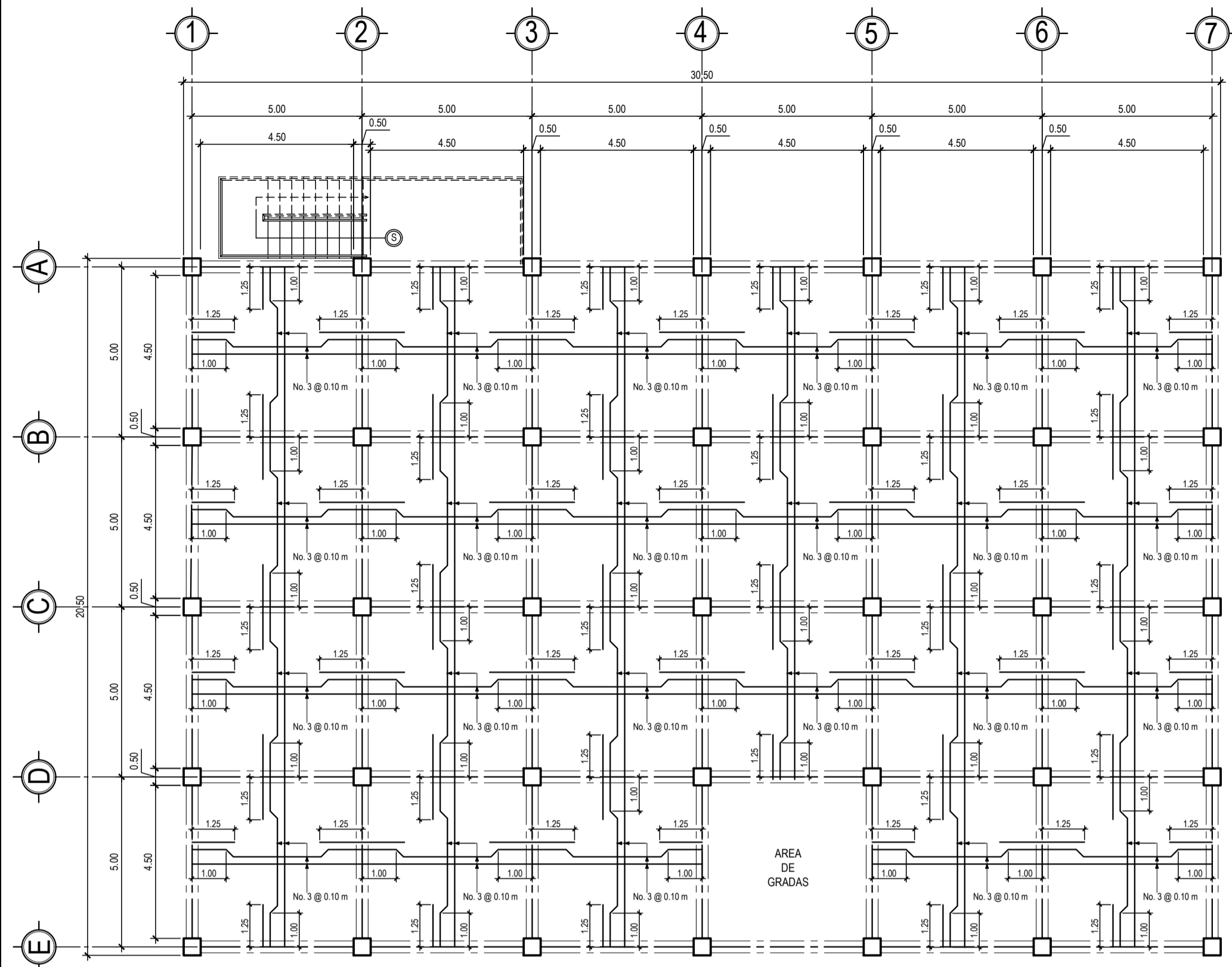


V-3 V-8 V-11
DETALLE DE VENTANA
Escala 1:25

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
INGENIERÍA CIVIL

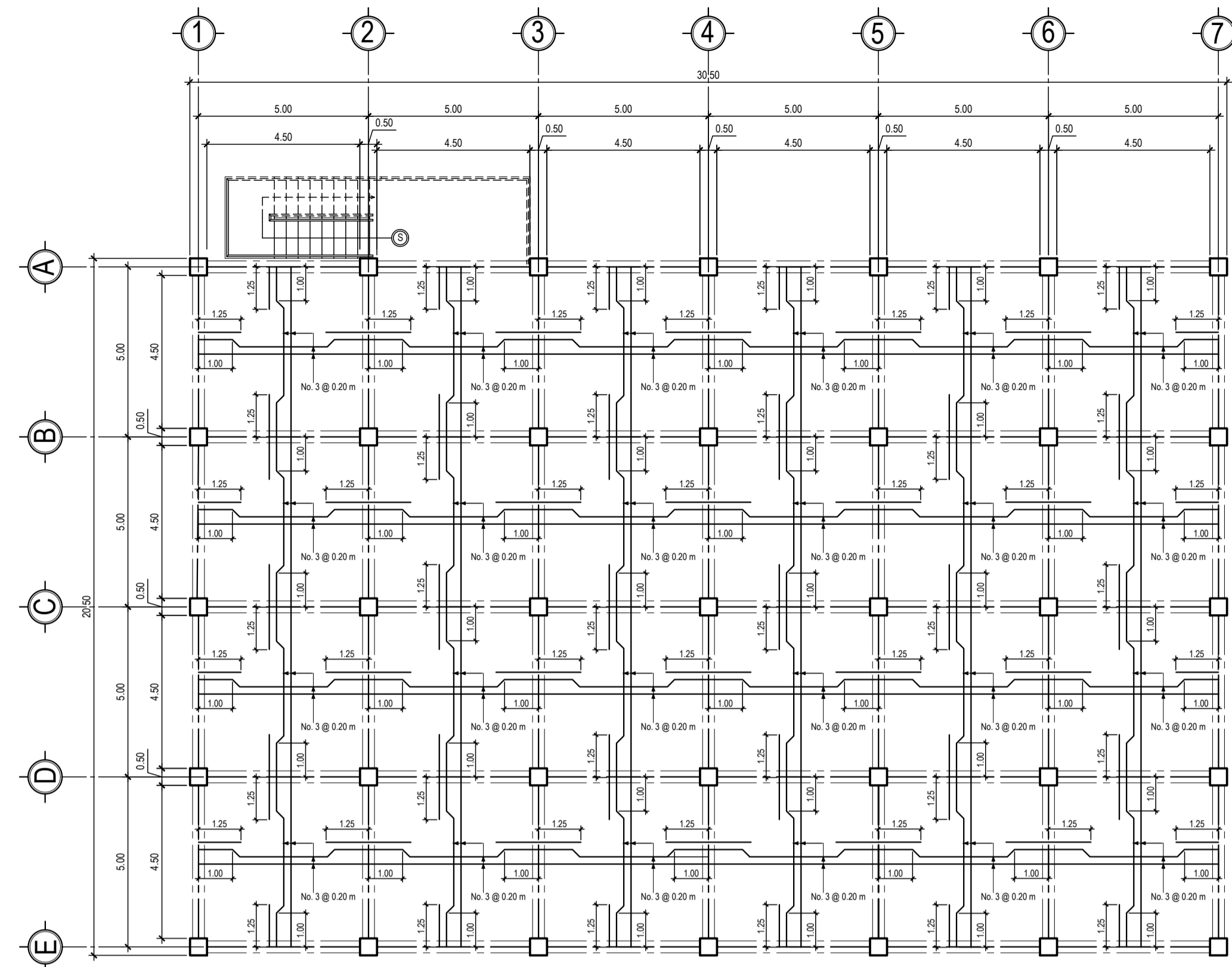
PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA BIBLIOTECA MUNICIPAL CON ENFOQUE AL ARTE Y LA CULTURA EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.

UBICACIÓN: CALLE 29 DE JUNIO, ACCESO No.5 ZONA 2 SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS.	DIBUJO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS
LUGAR DE EPS: MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ	DISEÑO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS	CONTENIDO: PLANTA DE ACABADOS
ASESOR: ING. MARIO ROLANDO LUIS LÓPEZ	CALCULO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS
ESCALA: INDICADA	HOJA No.: 5/19
FECHA: JUNIO DE 2023	



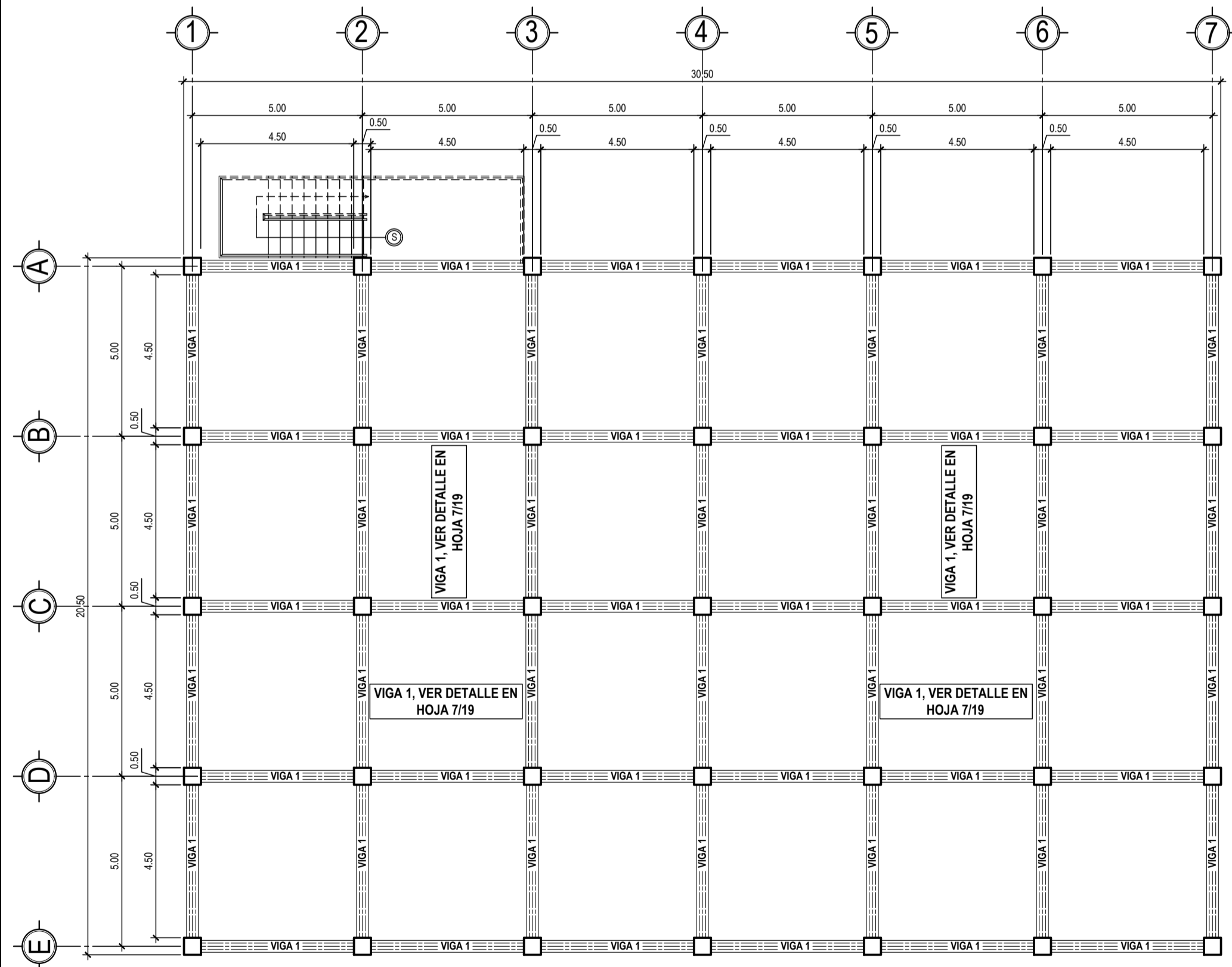
PLANTA ESTRUCTURAL DE LOSAS

PRIMER Y SEGUNDO NIVEL Escala 1:125



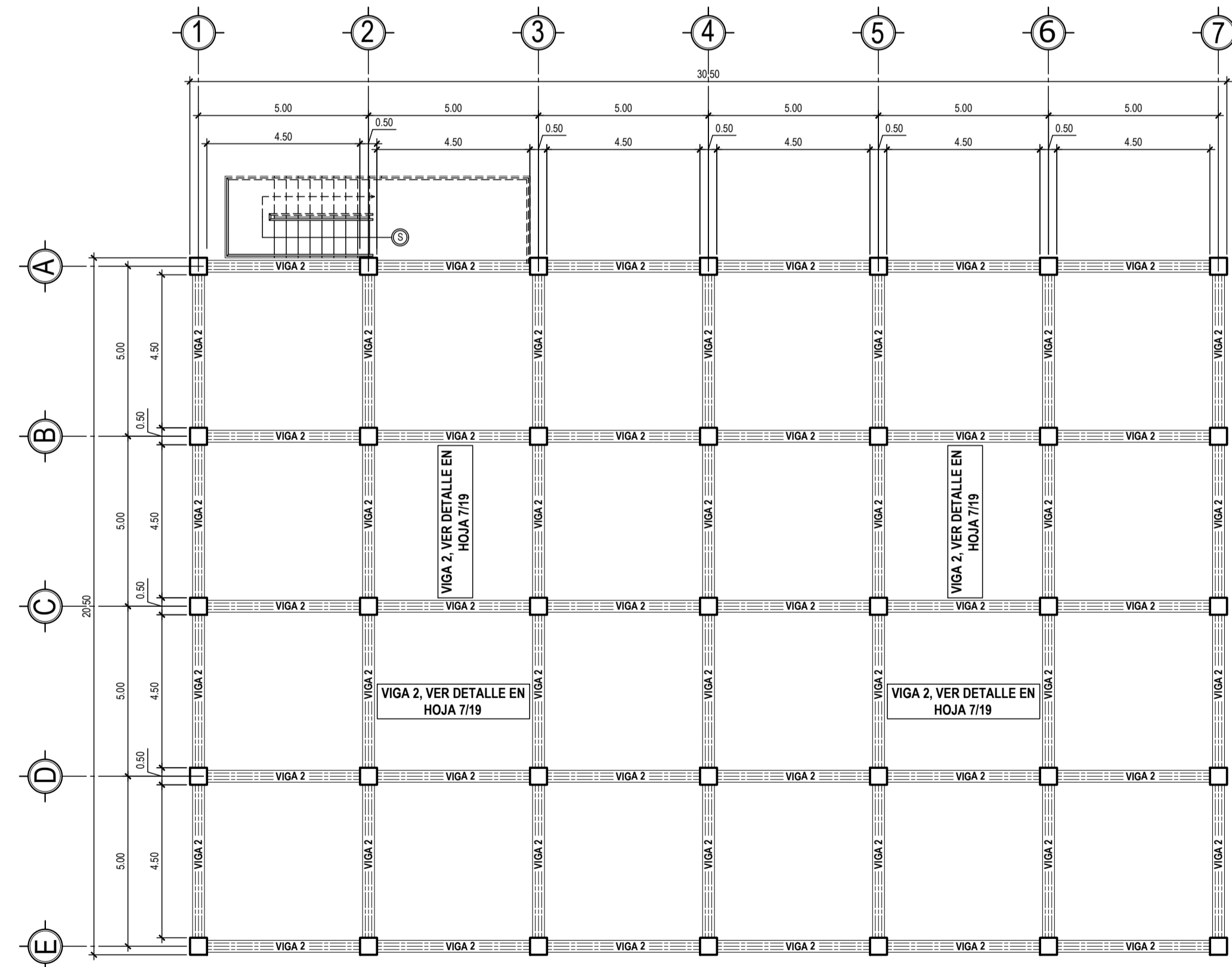
PLANTA ESTRUCTURAL DE LOSAS

TERCER NIVEL Escala 1:125



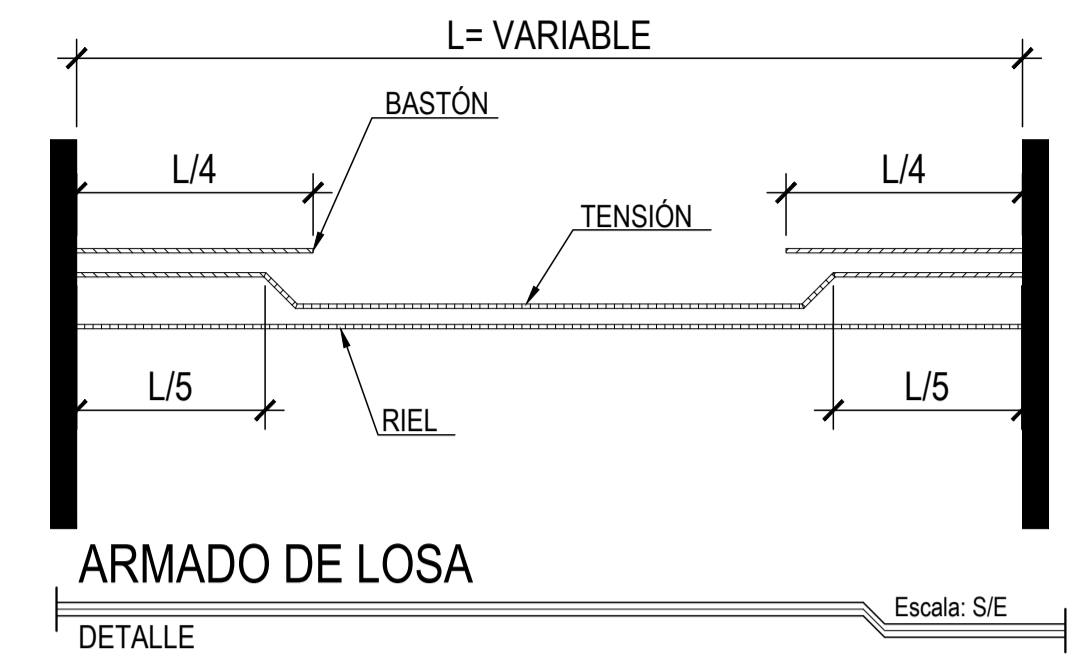
PLANTA ESTRUCTURAL DE VIGAS

PRIMER NIVEL Escala 1:125



PLANTA ESTRUCTURAL DE VIGAS

SEGUNDO NIVEL Escala 1:125



DETALLE DE GANCHOS PARA ESTRIBOS			
REFERENCIA ACI 318S-14			
TIPO DE GANCHO	DIÁMETRO DE BARRA	L	TIPO DE GANCHO ESTÁNDAR
135°	No. 2 Y No. 3	EXTENSIÓN FINAL MAYOR DE 6ds Y 0.075 m	
180°	No. 2 Y No. 3	EXTENSIÓN FINAL MAYOR DE 4ds Y 0.065 m	
DETALLE DE GANCHOS PARA REFUERZO PRINCIPAL			
TIPO DE GANCHO	DIÁMETRO DE BARRA	L	TIPO DE GANCHO ESTÁNDAR
90°	No. 2 A No. 7	12ds	
180°	No. 2 A No. 7	EXTENSIÓN FINAL MAYOR DE 4ds Y 0.065 m	

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- LA ESTRUCTURA SE CONSTRUIRÁ EN UN SISTEMA DE MARCOS RÍGIDOS RESISTENTES A MOMENTOS DE CONCRETO REFORZADO.
- CONCRETO: SE USARÁ CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A COMPRESIÓN DE $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (4000PSI) A LOS 28 DÍAS.
- ACERO DE REFUERZO: SE USARÁ ACERO DE REFUERZO $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ (G60).
- TODAS LAS DIMENSIONES ESTÁN DADAS EN METROS.
- RECUBRIMIENTO EN LOSA ES DE 2.5 cm.
- RECUBRIMIENTO EN VIGA ES DE 4 cm.

CALIDAD DE LOS MATERIALES

- CEMENTO: TIPO 1 EN SACOS DE 42.5 kg DEBERÁ SER FRESCO Y DE RESIENTE PRODUCCIÓN, SE DESECHARÁ EL CEMENTO QUE HAYA ENDURECIDO O QUE HAYA FORMADO GRÁNULOS POR HIDRATACIÓN.
- AGREGADO FINO Y GRUESO: DEBERÁN DE CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES DESCRITAS EN LAS NORMAS ASTM Y DEL REGLAMENTO ACI-318S REFERENTE A LA SECCIÓN DE AGREGADOS.
- AGUA: EL AGUA A UTILIZAR EN LA MEZCLA Y CURADO DEL CONCRETO DEBERÁ SER LIMPIA Y LIBRE DE SUSTANCIAS NOCIVAS QUE DAÑEN LA RESISTENCIA O AL CONCRETO MISMO.
- PARA LA COLOCACIÓN DEL CONCRETO EN LOSAS + VIGAS DEBERÁ UTILIZARSE VIBRADORES PARA LOGRAR UN ADECUADO ACONDICIONAMIENTO.

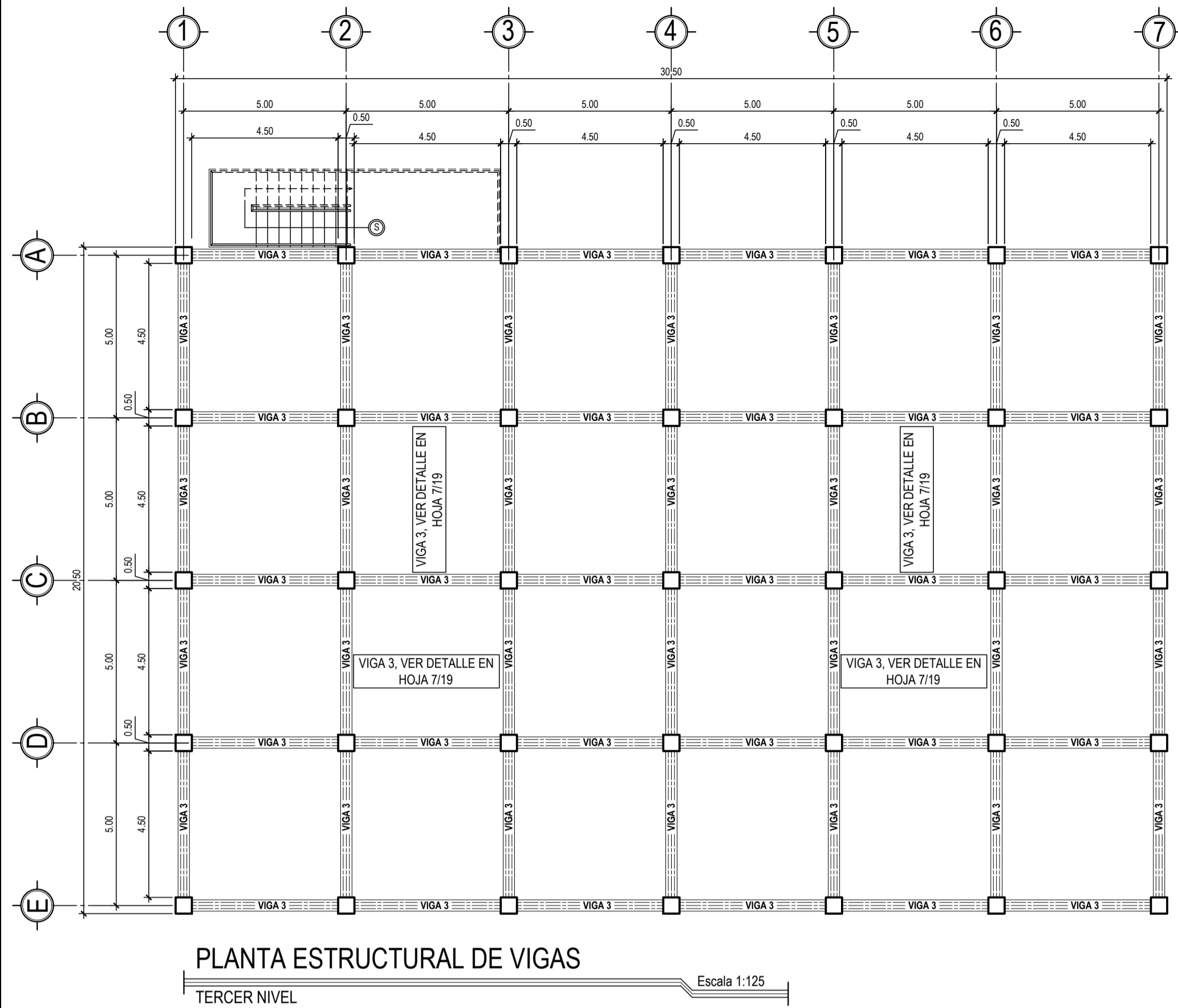
NOTA

- LAS VIGAS ESTÁN DISTRIBUIDAS DE LA SIGUIENTE MANERA:
- VIGA 1 EN TODO EL PRIMER NIVEL (EJES X,Y)
 - VIGA 2 EN TODO EL SEGUNDO NIVEL (EJES X,Y)
 - VIGA 3 EN TODO EL TERCER NIVEL (EJES X,Y)

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
INGENIERÍA CIVIL

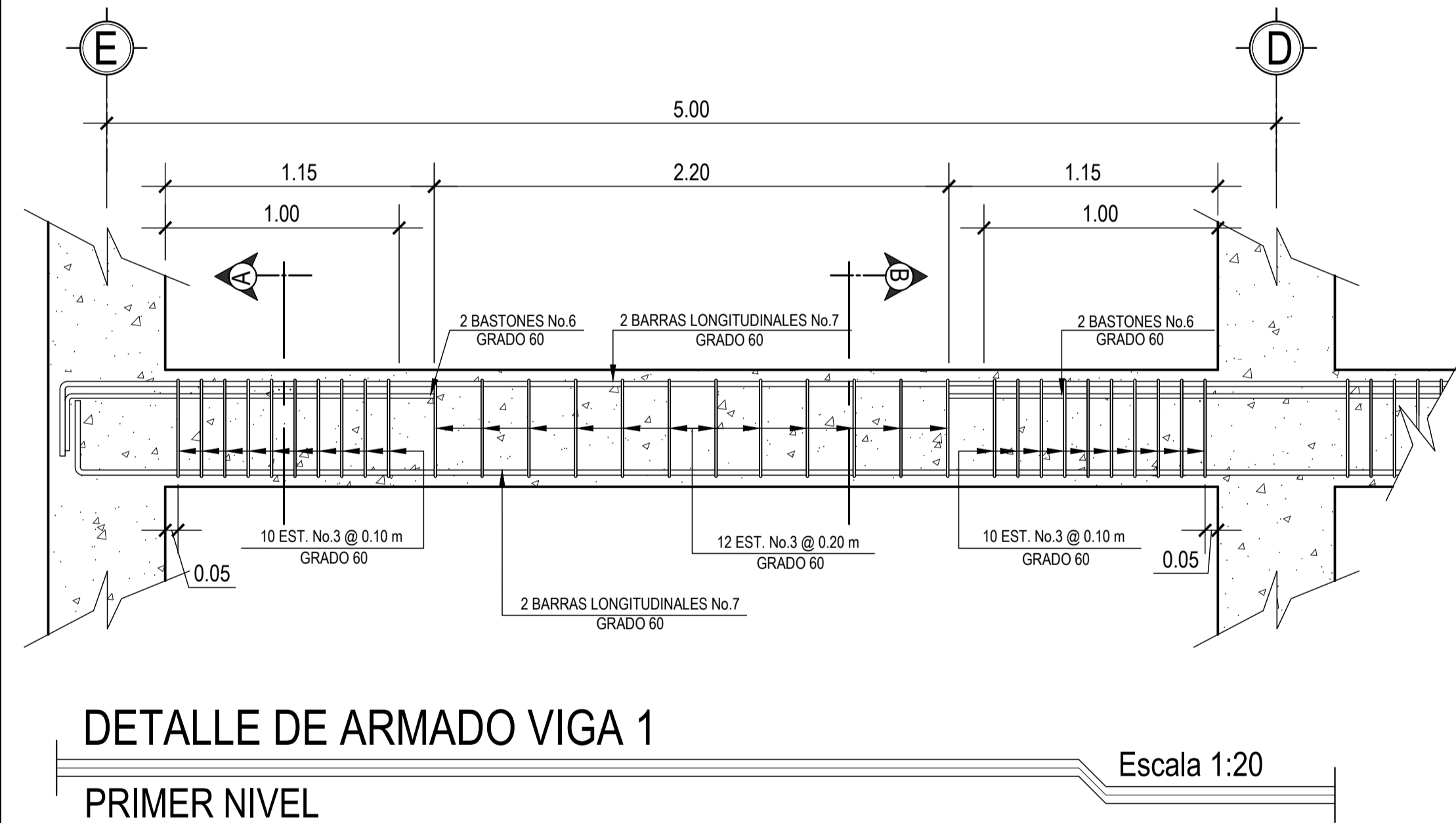
PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA BIBLIOTECA MUNICIPAL CON ENFOQUE AL ARTE Y LA CULTURA EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.

UBICACIÓN: CALLE 29 DE JUNIO, ACCESO No.5 ZONA 2 SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS.	DIBUJO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS	
LUGAR DE EPS: MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ	DISEÑO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS	
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS	CONTENIDO: PLANTA ESTRUCTURAL DE LOSAS + VIGAS	CÁLCULO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS
ASESOR: ING. MARIO ROLANDO LUIS LÓPEZ	ESCALA: INDICADA FECHA: JUNIO DE 2023	HOJA No.: 6/19



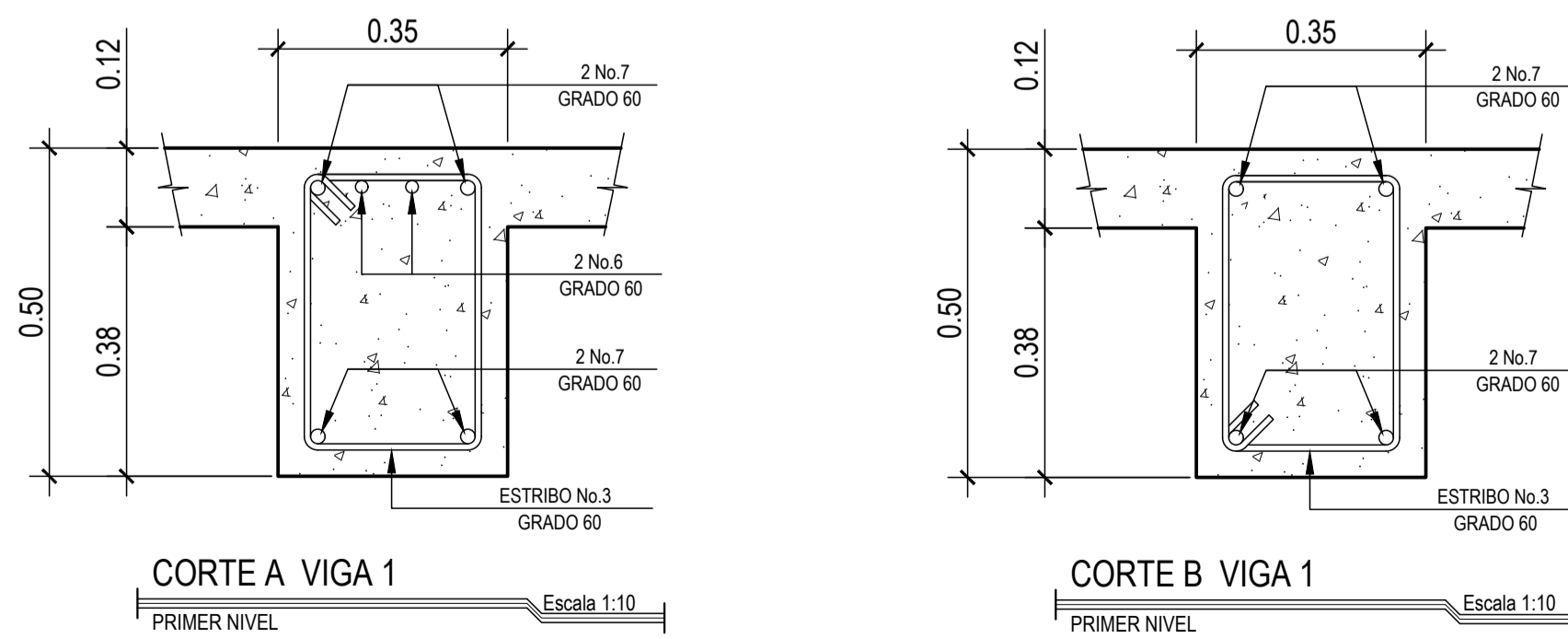
PLANTA ESTRUCTURAL DE VIGAS

TERCER NIVEL Escala 1:125



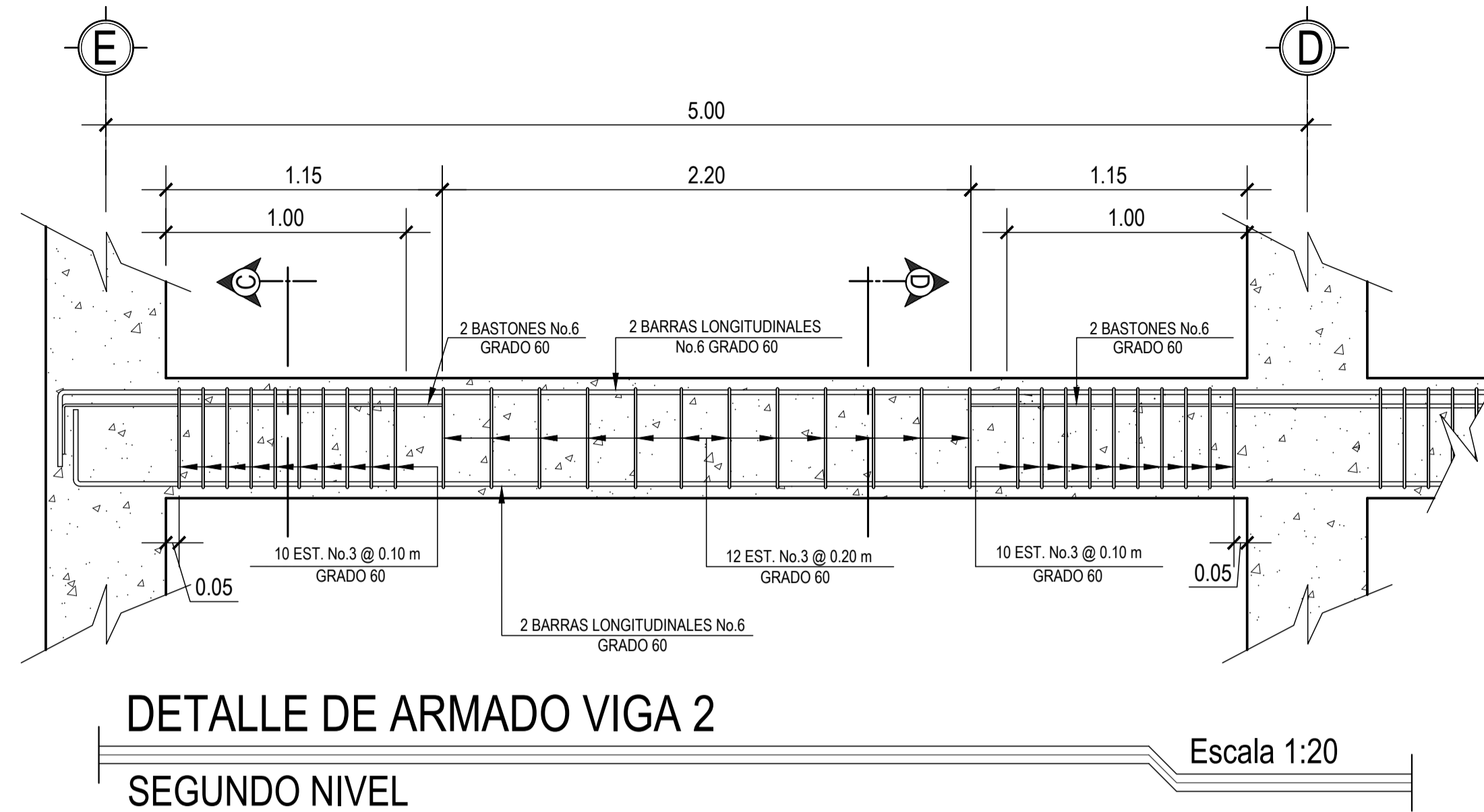
DETALLE DE ARMADO VIGA 1

PRIMER NIVEL Escala 1:20



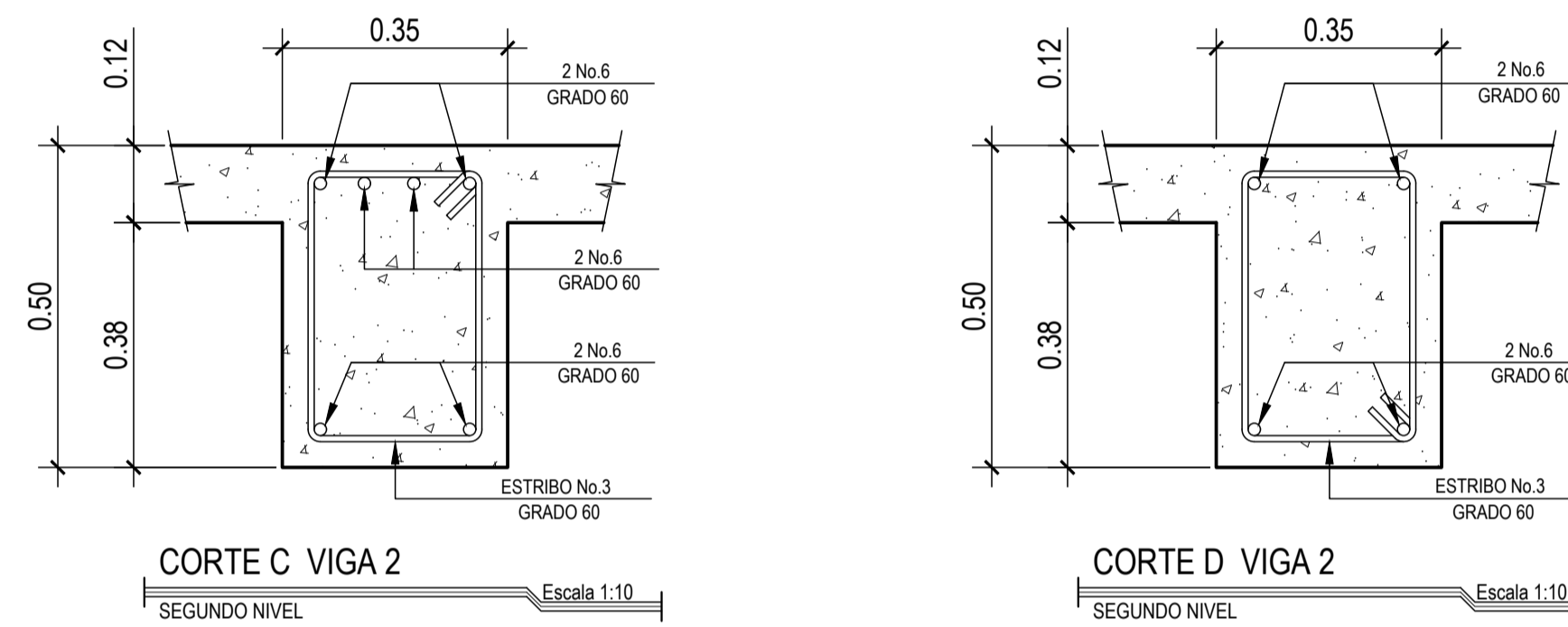
CORTE A VIGA 1 Escala 1:10

CORTE B VIGA 1 Escala 1:10



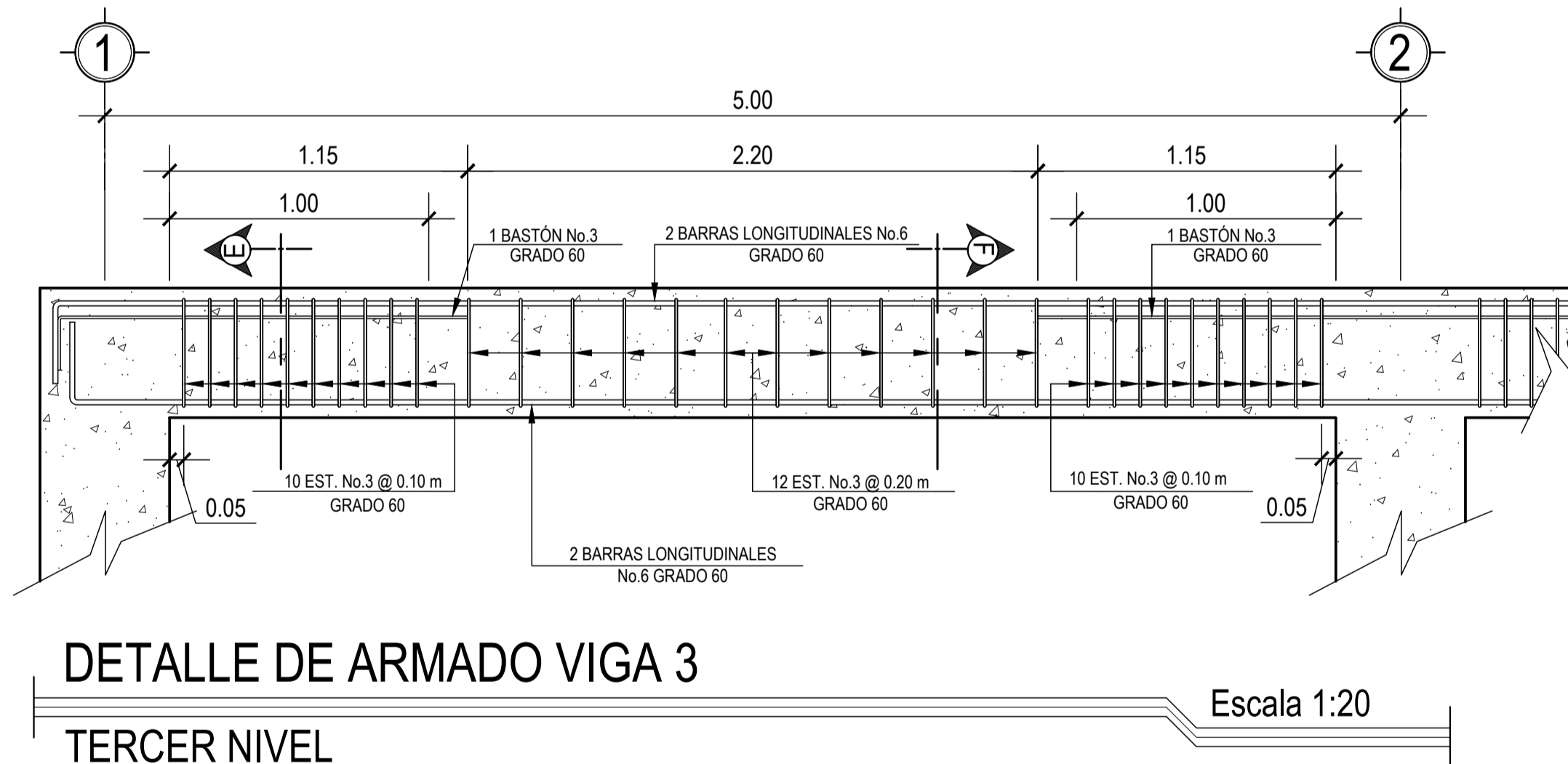
DETALLE DE ARMADO VIGA 2

SEGUNDO NIVEL Escala 1:20



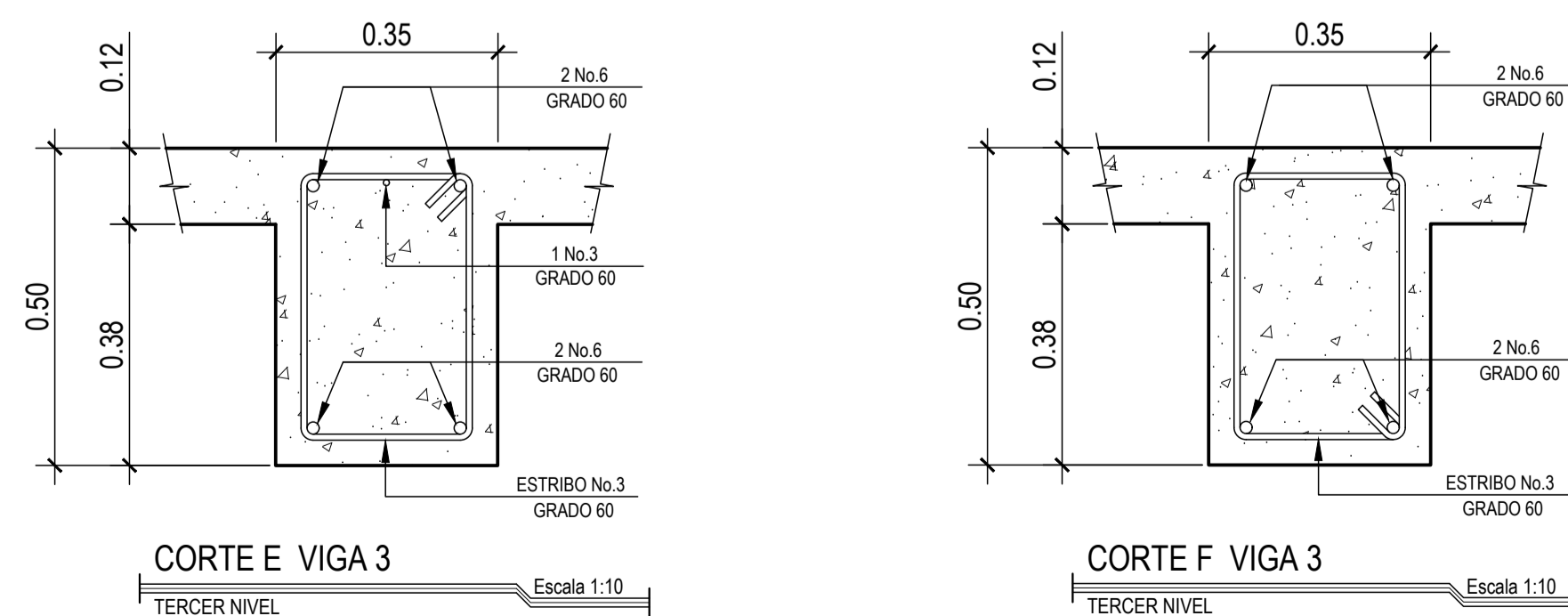
CORTE C VIGA 2 Escala 1:10

CORTE D VIGA 2 Escala 1:10



DETALLE DE ARMADO VIGA 3

TERCER NIVEL Escala 1:20



CORTE E VIGA 3 Escala 1:10

CORTE F VIGA 3 Escala 1:10

DETALLE DE GANCHOS PARA ESTRIBOS			
REFERENCIA ACI 318S-14			
TIPO DE GANCHO	DIÁMETRO DE BARRA	L	TIPO DE GANCHO ESTÁNDAR
135°	No. 2 Y No. 3	EXTENSIÓN FINAL MAYOR DE 6d _b Y 0.075 m	
180°	No. 2 Y No. 3	EXTENSIÓN FINAL MAYOR DE 4d _b Y 0.065 m	
DETALLE DE GANCHOS PARA REFUERZO PRINCIPAL			
TIPO DE GANCHO	DIÁMETRO DE BARRA	L	TIPO DE GANCHO ESTÁNDAR
90°	No. 2 A No. 7	12d _b	
180°	No. 2 A No. 7	EXTENSIÓN FINAL MAYOR DE 4d _b Y 0.065 m	

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA LOSAS Y VIGAS

- LA ESTRUCTURA SE CONSTRUIRÁ EN UN SISTEMA DE MARCOS RIGIDOS RESISTENTES A MOMENTOS DE CONCRETO REFORZADO.
- CONCRETO: SE USARÁ CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A COMPRESIÓN DE $f'_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (4000PSI) A LOS 28 DÍAS.
- ACERO DE REFUERZO: SE USARÁ ACERO DE REFUERZO $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ (G60).
- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.
- RECUBRIMIENTO EN LOSA ES DE 2.54 cm.
- ESPESOR DE LOSA 0.12 m.
- RECUBRIMIENTO EN VIGA ES DE 4 cm.

CALIDAD DE LOS MATERIALES

- CEMENTO: TIPO 1 EN SACOS DE 42.5 kg DEBERÁ SER FRESCO Y DE RESIENTE PRODUCCIÓN, SE DESECHARÁ EL CEMENTO QUE HAYA ENDURECIDO O QUE HAYA FORMADO GRÁNULOS POR HIDRATACIÓN.
- AGREGADO FINO Y GRUESO: DEBERÁN DE CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES DESCRITAS EN LAS NORMAS ASTM Y DEL REGLAMENTO ACI-318S REFERENTE A LA SECCIÓN DE AGREGADOS.
- AGUA: EL AGUA A UTILIZAR EN LA MEZCLA Y CURADO DEL CONCRETO DEBERÁ SER LIMPIA Y LIBRE DE SUSTANCIAS NOCIVAS QUE DAÑEN LA RESISTENCIA O AL CONCRETO MISMO.
- PARA LA COLOCACIÓN DEL CONCRETO EN LOSAS + VIGAS DEBERÁ UTILIZARSE VIBRADORES PARA LOGRAR UN ADECUADO ACONDICIONAMIENTO.

NOTA

- LAS VIGAS ESTÁN DISTRIBUIDAS DE LA SIGUIENTE MANERA:
- VIGA 1 EN TODO EL PRIMER NIVEL (EJES X, Y)
 - VIGA 2 EN TODO EL SEGUNDO NIVEL (EJES X, Y)
 - VIGA 3 EN TODO EL TERCER NIVEL (EJES X, Y)
- VER DETALLE
VER DETALLE
VER DETALLE

TRASLAPES MÍNIMOS

Ø	INFERIOR	SUPERIOR
No.3	0.35 m	0.35 m
No.4	0.50 m	0.65 m
No.5	0.60 m	0.80 m
No.6	0.75 m	0.95 m
No.7	0.85 m	1.10 m

REFERENCIA ACI 318S-14
REGLÓN 25.4.2.2

NO DEBEN USARSE EMPALMES POR TRASLAPLO EN UBICACIONES TALES COMO:

- DENTRO DE LOS NUDOS.
- EN UNA DISTANCIA DE DOS VECES LA ALTURA DE LA VIGA MEDIDA DESDE LA CARA DEL NUDO.
- DENTRO DE UNA DISTANCIA DEL DOBLE DE LA ALTURA DE LA VIGA MEDIDA DESDE SECCIONES DONDE PUEDA OCURRIR FLEXIÓN POR FLEXIÓN.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA BIBLIOTECA MUNICIPAL CON ENFOQUE AL ARTE Y LA CULTURA EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.

UBICACIÓN: CALLE 29 DE JUNIO, ACCESO No.5 ZONA 2 SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS.

LUGAR DE EPS: MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ

DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

ASESOR: ING. MARIO ROLANDO LUIS LÓPEZ

DIBUJO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS

DISEÑO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS

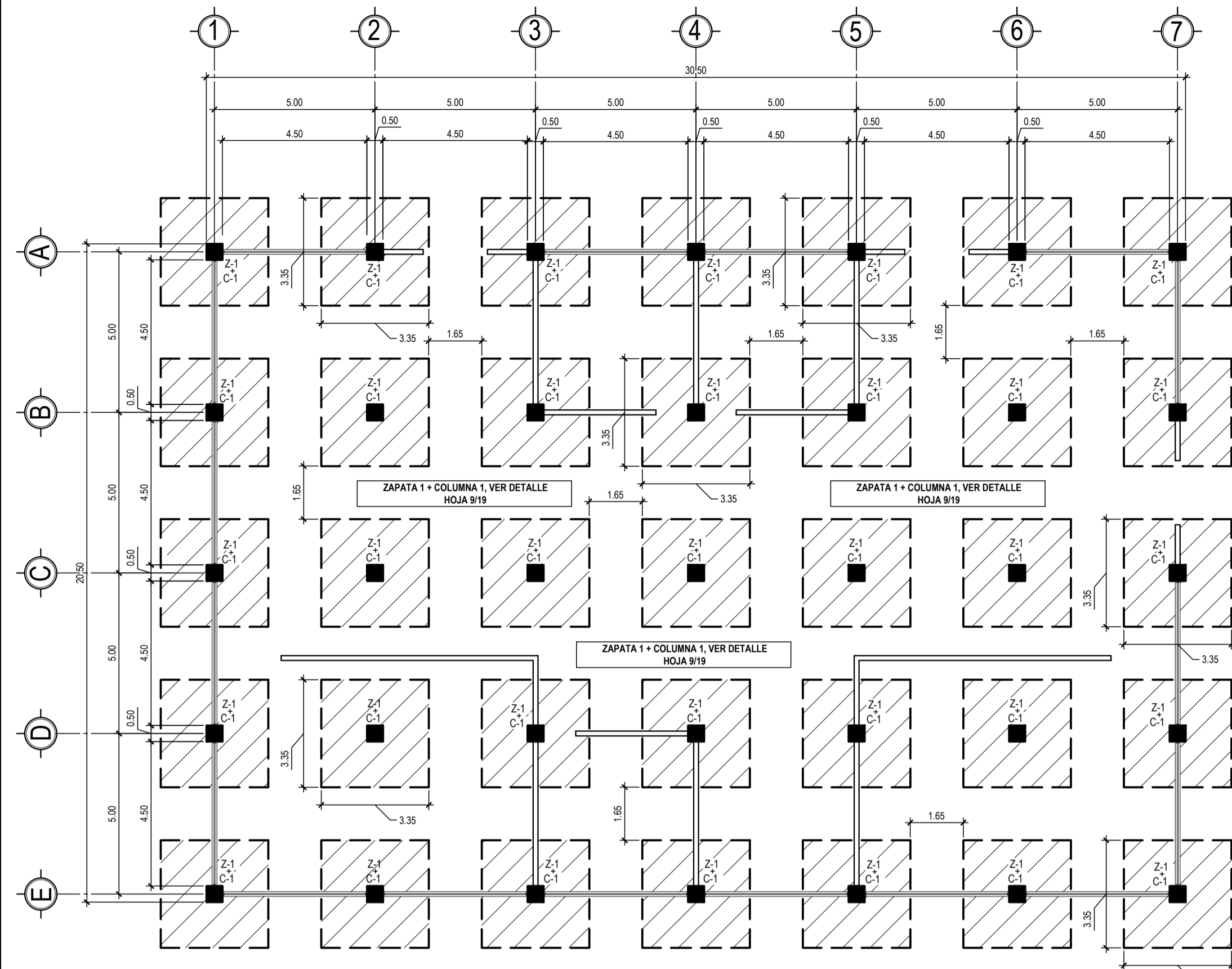
CÁLULO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS

HOJA No. 7/19

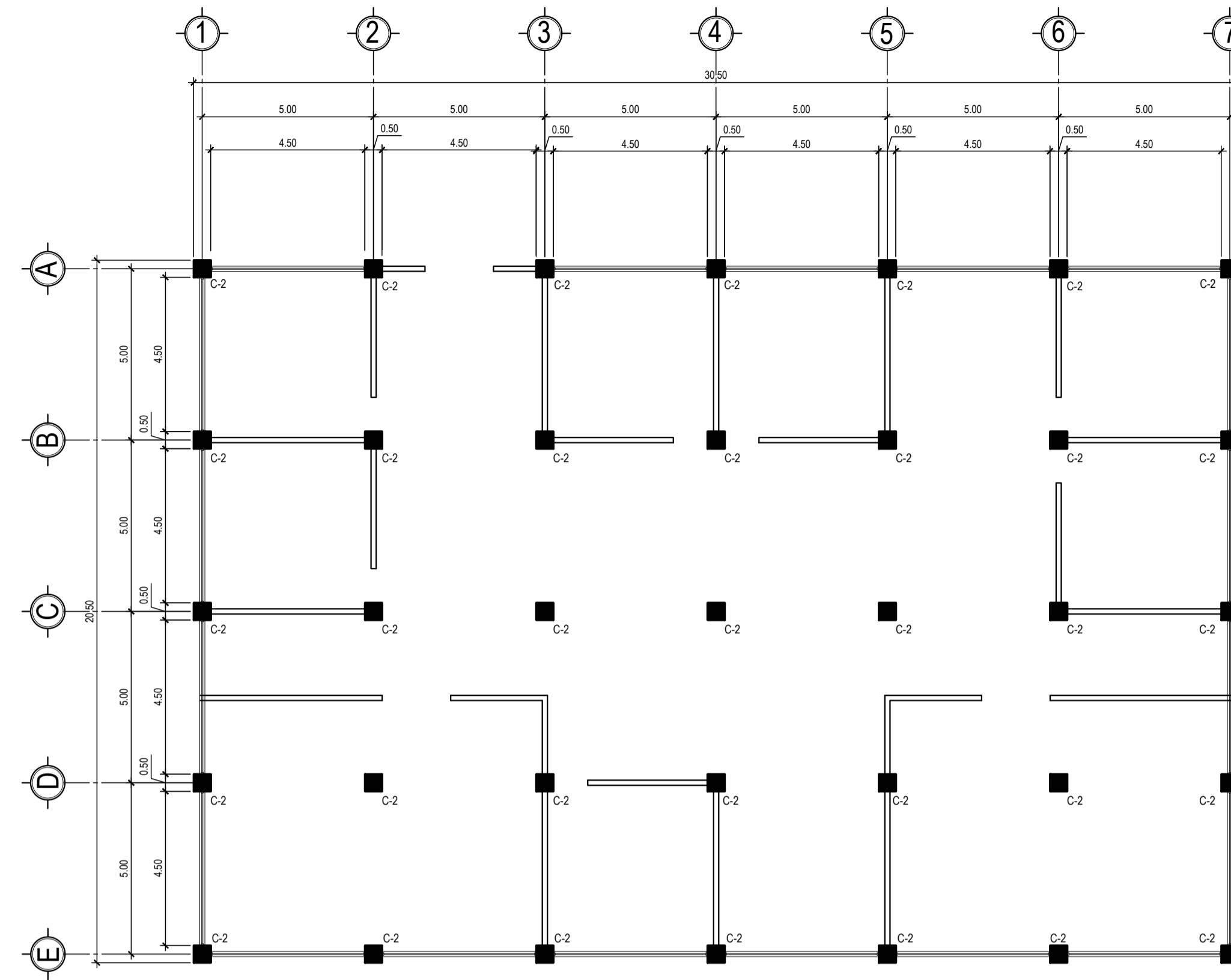
CONTENIDO: PLANTA ESTRUCTURAL DE VIGAS + DETALLES

ESCALA: INDICADA

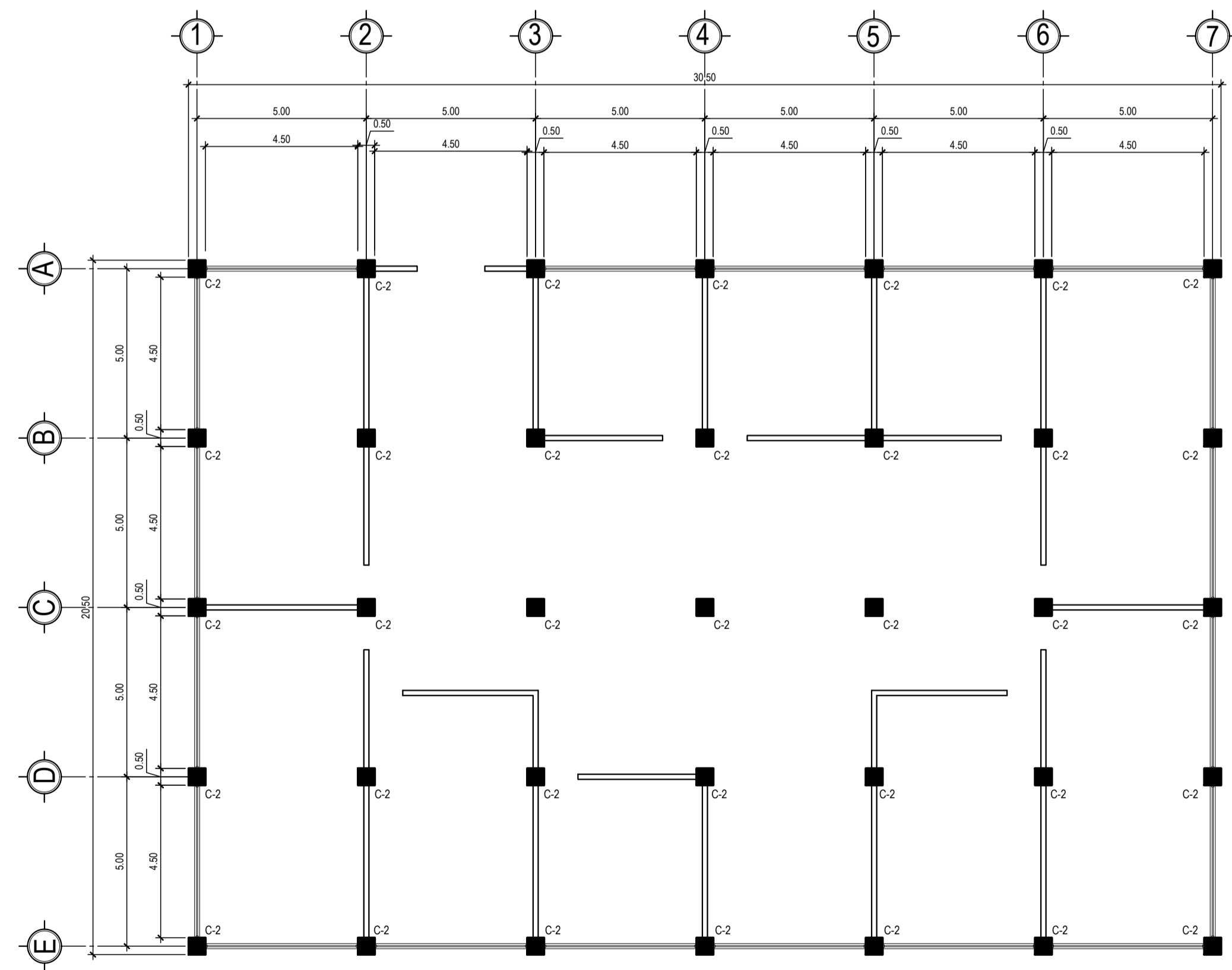
FECHA: JUNIO DE 2023



PLANTA ESTRUCTURAL DE ZAPATA + COLUMNAS
PRIMER NIVEL Escala 1:125



PLANTA ESTRUCTURAL DE COLUMNAS
SEGUNDO NIVEL Escala 1:125



PLANTA ESTRUCTURAL DE COLUMNAS
TERCER NIVEL Escala 1:125

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS PARA COLUMNAS Y ZAPATAS

- LA ESTRUCTURA SE CONSTRUIRÁ EN UN SISTEMA DE MARCOS RÍGIDOS RESISTENTES A MOMENTOS DE CONCRETO REFORZADO.
- CONCRETO: SE USARÁ CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A COMPRESIÓN DE $f_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (4000PSI) A LOS 28 DÍAS.
- ACERO DE REFUERZO: SE USARÁ ACERO DE REFUERZO $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ (G60).
- TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.
- RECUBRIMIENTO EN ZAPATAS ES DE 7.50 cm.
- RECUBRIMIENTO EN COLUMNAS ES DE 4 cm.

CALIDAD DE LOS MATERIALES

- CEMENTO: TIPO 1 EN SACOS DE 42.5 kg DEBERÁ SER FRESCO Y DE RESIENTE PRODUCCIÓN, SE DESECHARÁ EL CEMENTO QUE HAYA ENDURECIDO O QUE HAYA FORMADO GRÁNULOS POR HIDRATACIÓN.
- AGREGADO FINO Y GRUESO: DEBERÁN DE CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES DESCRITAS EN LAS NORMAS ASTM Y DEL REGLAMENTO ACI-318S REFERENTE A LA SECCIÓN DE AGREGADOS.
- AGUA: EL AGUA A UTILIZAR EN LA MEZCLA Y CURADO DEL CONCRETO DEBERÁ SER LIMPIA Y LIBRE DE SUSTANCIAS NOCIVAS QUE DAÑEN LA RESISTENCIA O AL CONCRETO MISMO.
- PARA LA COLOCACIÓN DEL CONCRETO EN COLUMNAS DEBERÁ UTILIZARSE VIBRADORES PARA LOGRAR UN ADECUADO ACONDICIONAMIENTO.

TRASLAPES MÍNIMOS

Ø	TRASLAPE
No.3	0.35 m
No.4	0.50 m
No.5	0.60 m
No.6	0.75 m
No.7	0.85 m
No.8	1.00 m

REFERENCIA ACI 318S-14
RENGLÓN 25.4.2.2

LOS EMPALMES POR TRASLAPO SE PERMITEN SÓLO DENTRO DE LA MITAD CENTRAL DE LA LONGITUD DEL MIEMBRO, DEBEN DISEÑARSE COMO EMPALMES POR TRASLAPO EN TRACCIÓN Y DEBEN ESTAR CONFINADOS POR REFUERZO TRANSVERSAL DE ACUERDO CON 18.7.5.2 Y 18.7.5.3 DEL CÓDIGO ACI 318S-14

NOTA

- LAS COLUMNAS ESTÁN DISTRIBUIDAS DE LA SIGUIENTE MANERA:
- COLUMNA C-1 PARA TODO EL PRIMER NIVEL
 - COLUMNA C-2 PARA TODO EL SEGUNDO Y TERCER NIVEL

C-1 = COLUMNA TIPO 1 VER DETALLE HOJA 9/19
C-2 = COLUMNA TIPO 2 VER DETALLE HOJA 9/19
Z-1 ZAPATA TIPO 1 VER DETALLE HOJA 9/19

LOS DETALLES DE NODOS DE LA HOJA 9/19 SERÁN DE REFERENCIA PARA EL ARMADO DE LOS TRES NIVELES.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA BIBLIOTECA MUNICIPAL CON ENFOQUE AL ARTE Y LA CULTURA EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.

UBICACIÓN: CALLE 29 DE JUNIO, ACCESO No.5 ZONA 2 SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS.

LUGAR DE EPS: MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ

DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

ASESOR: ING. MARIO ROLANDO LUIS LÓPEZ

CONTENIDO:

PLANTA ESTRUCTURAL DE ZAPATA + COLUMNAS

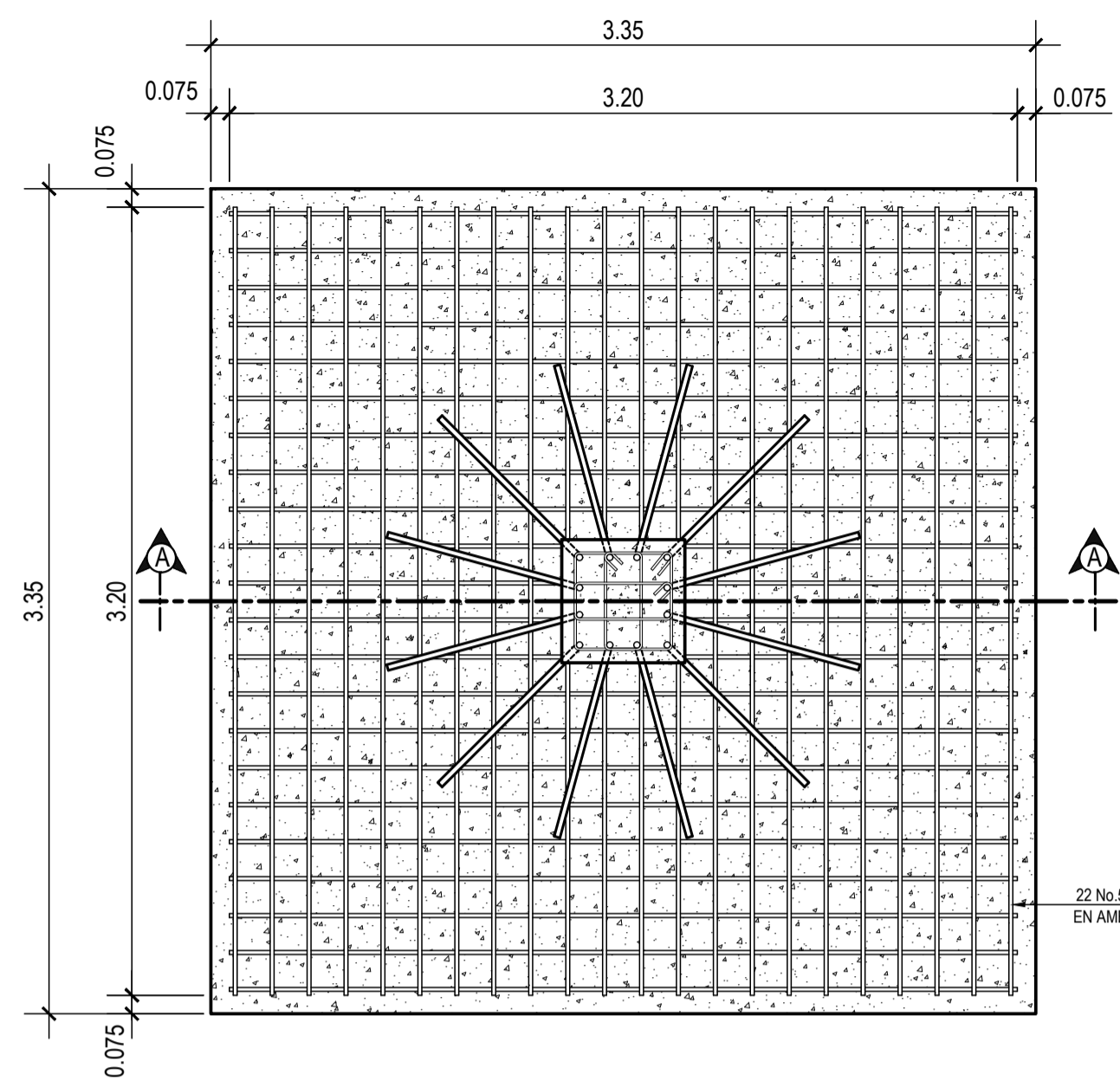
ESCALA: INDICADA
FECHA: JUNIO DE 2023

DIBUJO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS

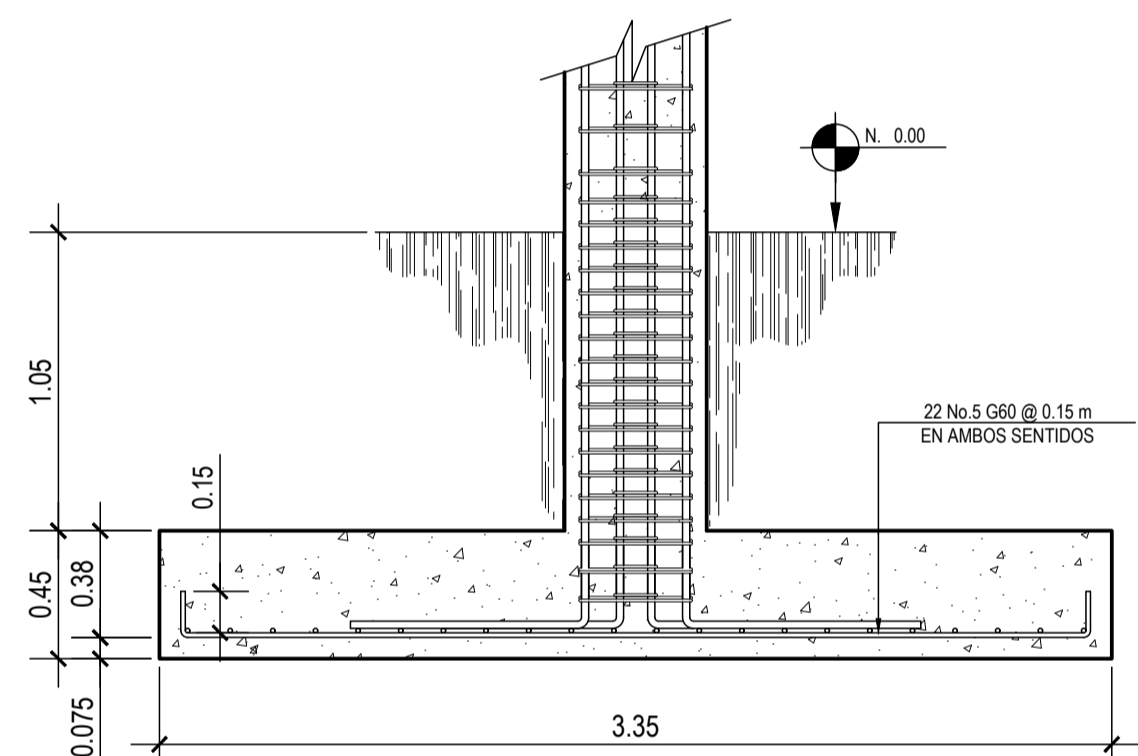
DISEÑO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS

CÁLCULO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS

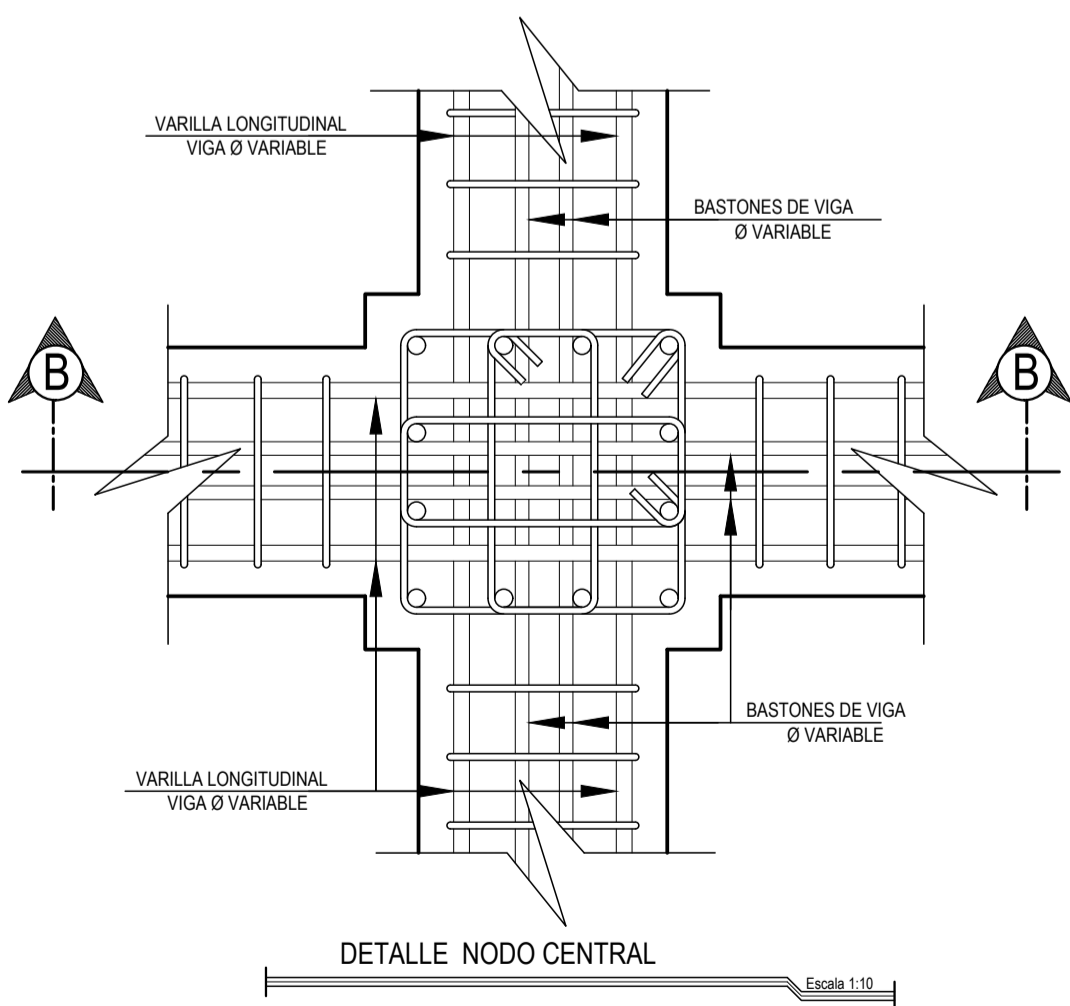
HOJA No. 8/19



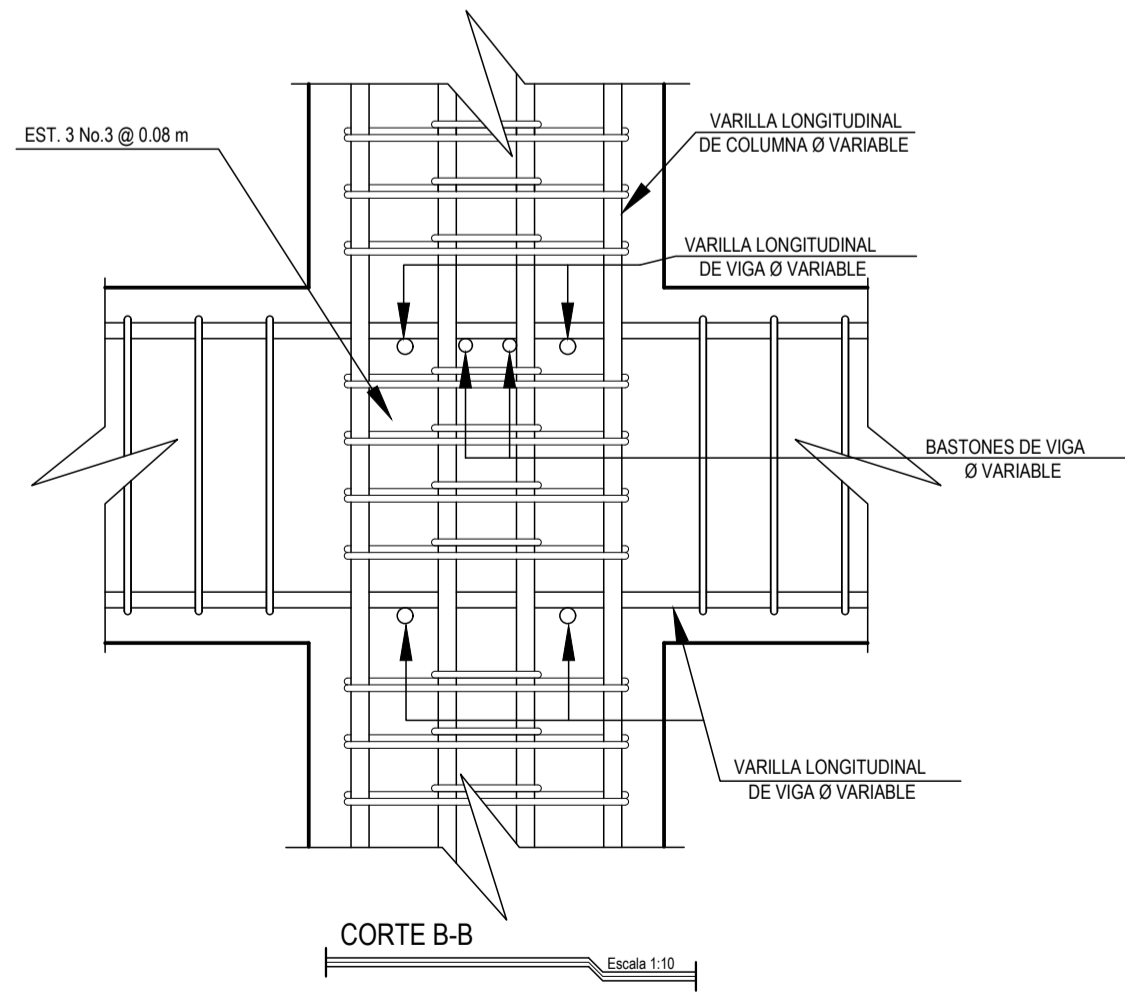
DETALLE DE ZAPATA + COLUMNA
Z1 + C1 Escala 1:25



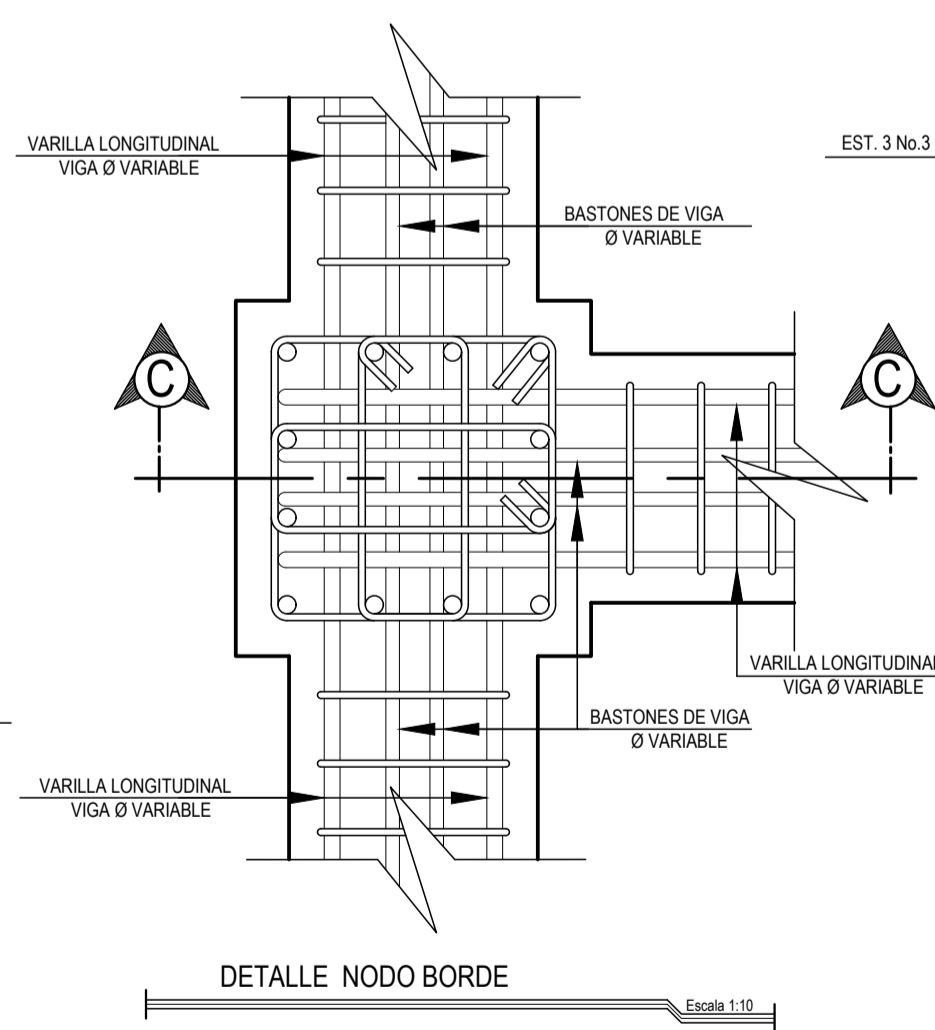
DETALLE CORTE A-A
Z1 + C1 Escala 1:25



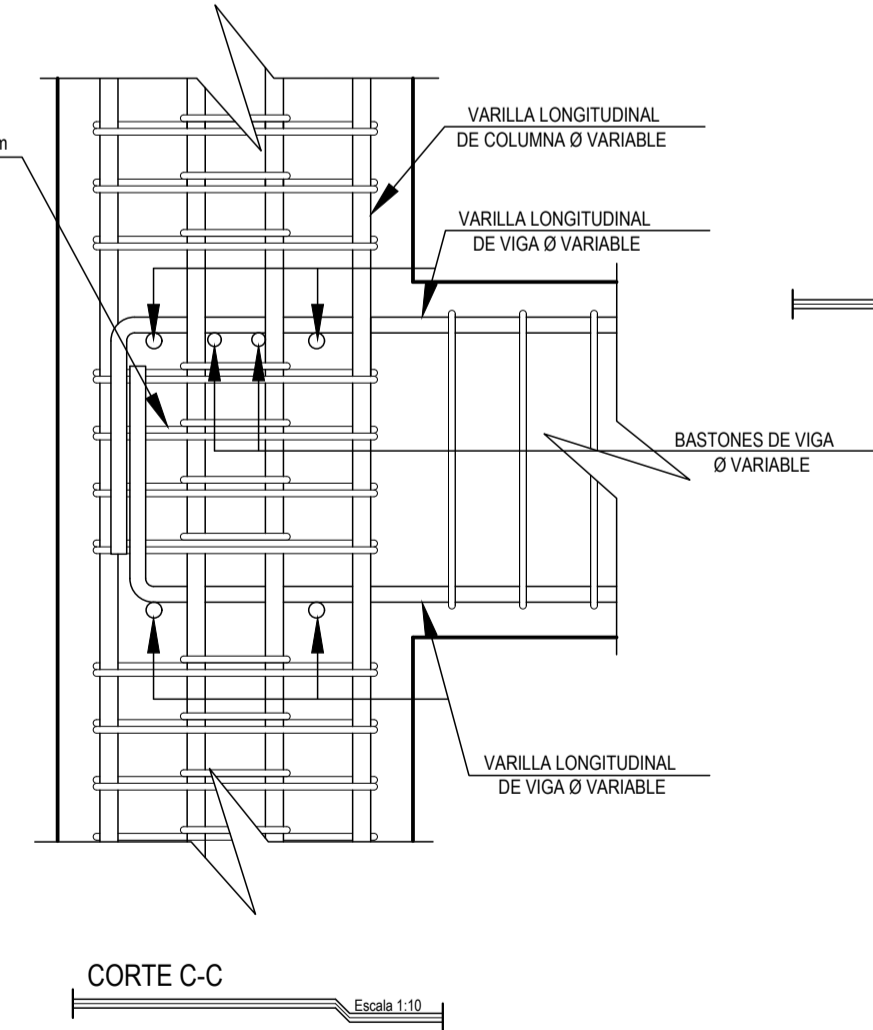
DETALLE NODO CENTRAL Escala 1:10



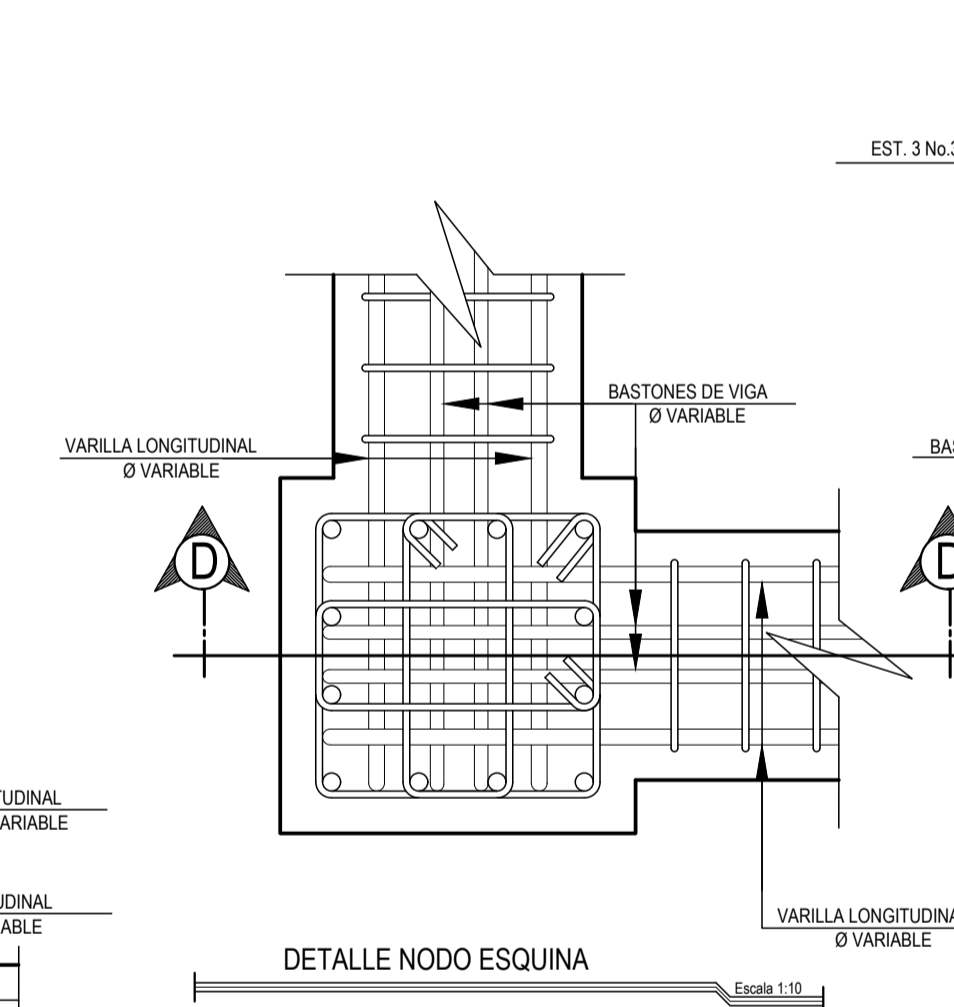
CORTE B-B Escala 1:10



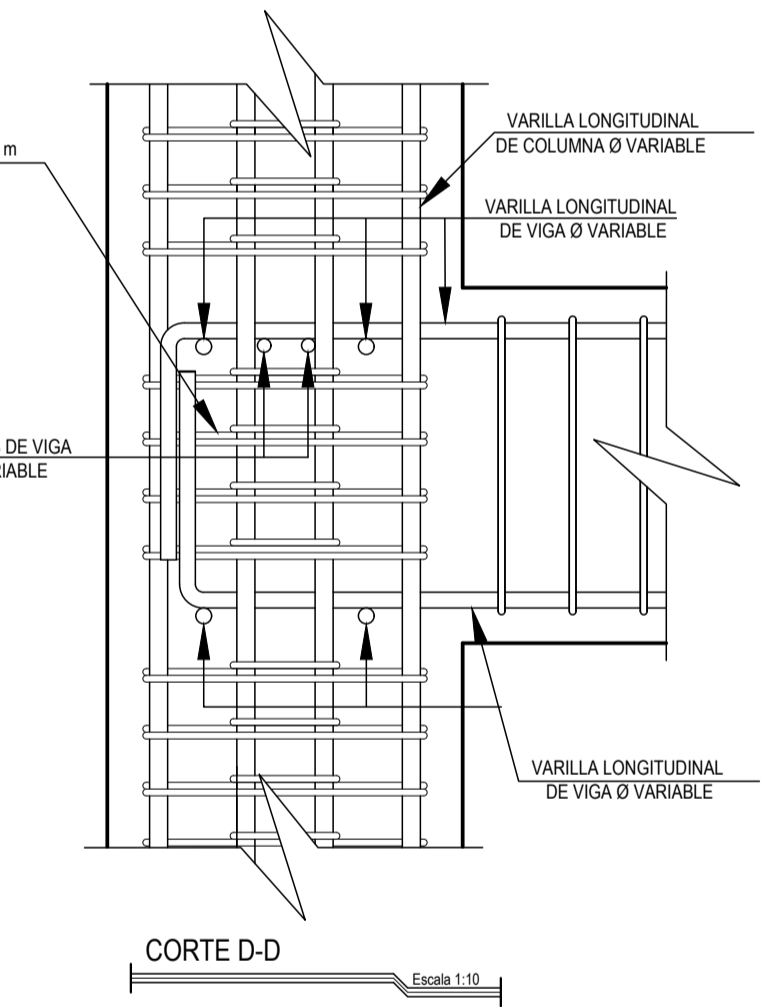
DETALLE NODO BORDE Escala 1:10



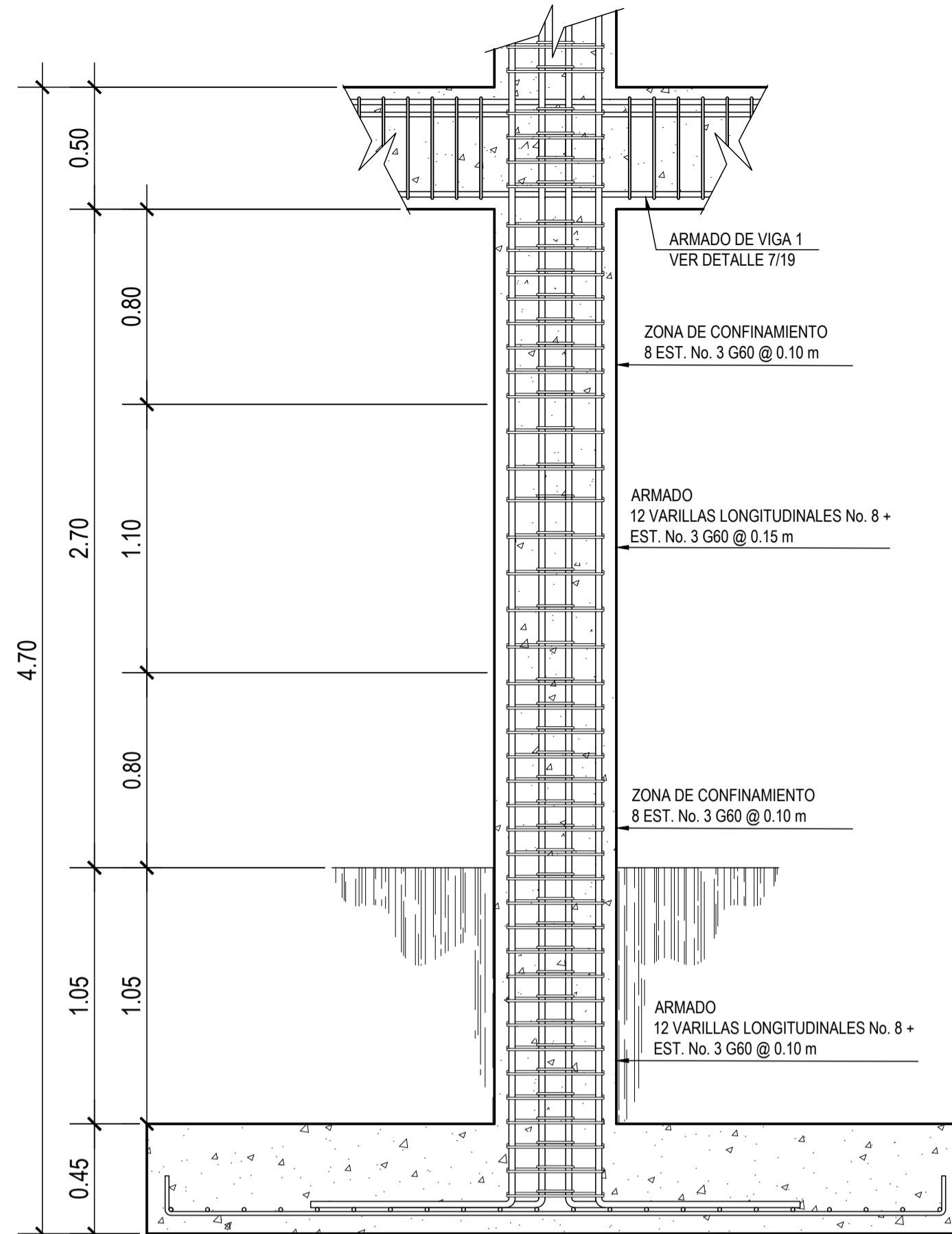
CORTE C-C Escala 1:10



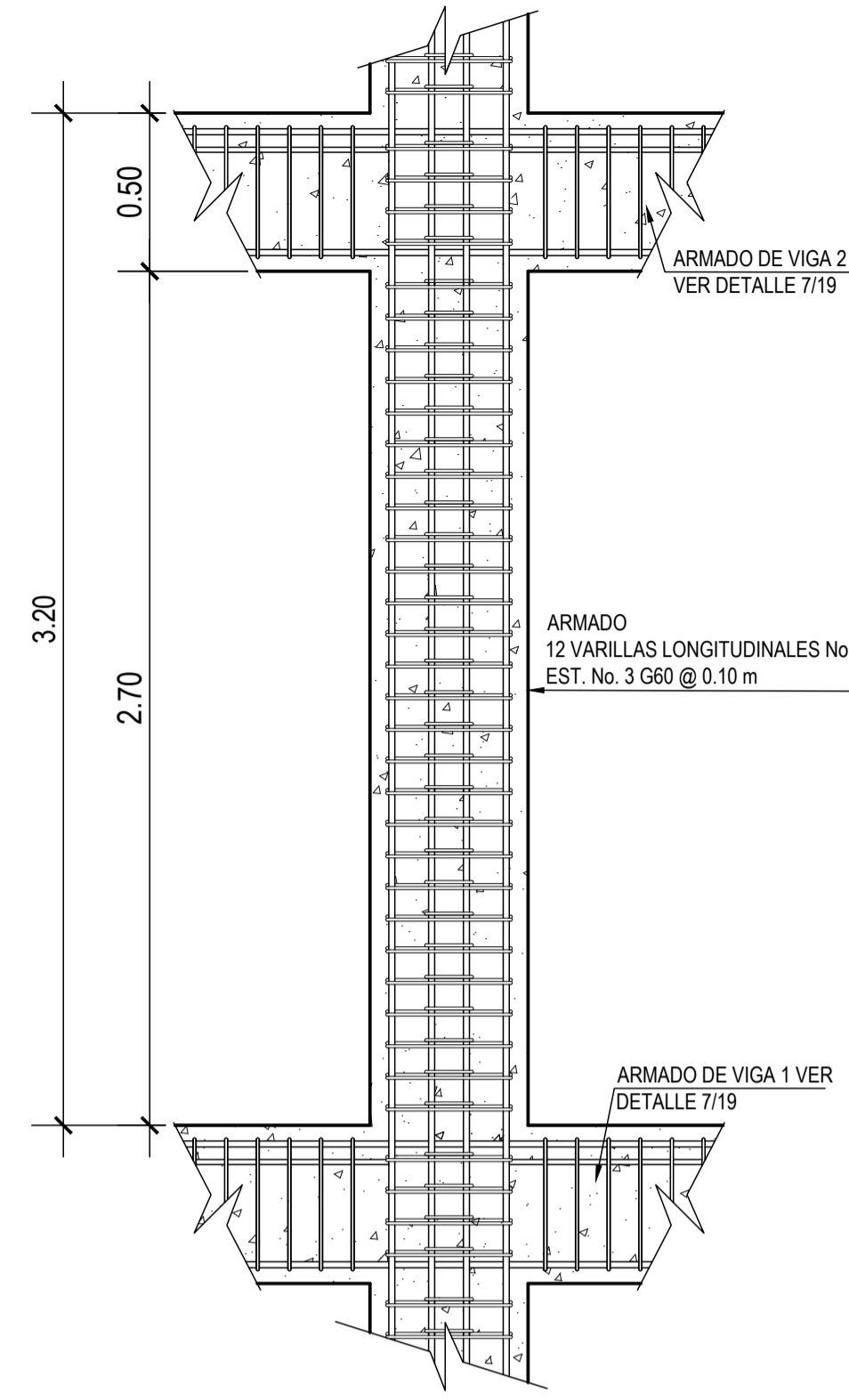
DETALLE NODO ESQUINA Escala 1:10



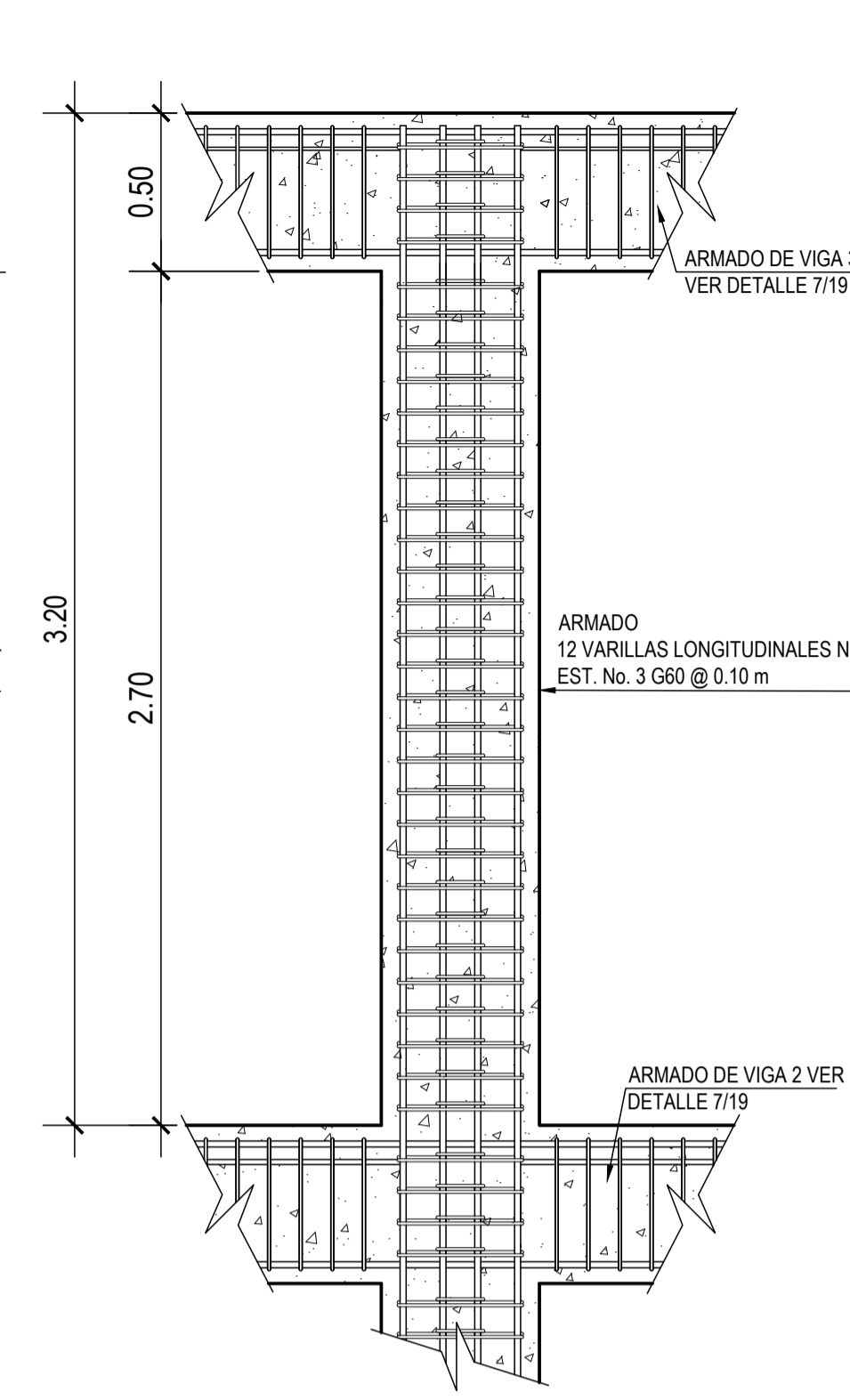
CORTE D-D Escala 1:10



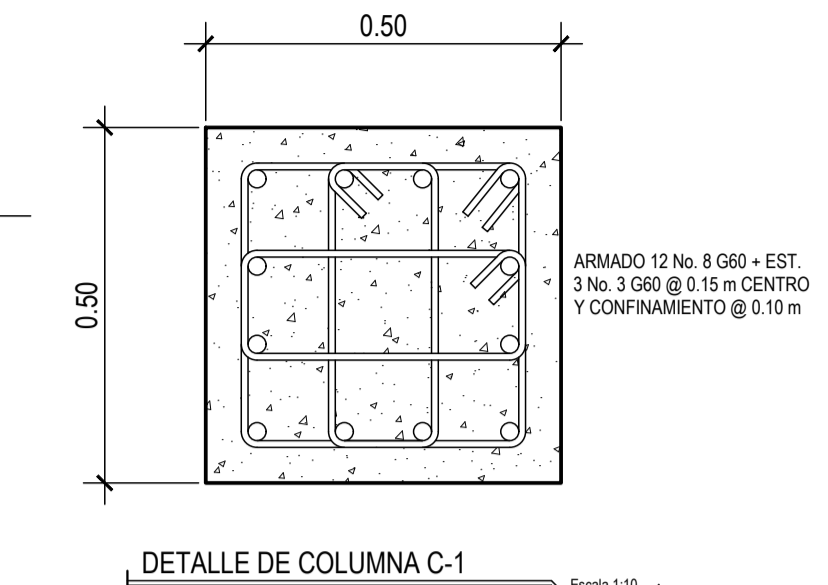
SECCIÓN DE COLUMNA C-1
PRIMER NIVEL Escala 1:25



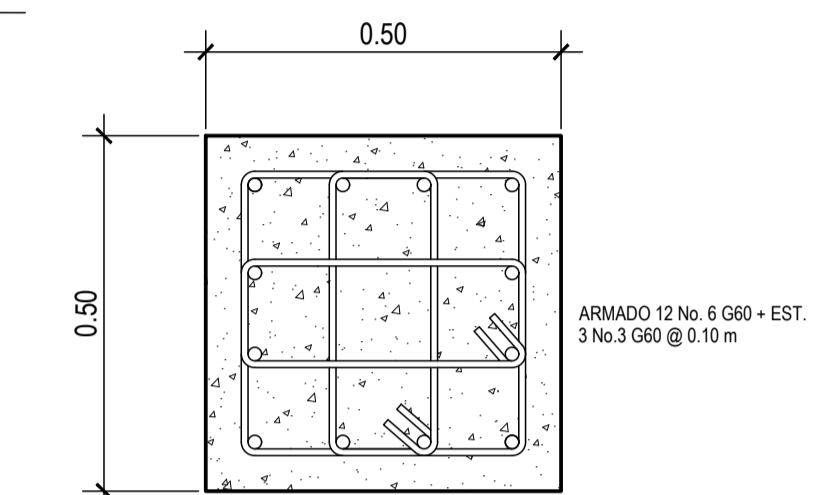
SECCIÓN DE COLUMNA C-2
SEGUNDO NIVEL Escala 1:25



SECCIÓN DE COLUMNA C-2
TERCER NIVEL Escala 1:25



DETALLE DE COLUMNA C-1
PRIMER NIVEL Escala 1:10



DETALLE DE COLUMNA C-2
SEGUNDO Y TERCER NIVEL Escala 1:10

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA BIBLIOTECA MUNICIPAL CON ENFOQUE AL ARTE Y LA CULTURA EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.

UBICACIÓN: CALLE 29 DE JUNIO, ACCESO No. 5 ZONA 2 SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS.

LUGAR DE EPS: MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ

DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

ASESOR: ING. MARIO ROLANDO LUIS LÓPEZ

DIBUJO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS

DISEÑO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS

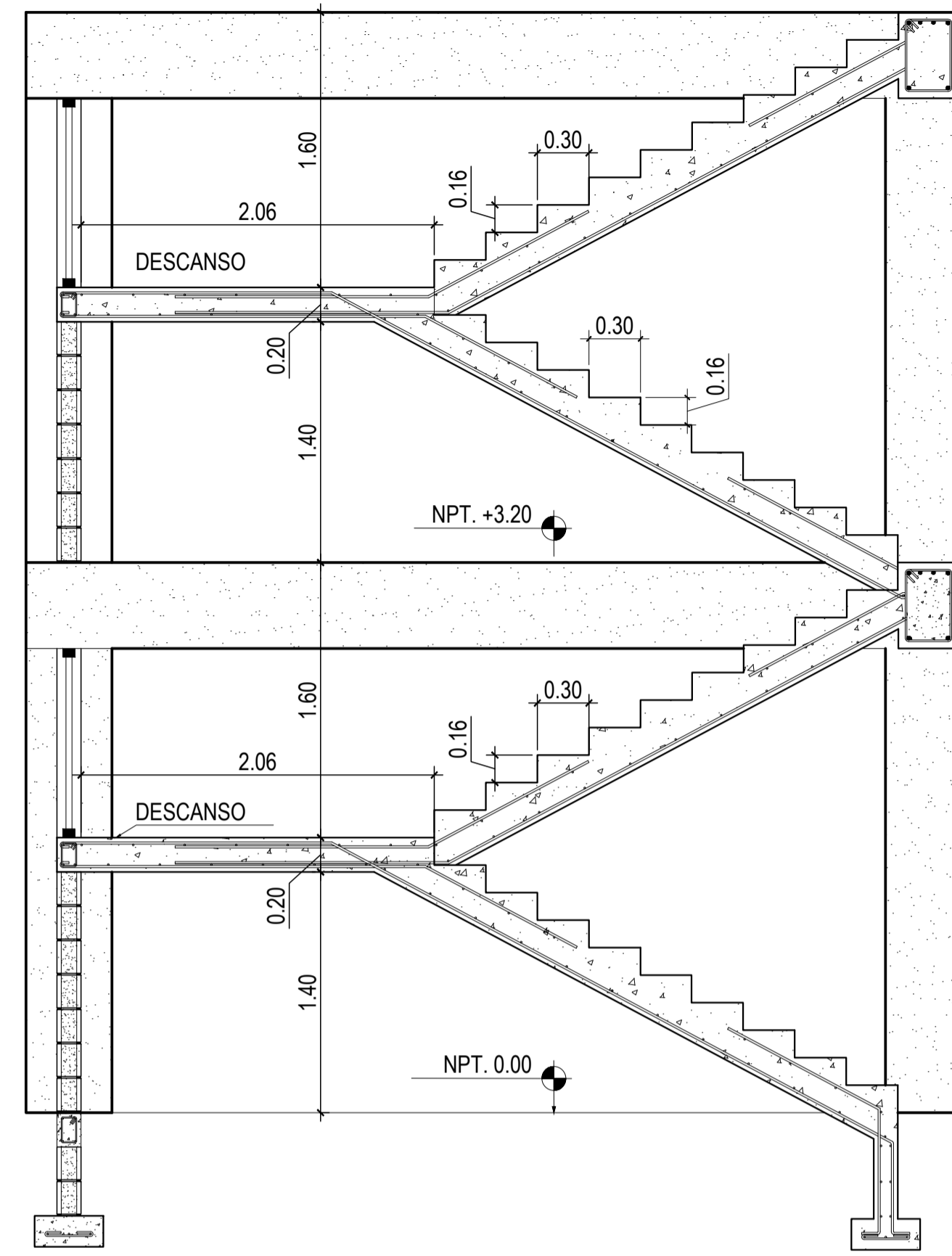
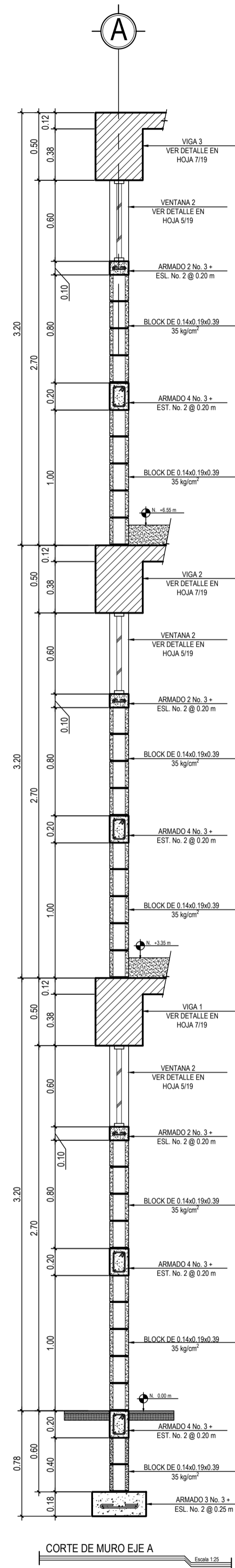
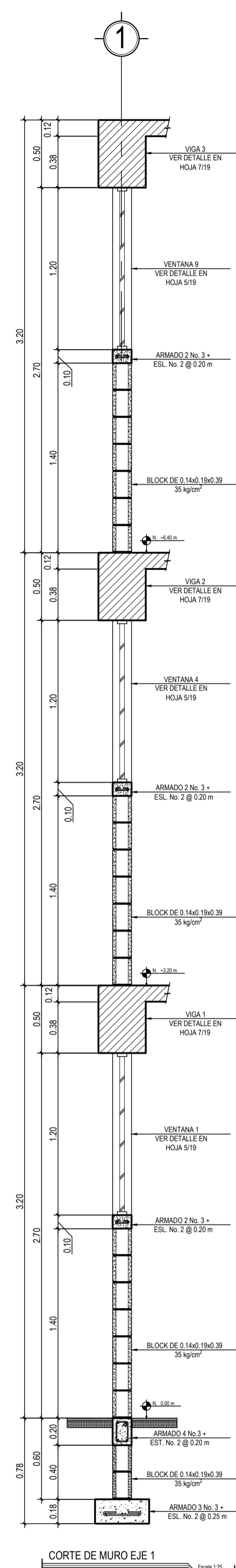
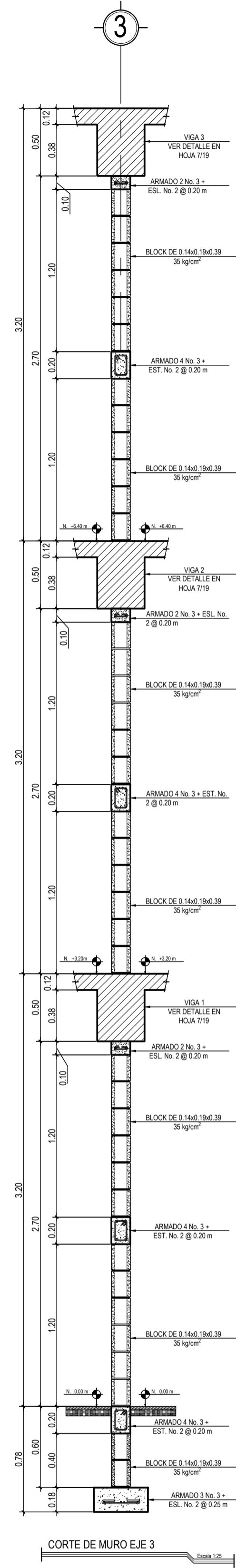
CALCULO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS

CONTENIDO: DETALLES DE ZAPATA, COLUMNAS Y NODOS

ESCALA: INDICADA

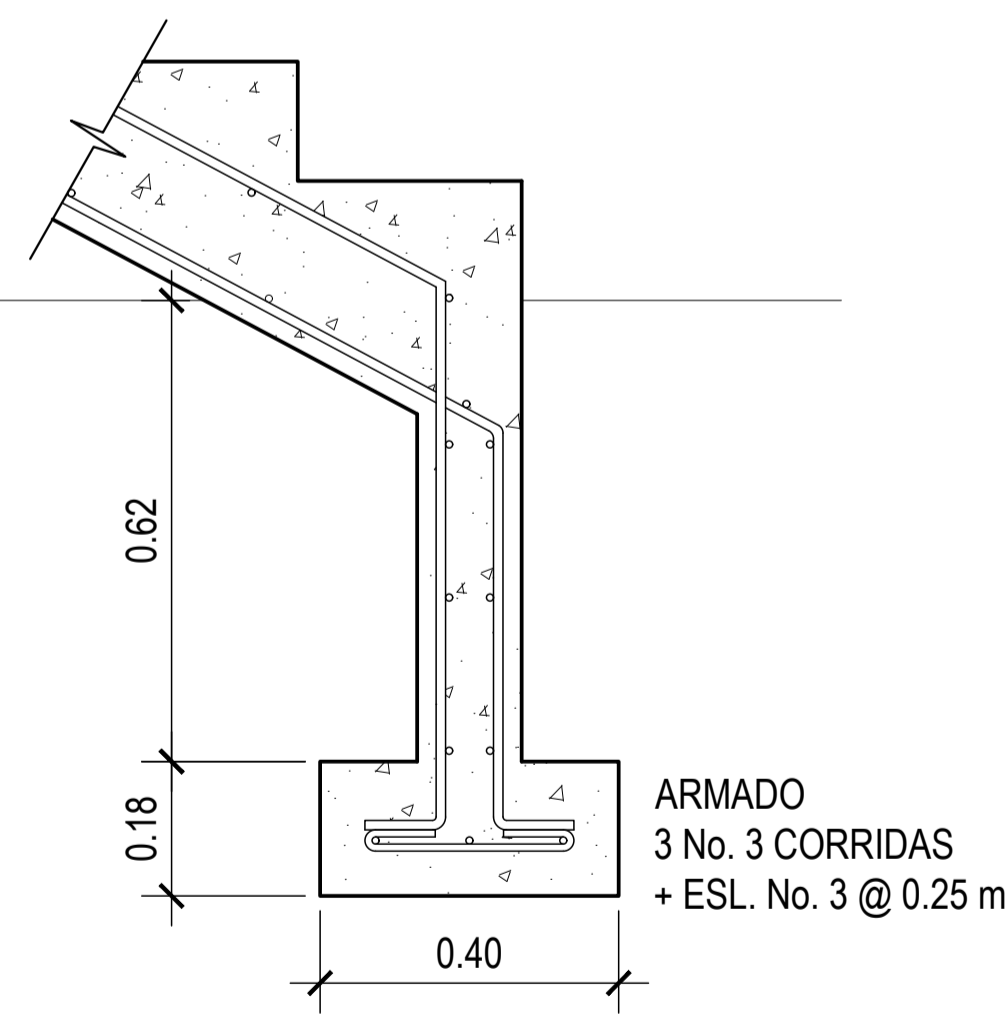
FECHA: JUNIO DE 2023

HOJA No. 9/19



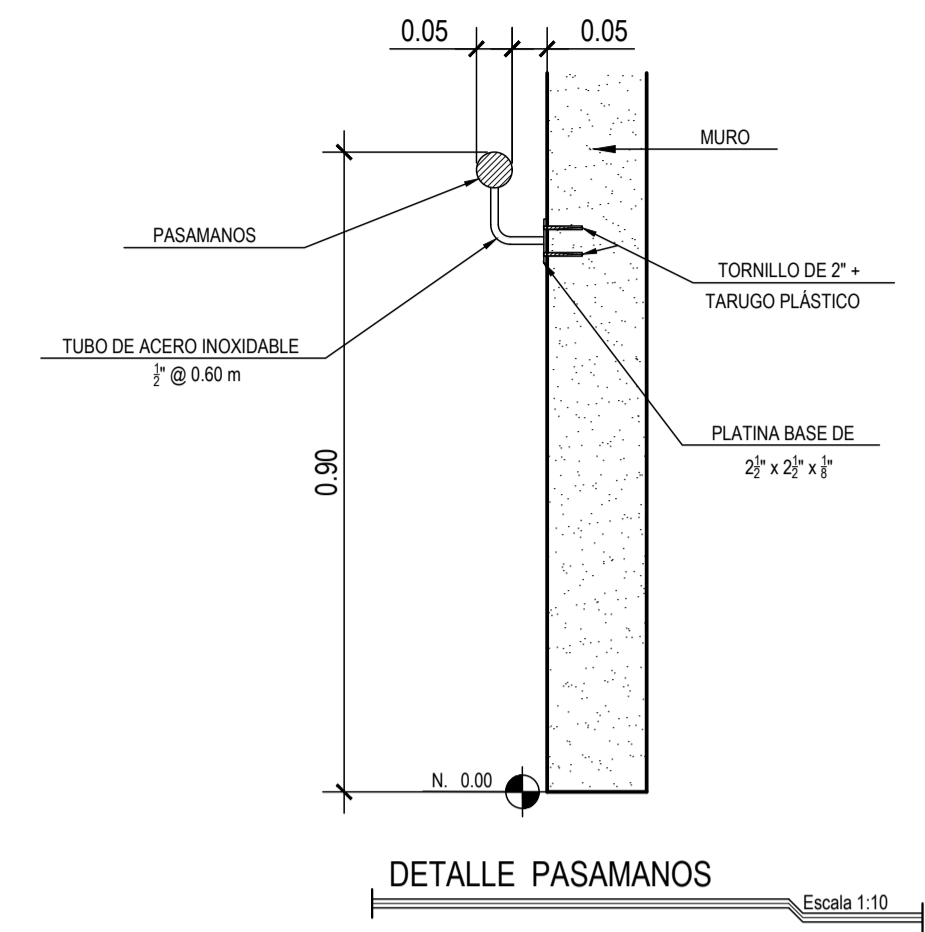
SECCIÓN TÍPICA DE GRADAS

Escala 1:30



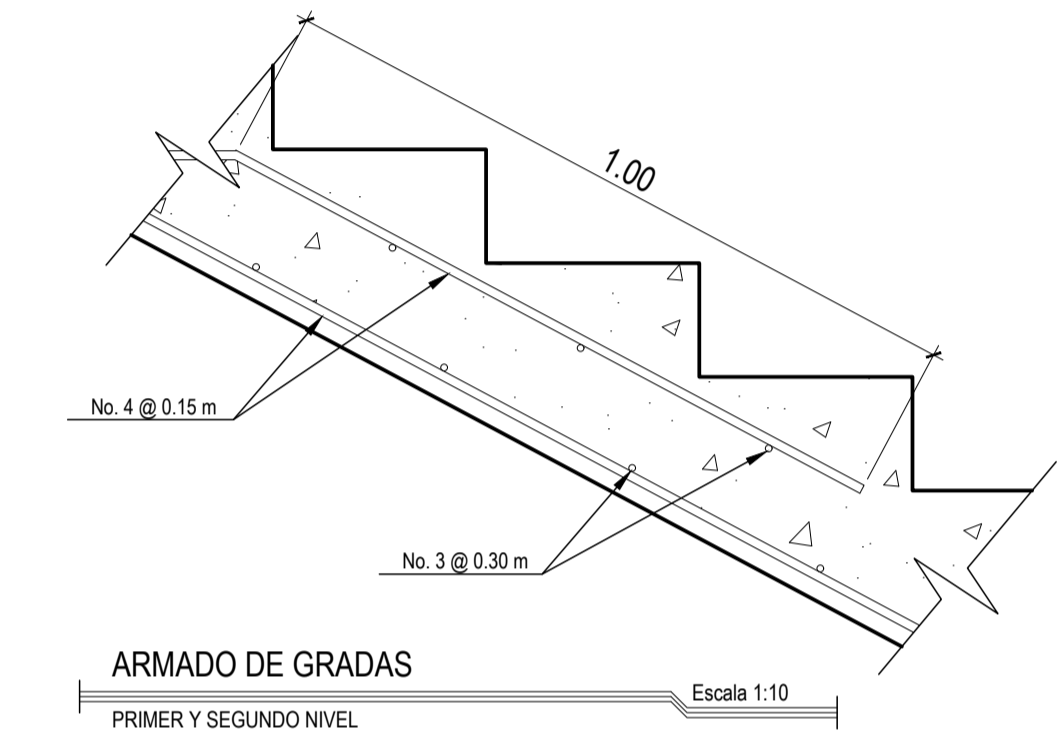
DETALLE CIMENTO CORRIDO

Escala 1:20



DETALLE PASAMANOS

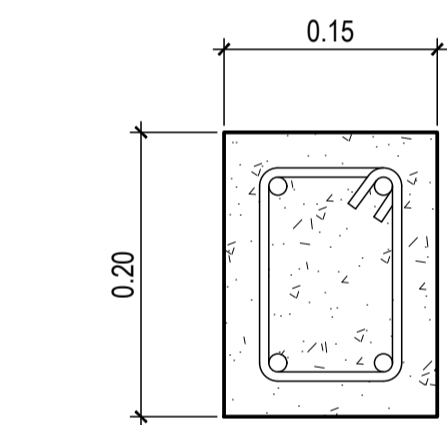
Escala 1:10



ARMADO DE GRADAS

PRIMER Y SEGUNDO NIVEL

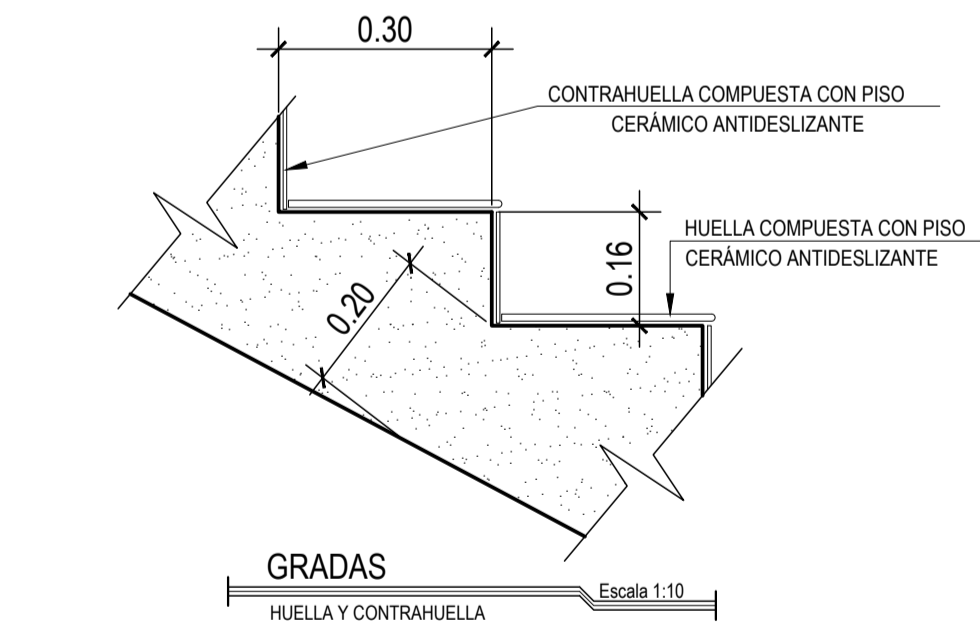
Escala 1:10



DETALLE DE SOLERA INTERMEDIA

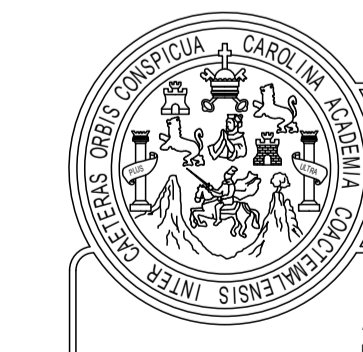
DESCANSO DE GRADAS

Escala 1:5



GRADAS

Escala 1:10



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA BIBLIOTECA MUNICIPAL CON ENFOQUE AL ARTE Y LA CULTURA EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.

UBICACIÓN: CALLE 29 DE JUNIO, ACCESO No. 5 ZONA 2 SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS.

LUGAR DE EPS: MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ

DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

ASESOR: ING. MARIO ROLANDO LUIS LÓPEZ

CONTENIDO: DETALLES CORTE DE MURO, GRADAS

ESCALA: INDICADA
FECHA: JUNIO DE 2023

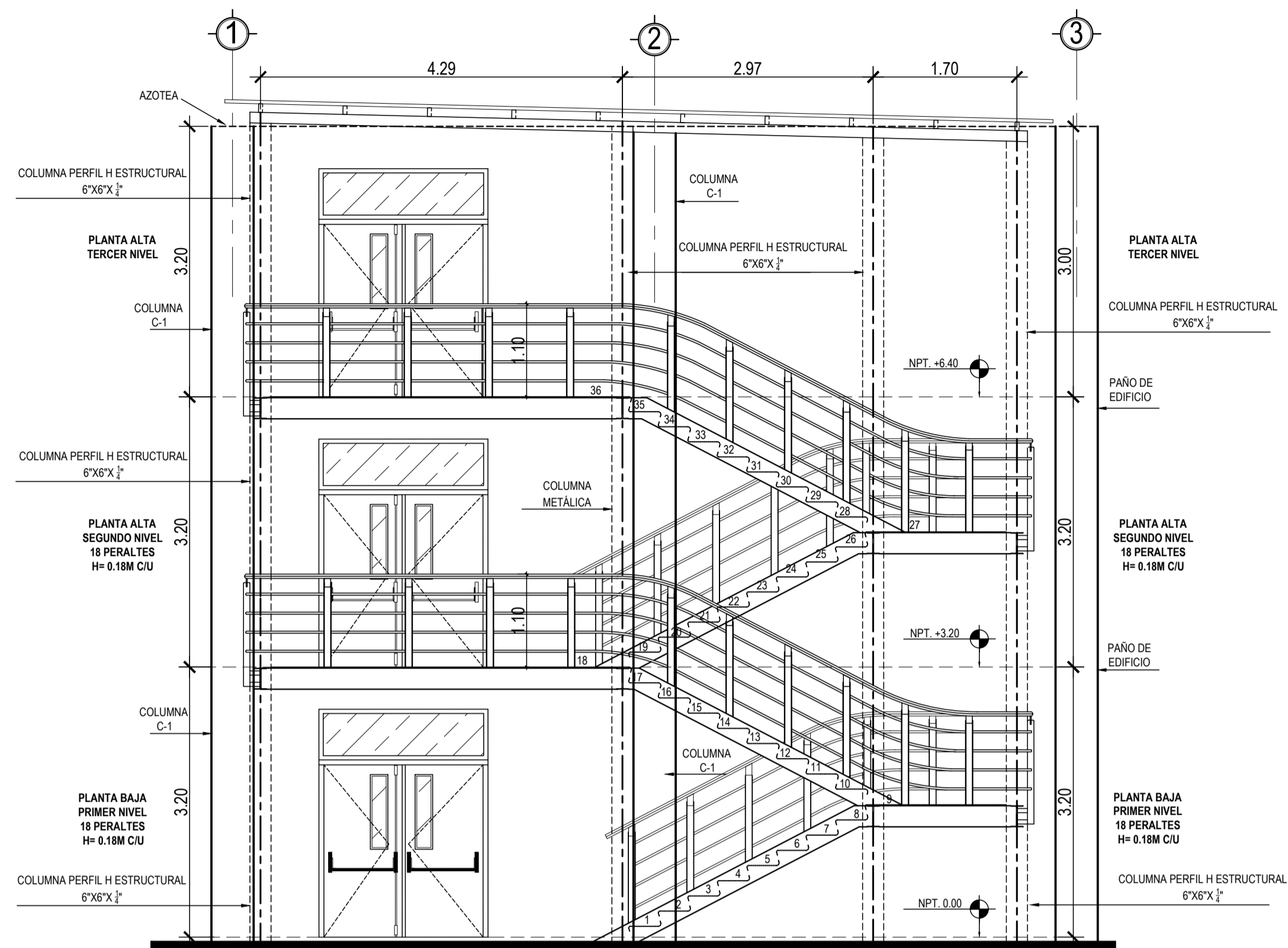
DIBUJO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS

DISEÑO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS

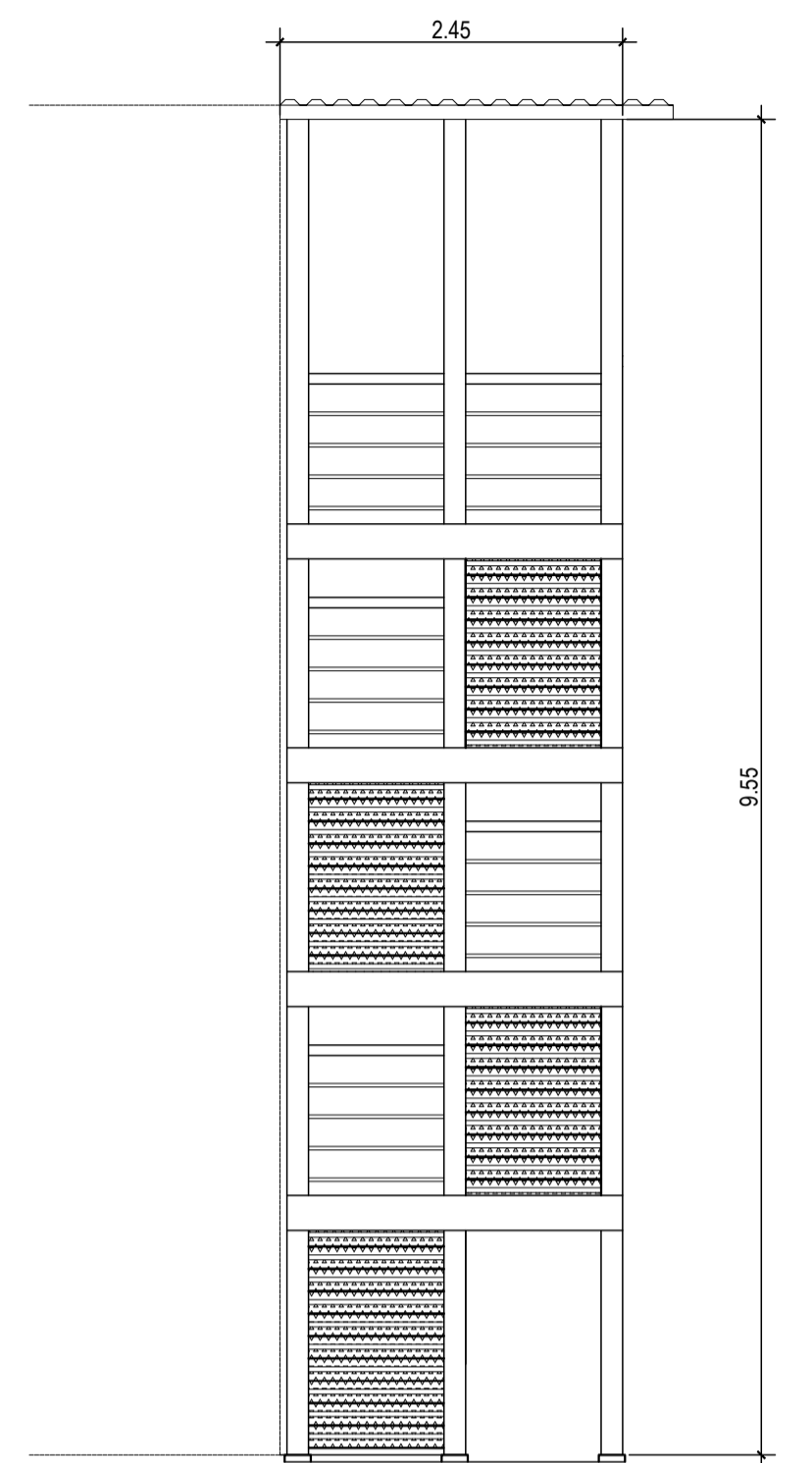
CÁLCULO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS

HOJA No. 10/19

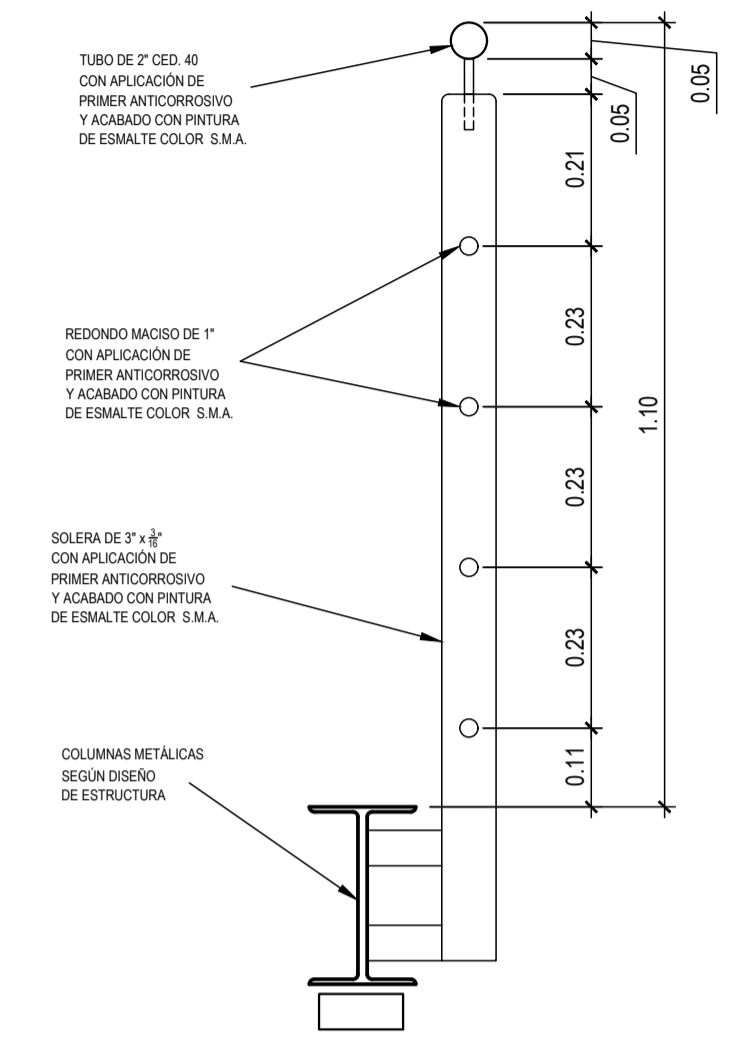




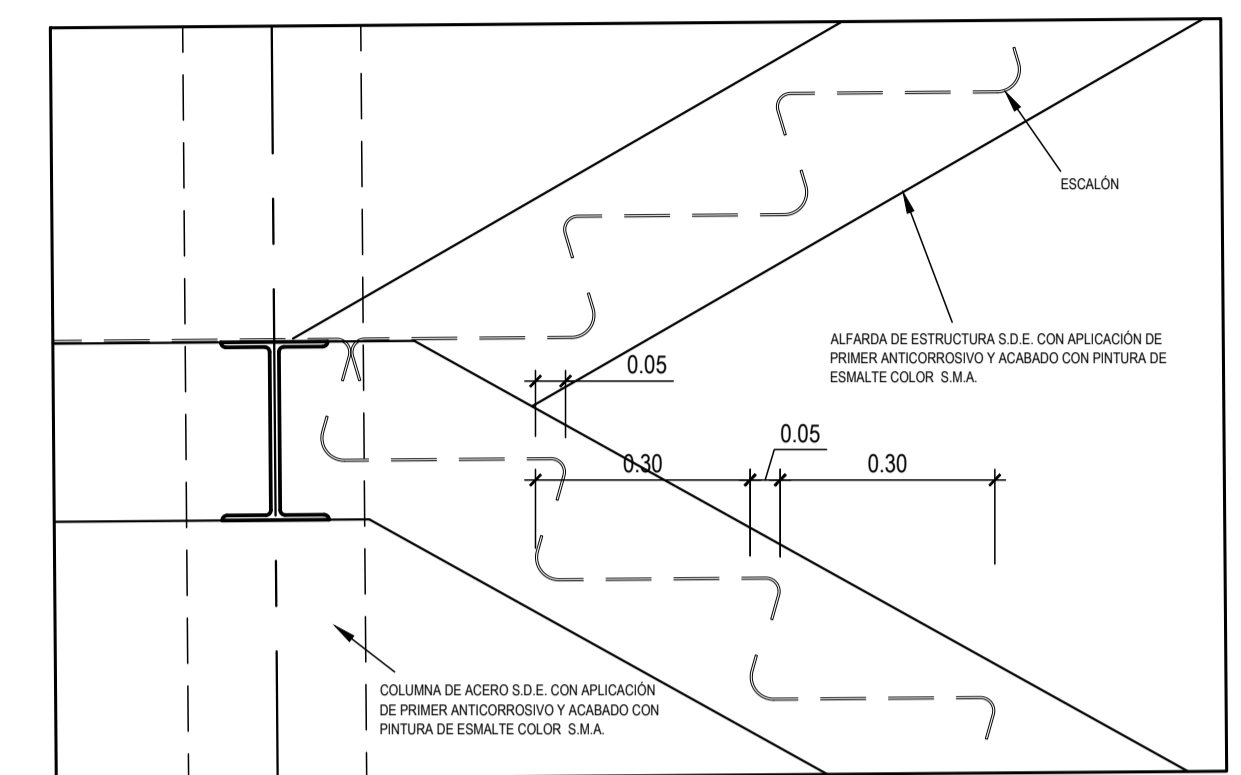
DETALLE DE GRADAS
ESCALERA METÁLICA
Escala 1:50



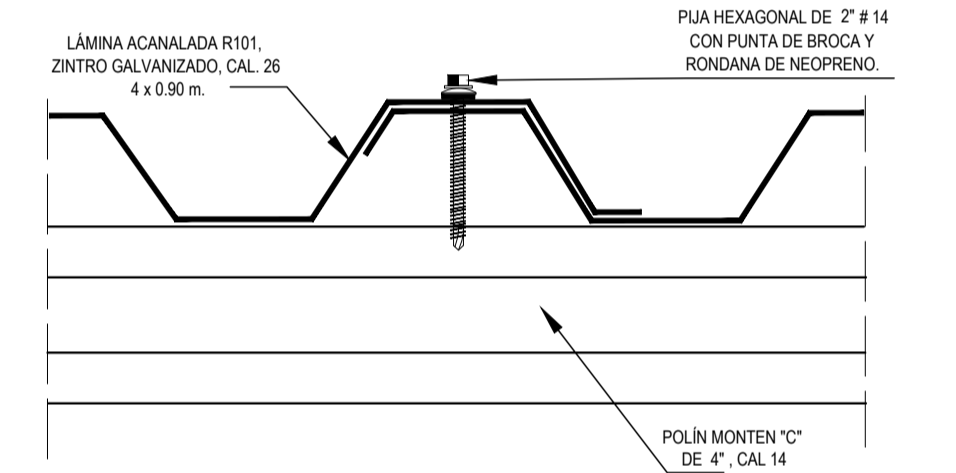
VISTA LATERAL
ESCALERA METÁLICA
Escala 1:50



DETALLE DE BARANDAL
ESCALERA METÁLICA
Escala 1:10

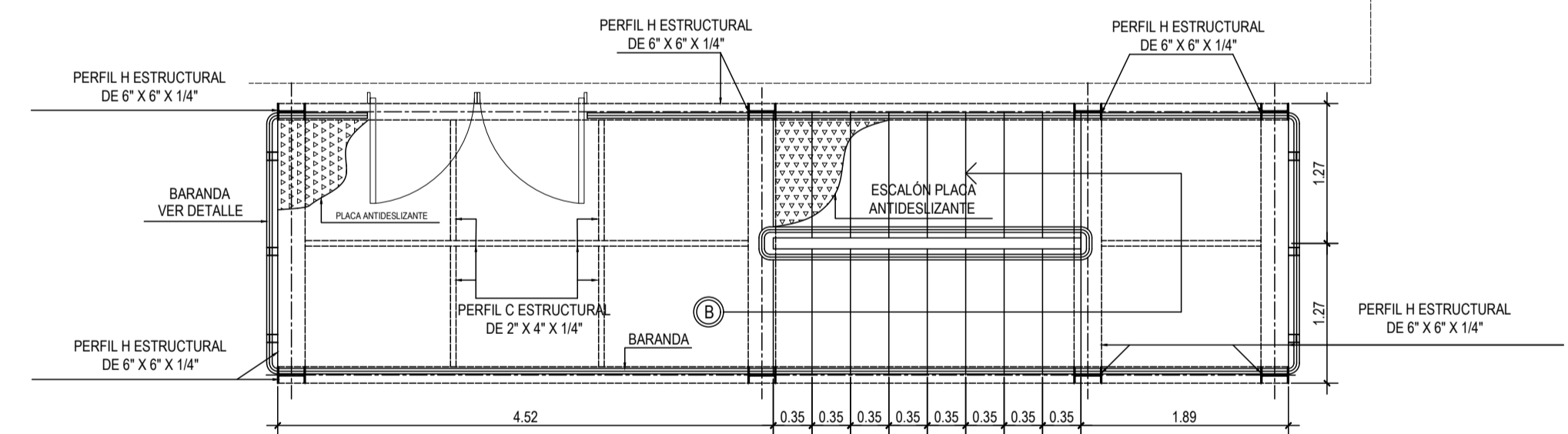


DETALLE DE ESCALÓN ALZADO
ESCALERA METÁLICA
Escala 1:10

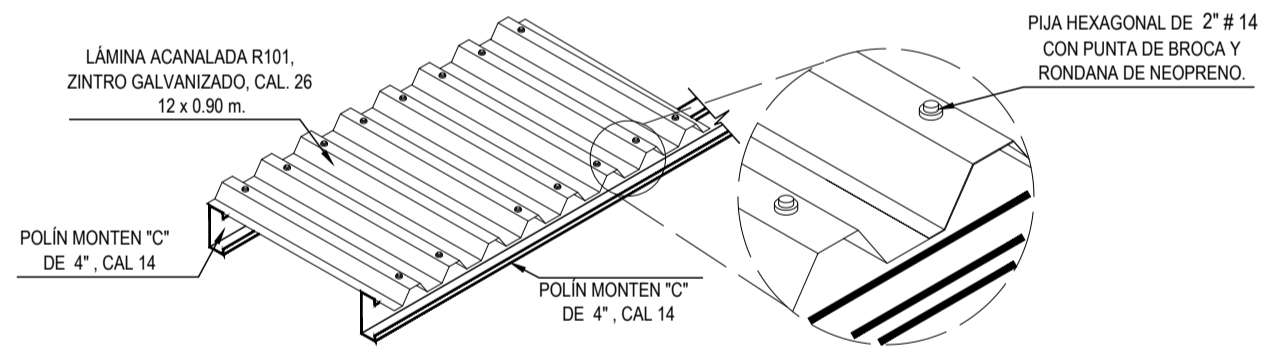


DETALLE DE FIJACIÓN DE TRASLAPES DE LÁMINA
Escala S/E

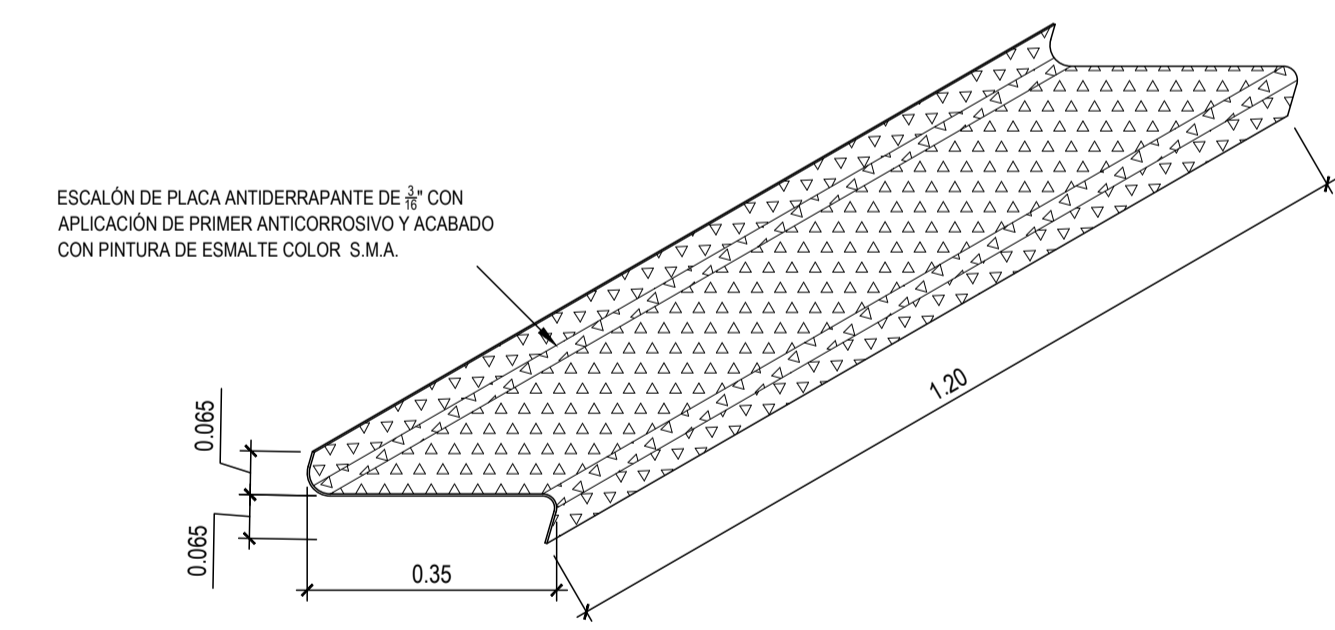
BIBLIOTECA MUNICIPAL



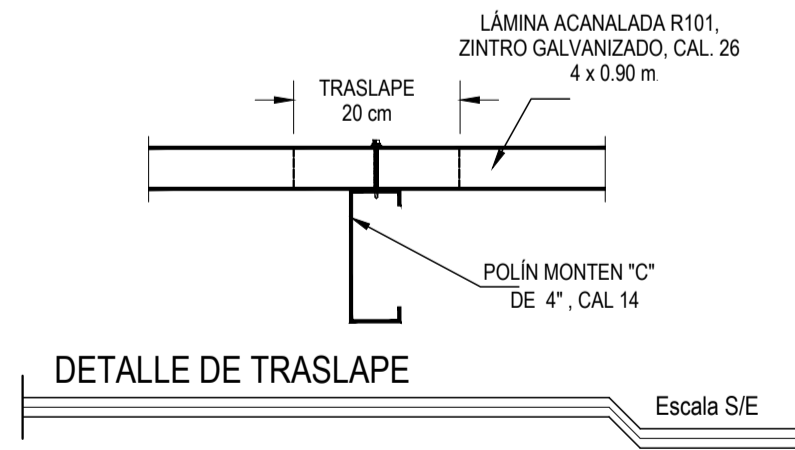
PLANTA ACOTADA
ESCALERA METÁLICA
Escala 1:50



DETALLE DE FIJACIÓN DE LÁMINA A MONTEN 'C'
Escala S/E

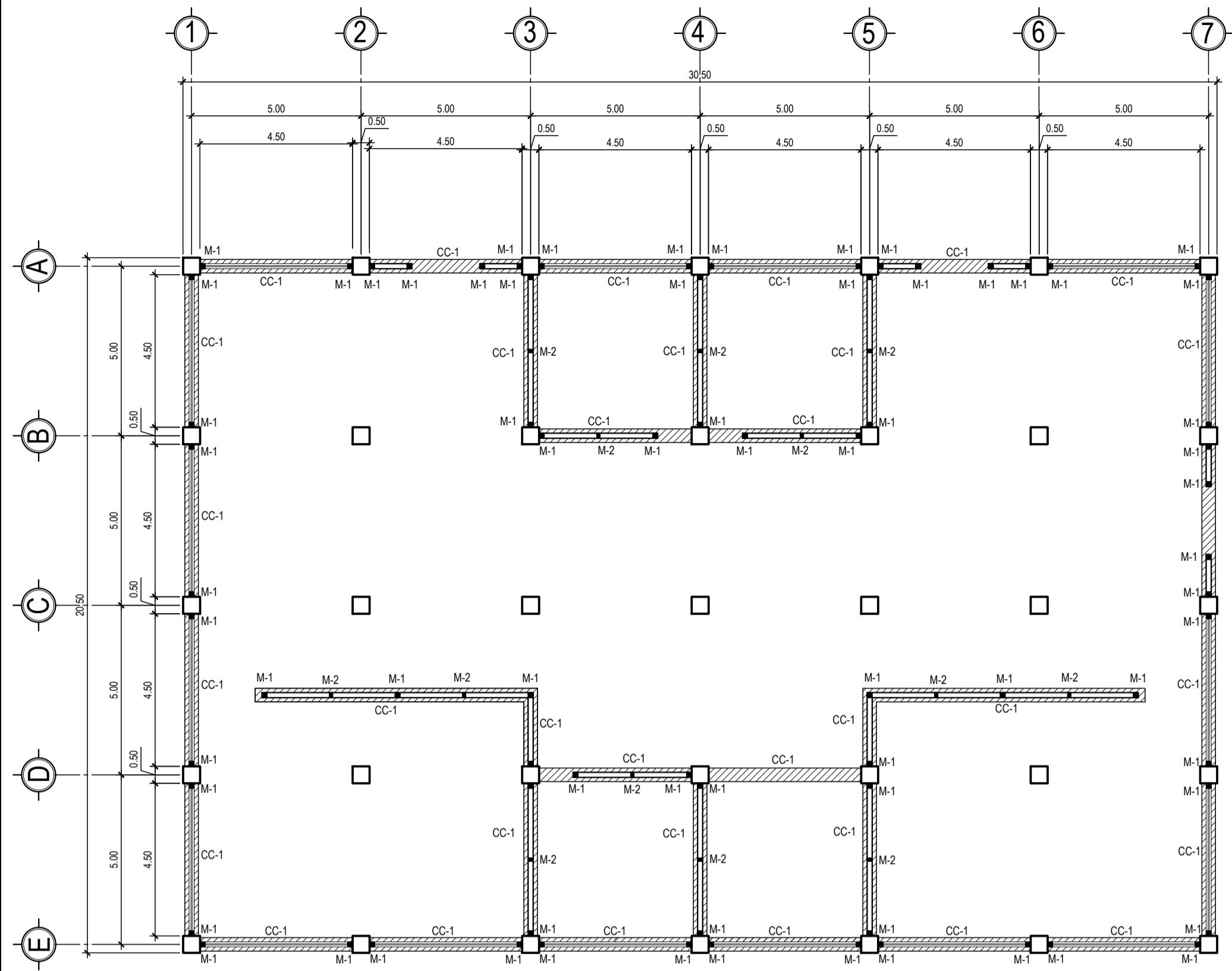


DETALLE DE ESCALÓN
ESCALERA METÁLICA
Escala 1:10

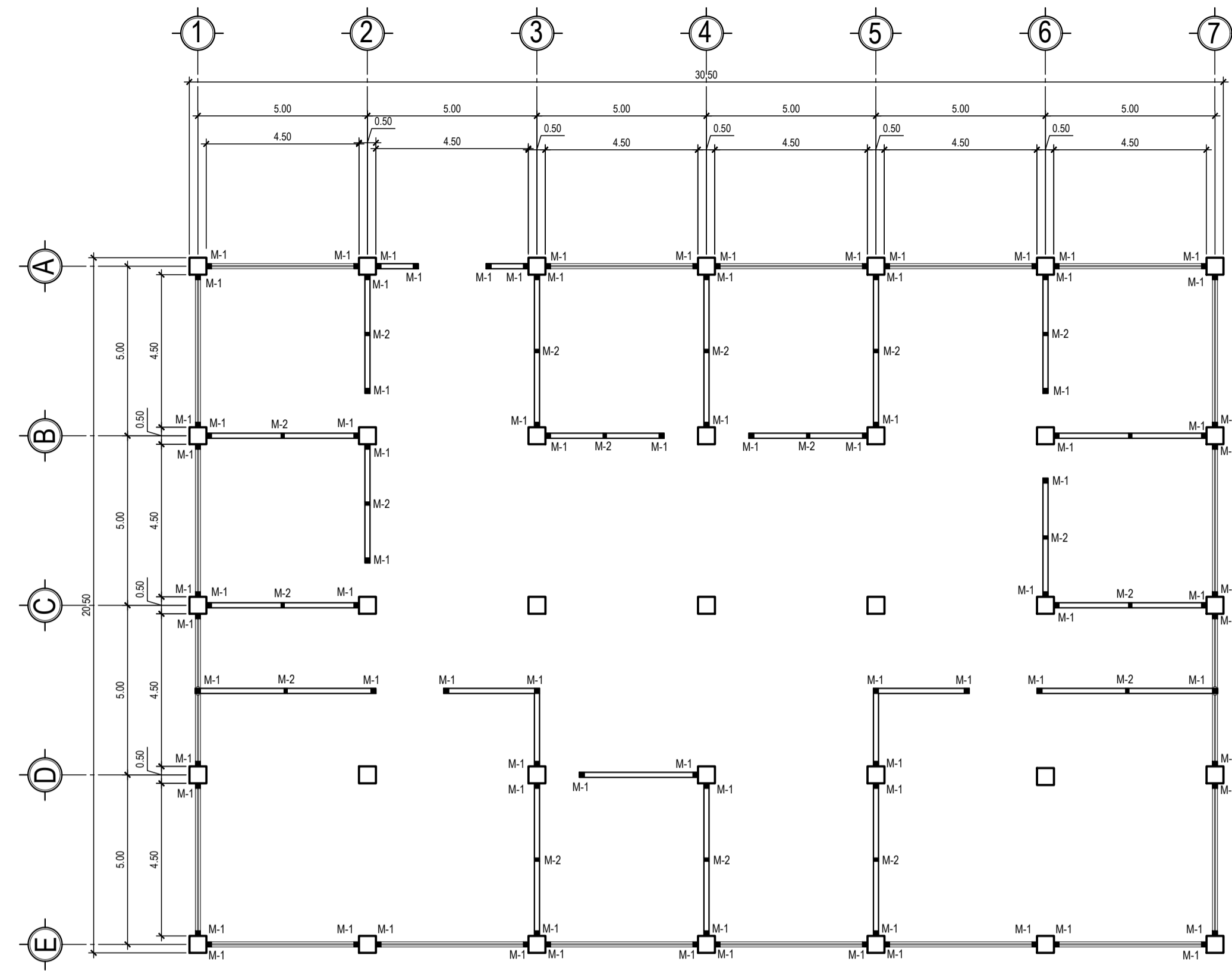


DETALLE DE TRASLAPE
Escala S/E

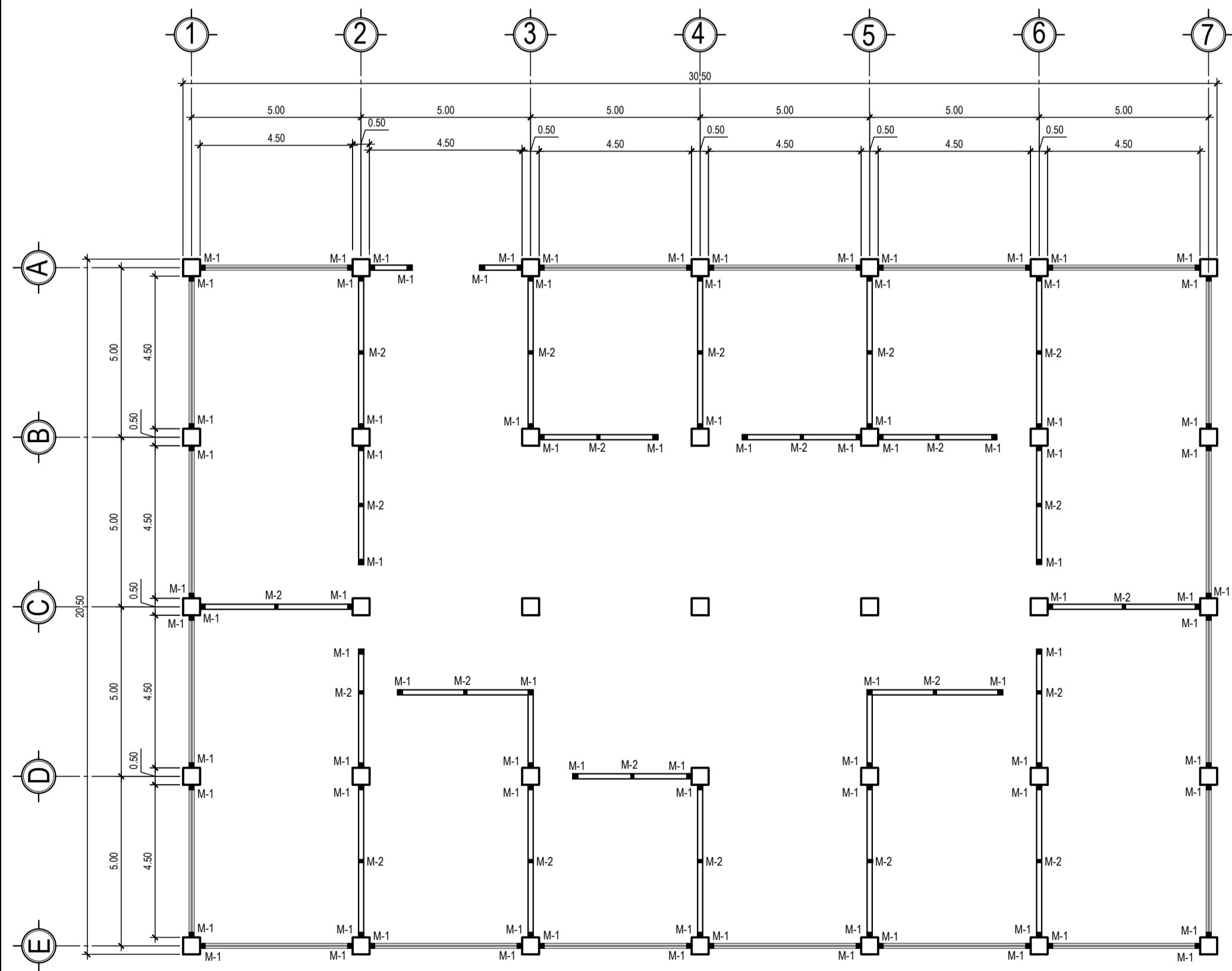
<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERÍA CIVIL</p>		<p>PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA BIBLIOTECA MUNICIPAL CON ENFOQUE AL ARTE Y LA CULTURA EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.</p>	
		<p>UBICACIÓN: CALLE 29 DE JUNIO, ACCESO No 5 ZONA 2 SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS.</p>	<p>DIBUJO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS</p>
<p>LUGAR DE EPS: MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ</p>	<p>CONTENIDO: DETALLES GRADAS DE EMERGENCIA</p>	<p>DISEÑO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS</p>	<p>CÁLCULO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS</p>
<p>DEPARTAMENTO: SAN MARCOS</p>	<p>ASESOR: ING. MARIO ROLANDO LUIS LÓPEZ</p>	<p>ESCALA: INDICADA</p>	<p>FECHA: JUNIO DE 2023</p>
<p>HOJA No. 11 / 19</p>			



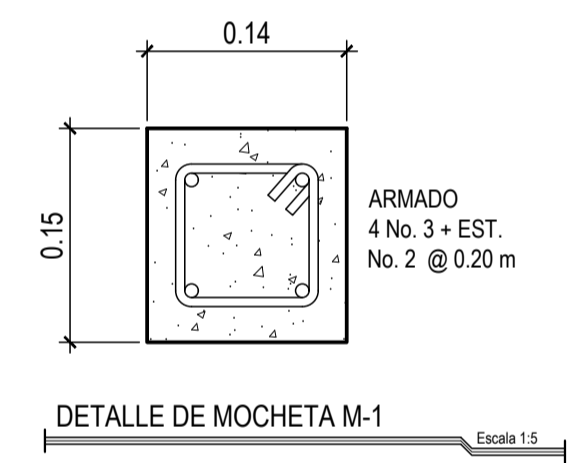
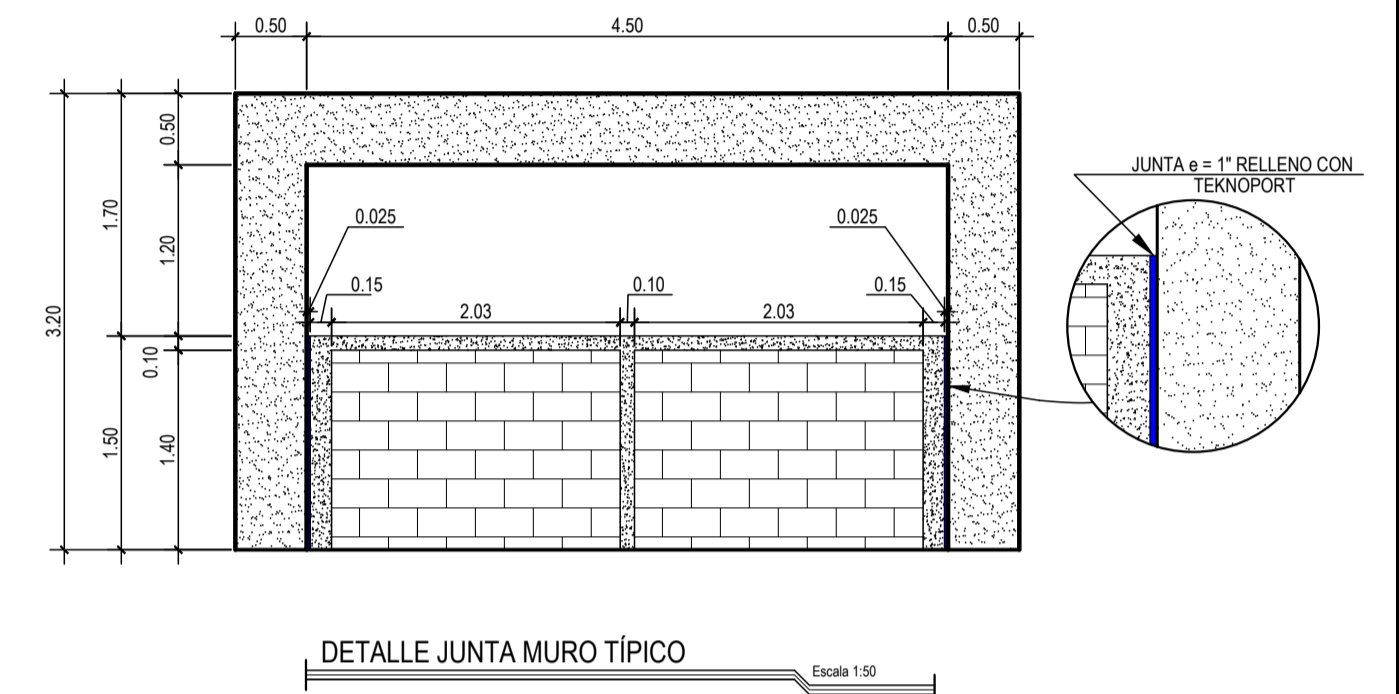
PLANTA CIMENTO CORRIDO + MOCHETAS
PRIMER NIVEL Escala 1:125



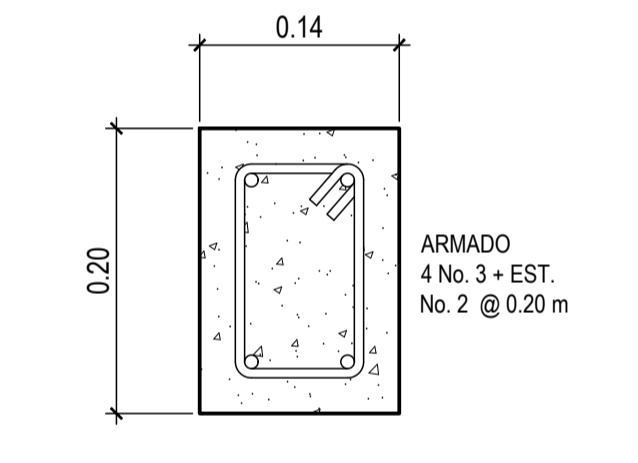
PLANTA MOCHETAS
SEGUNDO NIVEL Escala 1:125



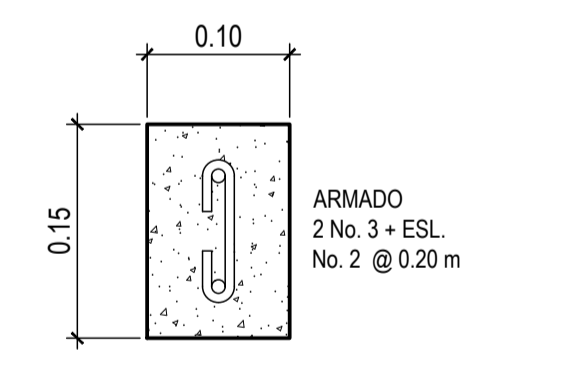
PLANTA MOCHETAS
TERCER NIVEL Escala 1:125



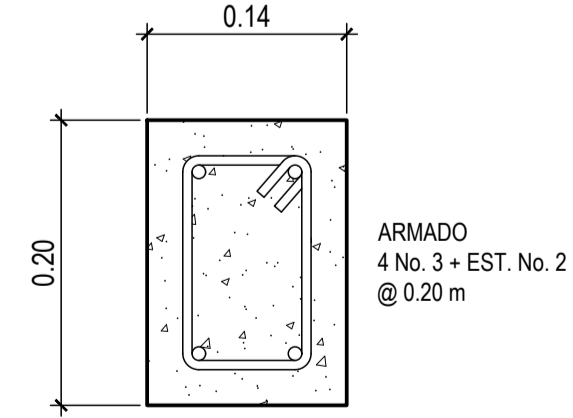
DETALLE DE MOCHETA M-1 Escala 1:5



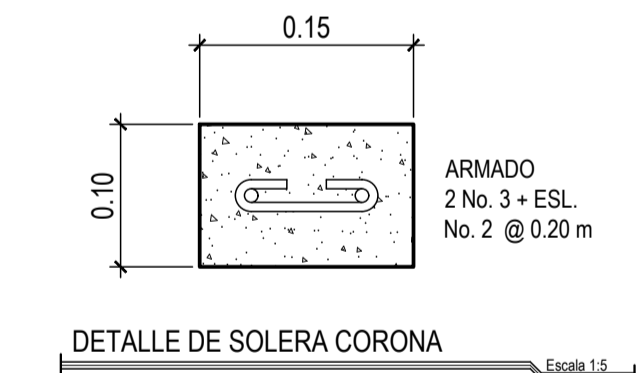
DETALLE DE SOLERA INTERMEDIA Escala 1:5



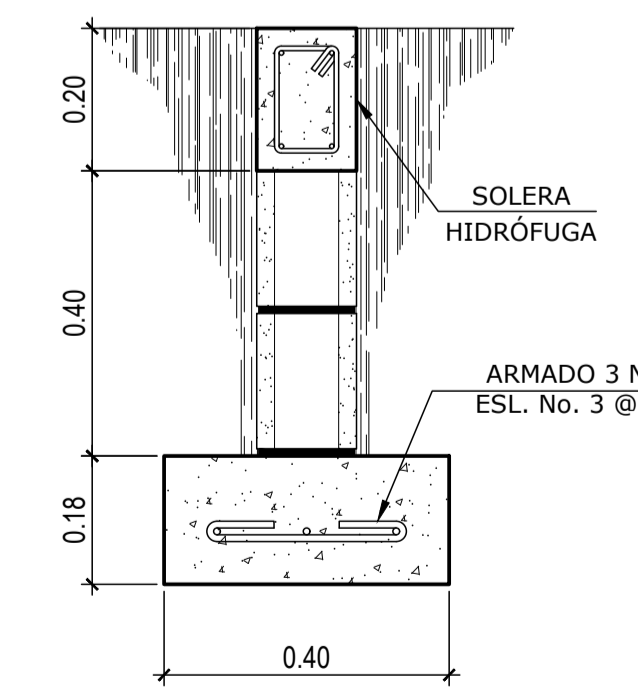
DETALLE DE MOCHETA M-2 Escala 1:5



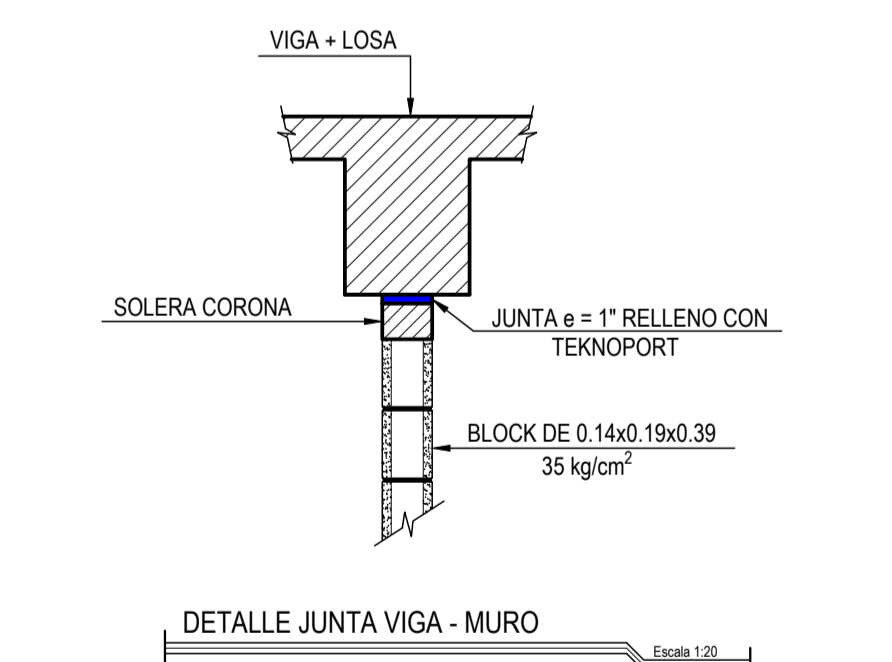
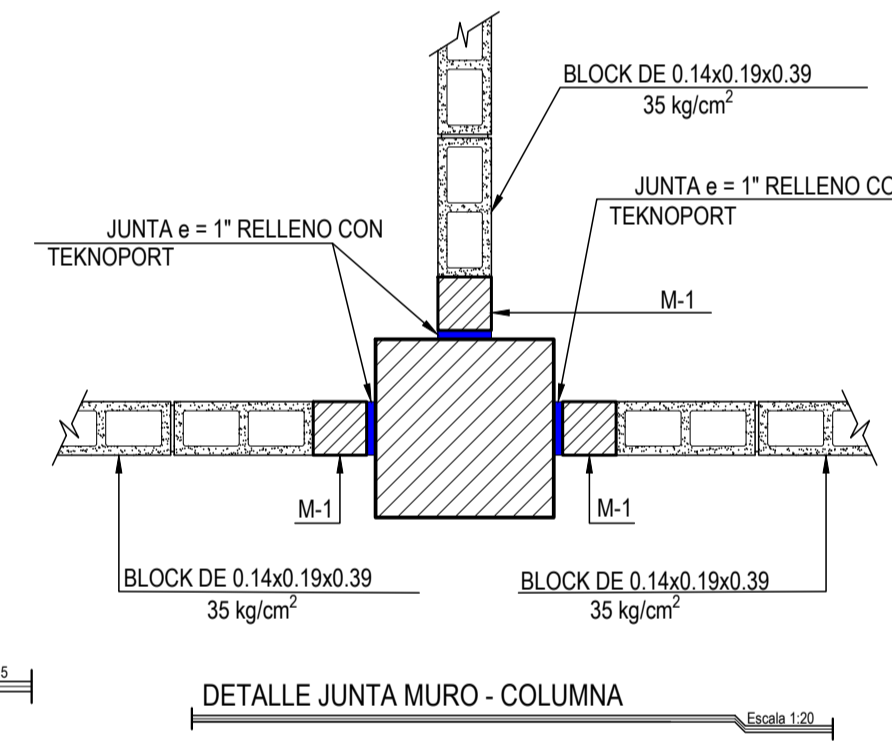
DETALLE DE SOLERA HIDROFUGA Escala 1:5



DETALLE DE SOLERA CORONA Escala 1:5



DETALLE DE CIMENTO CORRIDO Escala 1:10



CALIDAD DE LOS MATERIALES

- CEMENTO: TIPO 1 EN SACOS DE 42.5 kg DEBERÁ SER FRESCO Y DE RESIENTE PRODUCCIÓN, SE DESECHARÁ EL CEMENTO QUE HAYA ENDURECIDO O QUE HAYA FORMADO GRANULOS POR HIDRATACIÓN.
- AGREGADO FINO Y GRUESO: DEBERÁN DE CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES DESCRITAS EN LAS NORMAS ASTM Y DEL REGLAMENTO ACI-318S REFERENTE A LA SECCIÓN DE AGREGADOS.
- AGUA: EL AGUA A UTILIZAR EN LA MEZCLA Y CURADO DEL CONCRETO DEBERÁ SER LIMPIA Y LIBRE DE SUSTANCIAS NOCIVAS QUE DAÑEN LA RESISTENCIA O AL CONCRETO MISMO.

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- CONCRETO: SE USARÁ CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A COMPRESIÓN DE $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ (3000PSI) A LOS 28 DÍAS.
- ACERO DE REFUERZO: SE USARÁ ACERO DE REFUERZO $f_y = 2800 \text{ kg/cm}^2$ (G40).
- RECUBRIMIENTO DE MOCHETAS = 2.5 cm.
- ESPESOR EN JUNTA e (MURO-COLUMNA, MURO-VIGA Y CIMENTO CORRIDO-COLUMNA) = 0.025 m Y RELLENO CON TEKNOPORT
- CLASE DE MORTERO
 - RESISTENCIA MORTERO DE PEGA = 150 kg/cm^2 TIPO S
 - ESPESOR DE SISA ENTRE UNIDADES DE BLOCK SERÁ DE 0.01 m (1 cm)
- MAMPOSTERÍA
 - RESISTENCIA UNIDAD DE BLOCK = 35 kg/cm^2

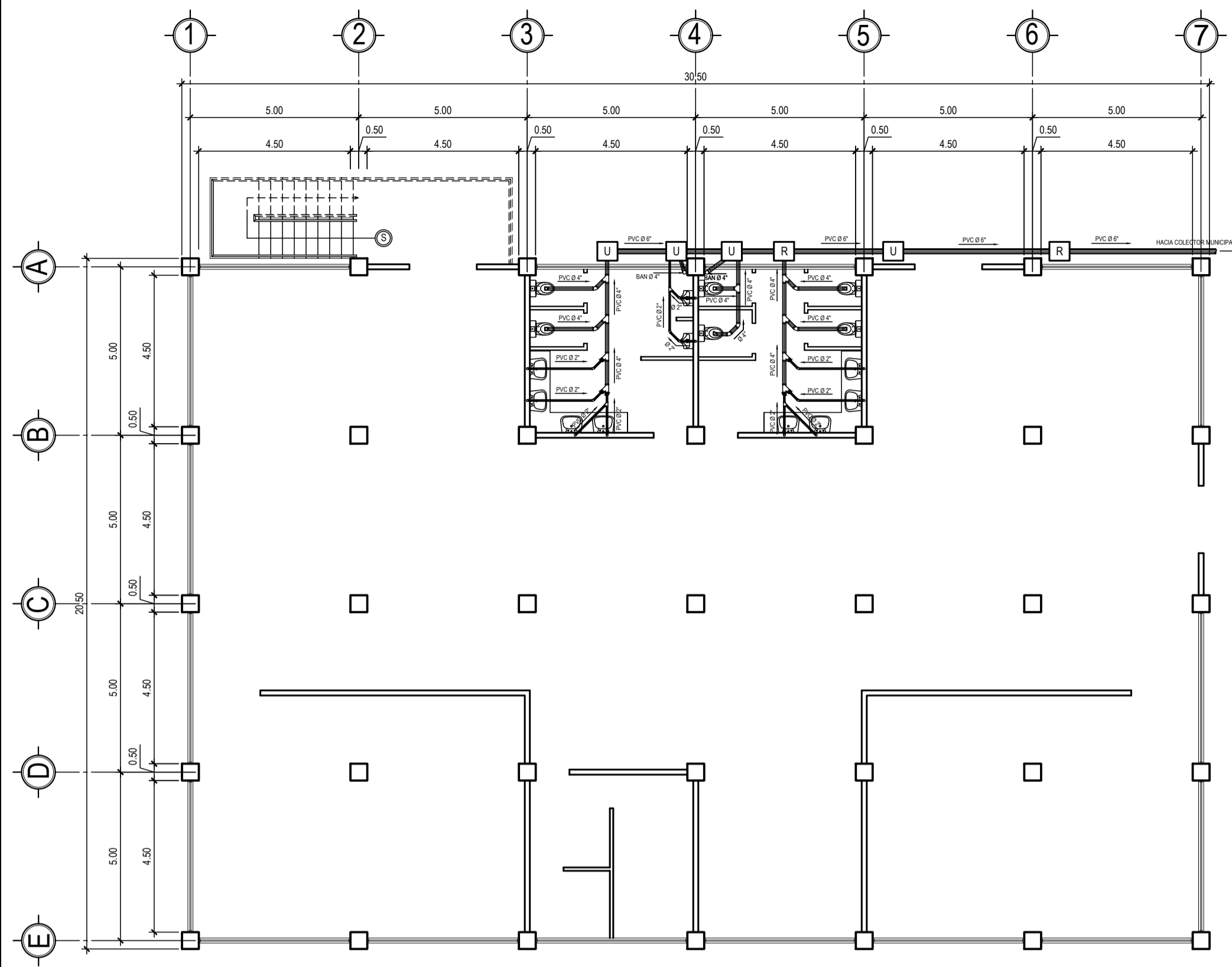
NOTA

- M-1 = MOCHETA TIPO 1 VER DETALLE
- M-2 = MOCHETA TIPO 2 VER DETALLE
- CC-1 = CIMENTO CORRIDO VER DETALLE

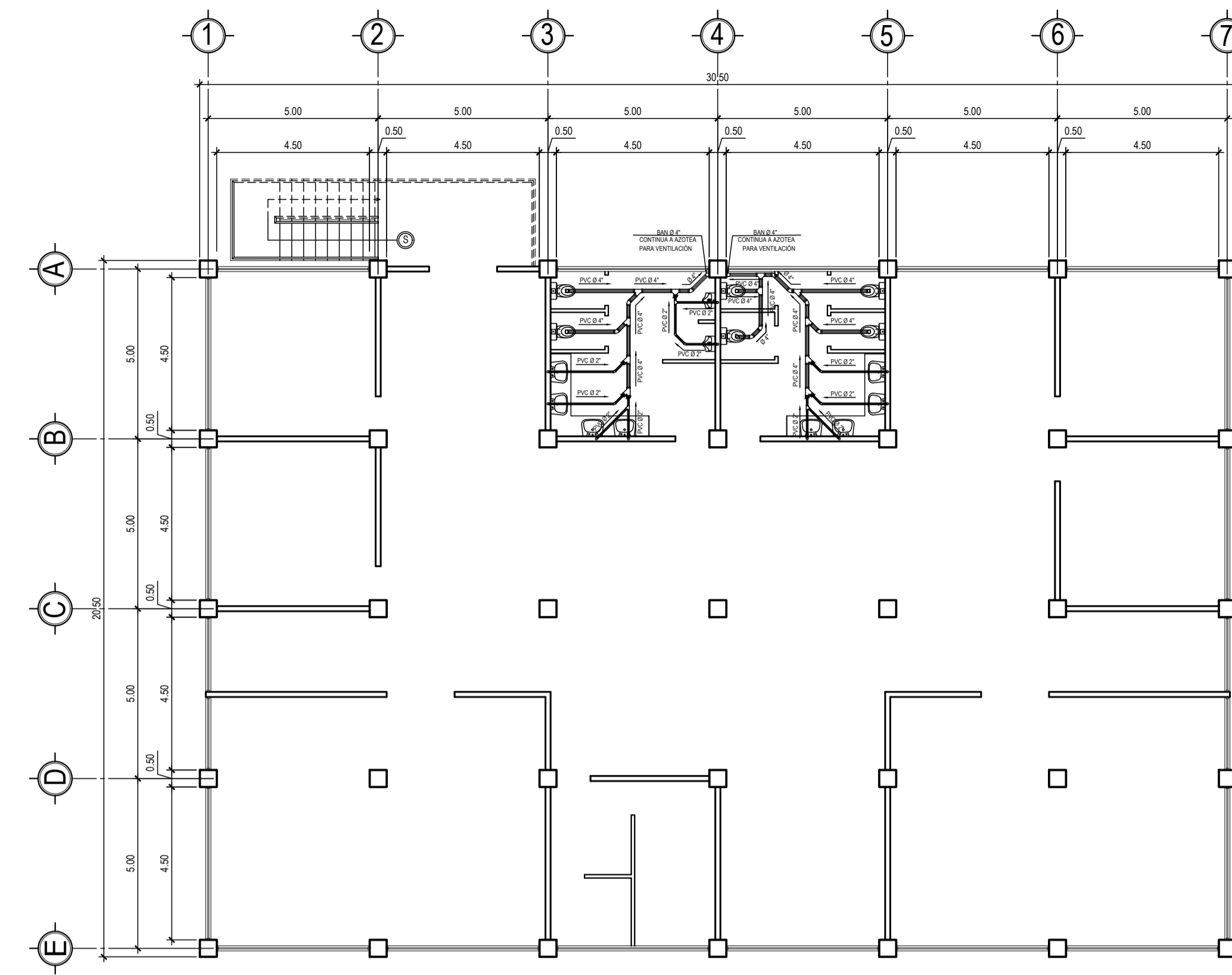
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA BIBLIOTECA MUNICIPAL CON ENFOQUE AL ARTE Y LA CULTURA EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.

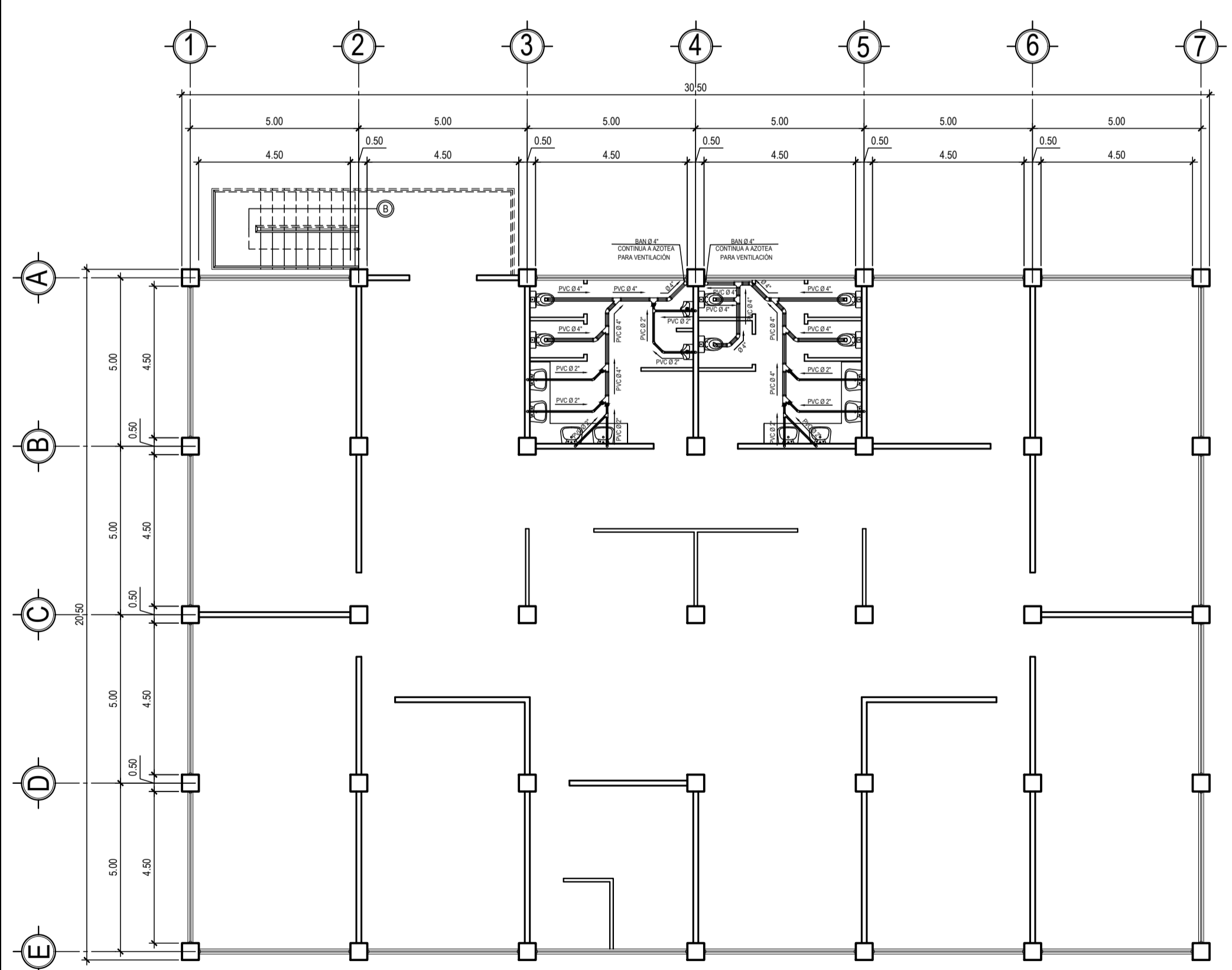
UBICACIÓN: CALLE 29 DE JUNIO, ACCESO No.5 ZONA 2 SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS.	DIBUJO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS	HOJA No. 12/19
LUGAR DE EPS: MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ	CONTENIDO: PLANTA ELEMENTOS NO ESTRUCTURALES MUROS Y MOCHETAS + DETALLES	CÁLCULO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS	ASESOR: ING. MARIO ROLANDO LUIS LÓPEZ	ESCALA: INDICADA FECHA: JUNIO DE 2023



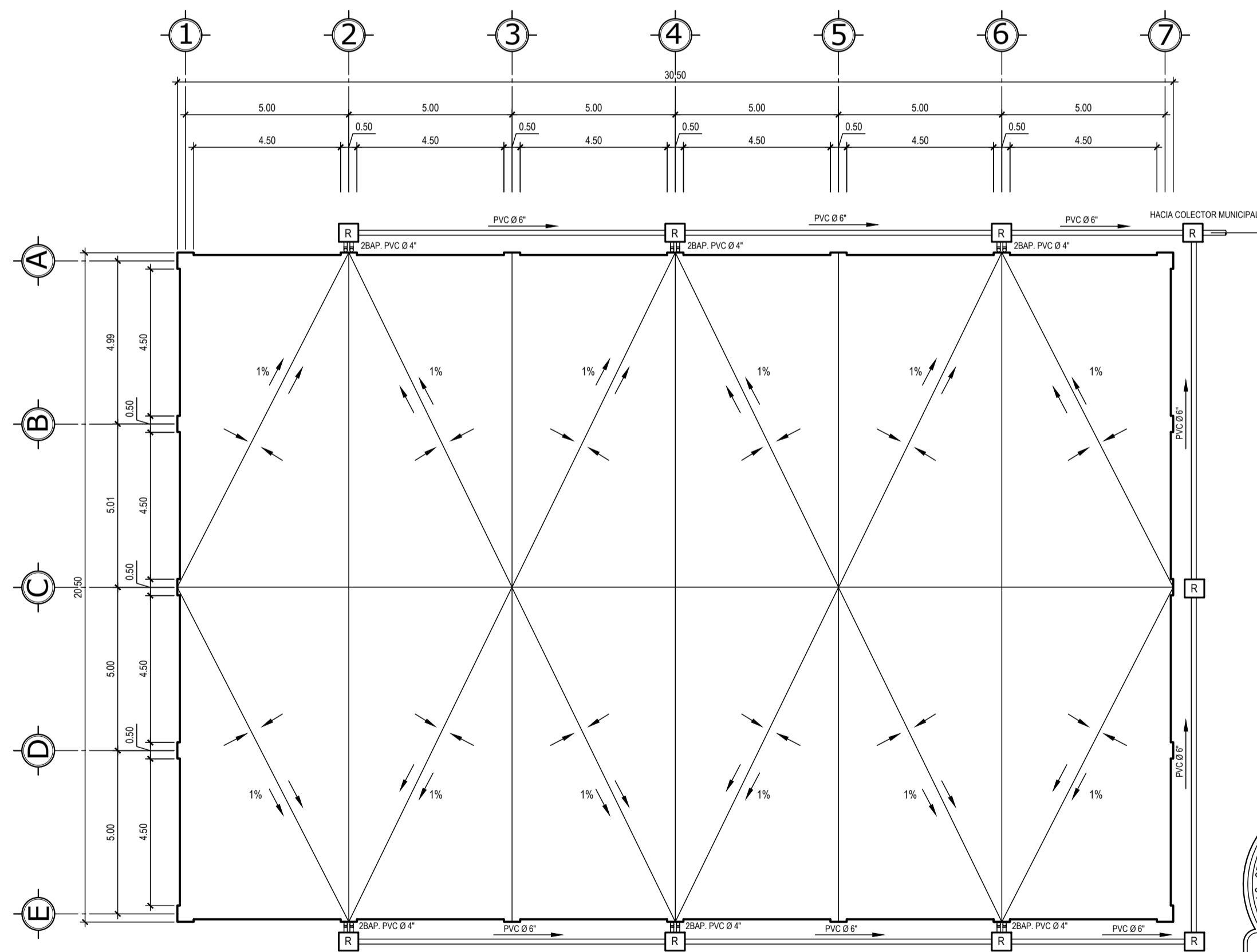
PLANTA INSTALACIÓN DE DRENAJES
PRIMER NIVEL Escala 1:125



PLANTA INSTALACIÓN DE DRENAJES
SEGUNDO NIVEL Escala 1:125



PLANTA INSTALACIÓN DE DRENAJES
TERCER NIVEL Escala 1:125



PLANTA INSTALACIÓN PLUVIAL Escala 1:125

SIMBOLOGÍA DE DRENAJES	
	TUBERÍA PARA AGUAS NEGRAS Ø INDICADO
	TUBERÍA PARA AGUAS PLUVIALES Ø INDICADO
	BAJADA DE AGUAS NEGRAS
	BAJADA DE AGUAS PLUVIALES
\emptyset	DIAMETRO DE TUBERÍA
	SENTIDO DE LA PENDIENTE 1%
	CODO A 90° VERTICAL PVC
	TEE 90° HORIZONTAL PVC
	YE 45° HORIZONTAL PVC
	CODO A 45° HORIZONTAL PVC
	REDUCTOR PVC DE 4" A 2"
	CAJA UNIÓN
	CAJA REGISTRO

- ESPECIFICACIONES TÉCNICAS**
- LA TUBERÍA SERÁ DE CLORURO DE POLIVINILO (PVC), DEBE CUMPLIR LA NORMA CS-256 Y LAS ESPECIFICACIONES ASTM D 2241.
 - LA PRESIÓN DE TRABAJO DEBE SER DE 160 PSI PARA DRENAJES.
 - LOS ACCESORIOS SERÁN DEL MISMO MATERIAL CLORURO DE POLIVINILO (PVC).
 - PARA RED DE BAJADA DE AGUA PLUVIAL SE USARÁ TUBERÍA CLORURO DE POLIVINILO (PVC), DE 4" PROTEGIDA CON MORTERO POBRE.
 - LA UNIÓN DE TUBERÍA CON LAS CAJAS DEBERÁ DE TENER ADITIVO SIKA 1A.
 - LAS CAJAS UNIÓN O REGISTRO SERÁN HECHAS EN OBRA DE LADRILLO TAYUVO.
 - LA TUBERÍA DE LAS RAMIFICACIONES QUE PROVIENEN DE LOS INODOROS SERÁ DE 4", PARA LAVAMANOS Y BIDET SERÁ DE 2"; LA TUBERÍA PARA BAJADA DE AGUAS NEGRAS SERÁ DE 4" Y LA TUBERÍA DEL COLECTOR PRINCIPAL SERÁ DE 6".
 - LA INSTALACIÓN SANITARIA DEBE SER COLOCADA 0.30 m DEBAJO DE LA INSTALACIÓN HIDRÁULICA PARA EVITAR LA CONTAMINACIÓN POR FILTRACIÓN.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA BIBLIOTECA MUNICIPAL CON ENFOQUE AL ARTE Y LA CULTURA EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.

UBICACIÓN: CALLE 29 DE JUNIO, ACCESO No.5 ZONA 2 SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS.

LUGAR DE EPS: MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ

DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

ASESOR: ING. MARIO ROLANDO LUIS LÓPEZ

CONTENIDO: PLANTA AGUAS NEGRAS Y PLUVIALES

ESCALA: INDICADA

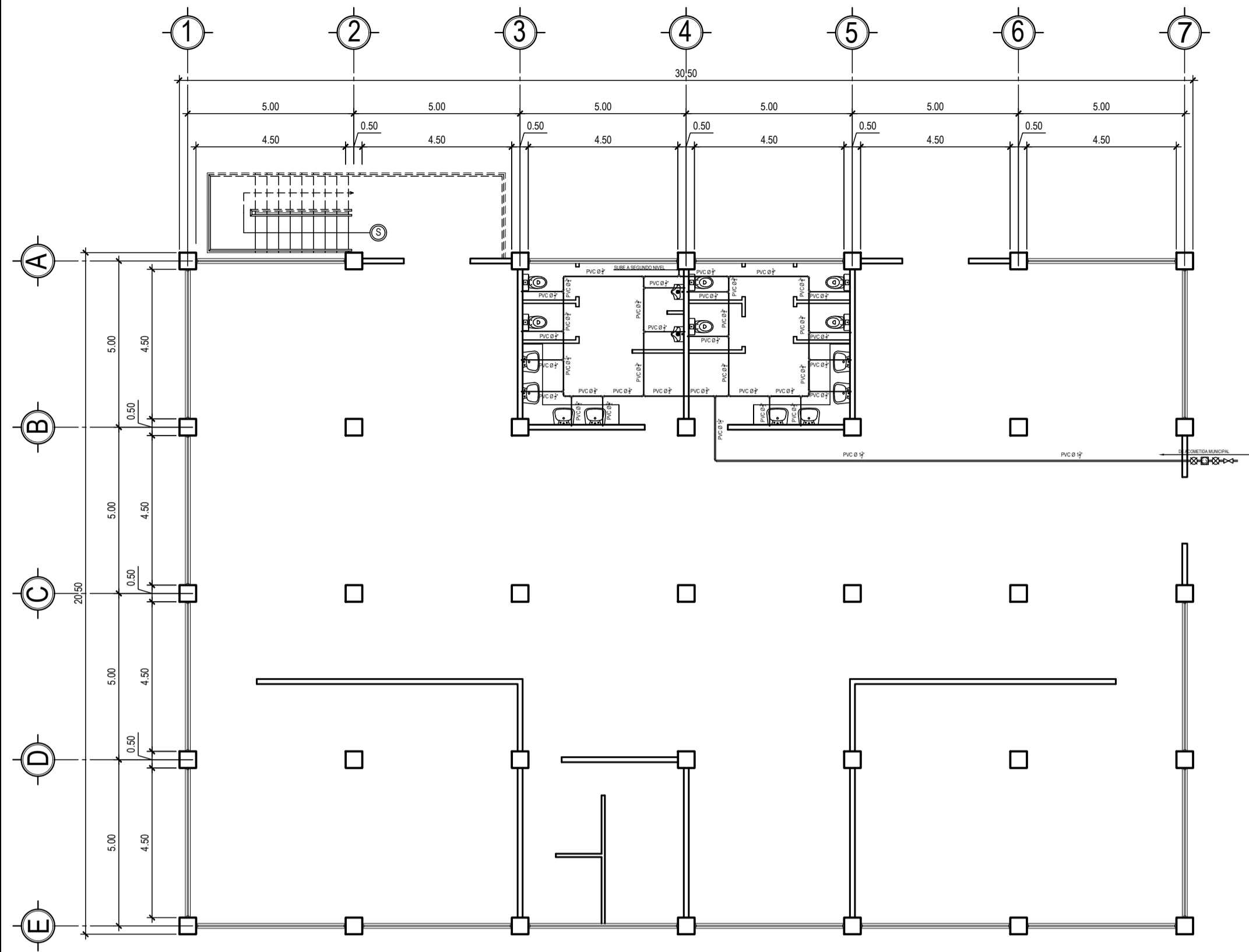
FECHA: JUNIO DE 2023

DIBUJO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS

DISEÑO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS

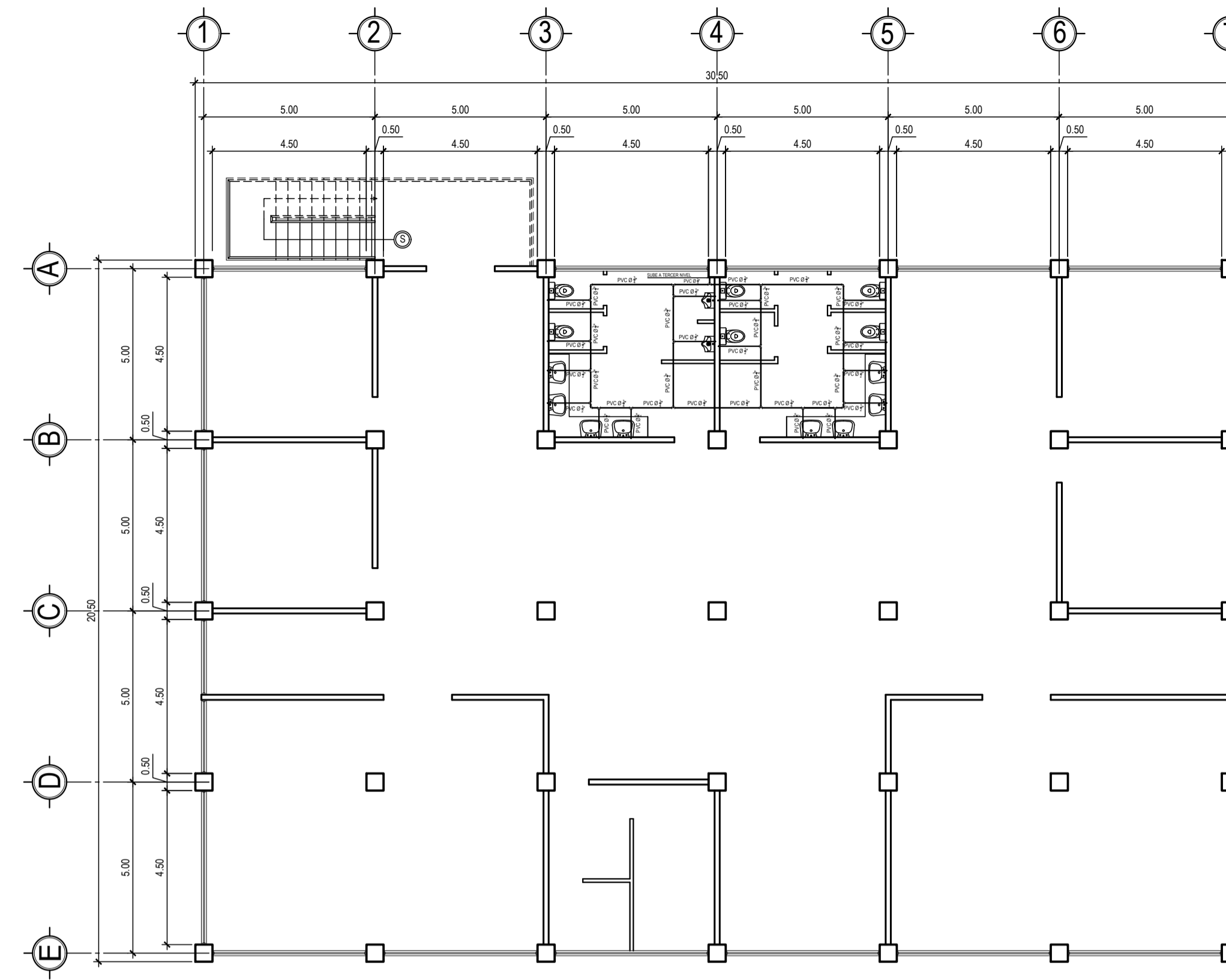
CÁLCULO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS

HOJA No.: 13/19



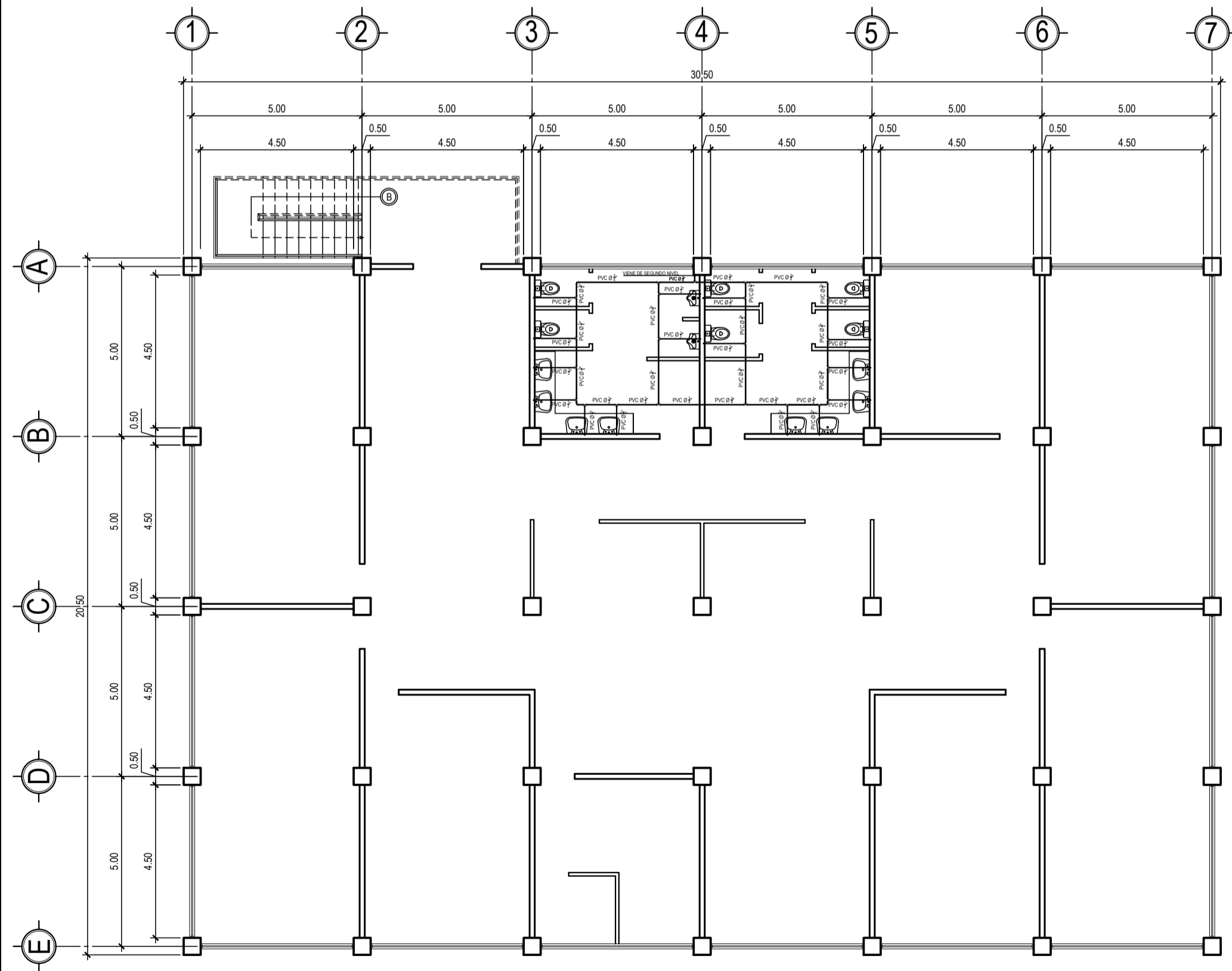
PLANTA INSTALACIÓN DE AGUA POTABLE

PRIMER NIVEL Escala 1:125



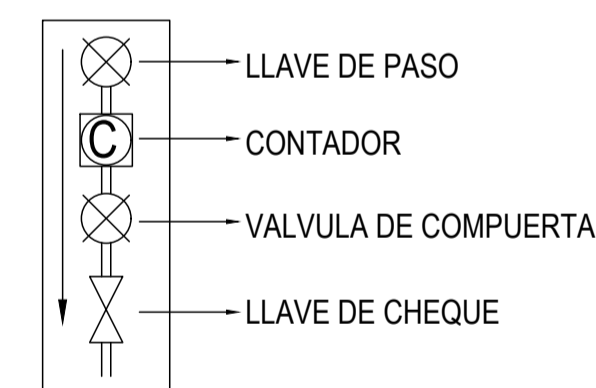
PLANTA INSTALACIÓN DE AGUA POTABLE

SEGUNDO NIVEL Escala 1:125



PLANTA INSTALACIÓN DE AGUA POTABLE

TERCER NIVEL Escala 1:125



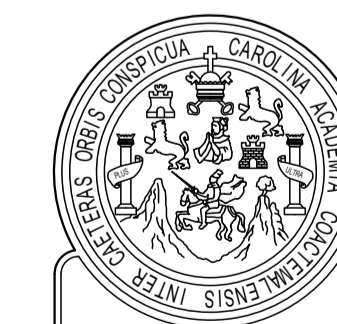
ESQUEMA ACOMETIDA

Escala 1:5

SIMBOLOGÍA DE AGUA POTABLE	
	TUBERÍA PARA AGUA POTABLE Ø INDICADO
	ALIMENTA AGUA POTABLE A 2 Y 3 NIVEL
	DIAMETRO DE TUBERÍA
	CONTADOR
	LLAVE DE PASO
	VÁLVULA DE COMPUERTA
	LLAVE DE CHEQUE
	CODO A 90° HORIZONTAL PVC
	TEE HORIZONTAL PVC
	CODO A 90° VERTICAL PVC

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- LA TUBERÍA SERÁ DE CLORURO DE POLIÉTER (PVC), DEBE CUMPLIR LA NORMA ASTM D 2241.
- LA TUBERÍA SE COLOCARÁ A 0.30 m POR DEBAJO DEL NPT. 0.00
- TODA LA TUBERÍA SERÁ TIPO 1 GRADO 1 PVC CON UNA PRESIÓN DE 250 PSI.
- LOS ACCESORIOS SERÁN DEL MISMO MATERIAL CLORURO DE POLIÉTER (PVC).
- TODAS LAS UNIDADES ROSCADAS LLEVARÁN CINTA DE TEFLÓN.
- TODAS LOS ARTEFACTOS LLEVARÁN CONTRALLAVE CROMADA DE 1/2".
- EL CIRCUITO PRINCIPAL DEBER CUMPLIR LAS SIGUIENTES CONDICIONES:
 - SE UTILIZARÁ TUBERÍA DE 1/2" PARA LOS ARTEFACTOS SANITARIOS.
 - SE UTILIZARÁ TUBERÍA DE 3/4" PARA CIRCUITO CERRADO.
 - SE UTILIZARÁ TUBERÍA DE 1 1/4" PARA RAMAL PRINCIPAL.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA BIBLIOTECA MUNICIPAL CON ENFOQUE AL ARTE Y LA CULTURA EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.

UBICACIÓN: CALLE 29 DE JUNIO, ACCESO No.5 ZONA 2 SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS.

DIBUJO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS

LUGAR DE EPS: MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ

CONTENIDO: PLANTA INSTALACIÓN AGUA POTABLE

DISEÑO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS

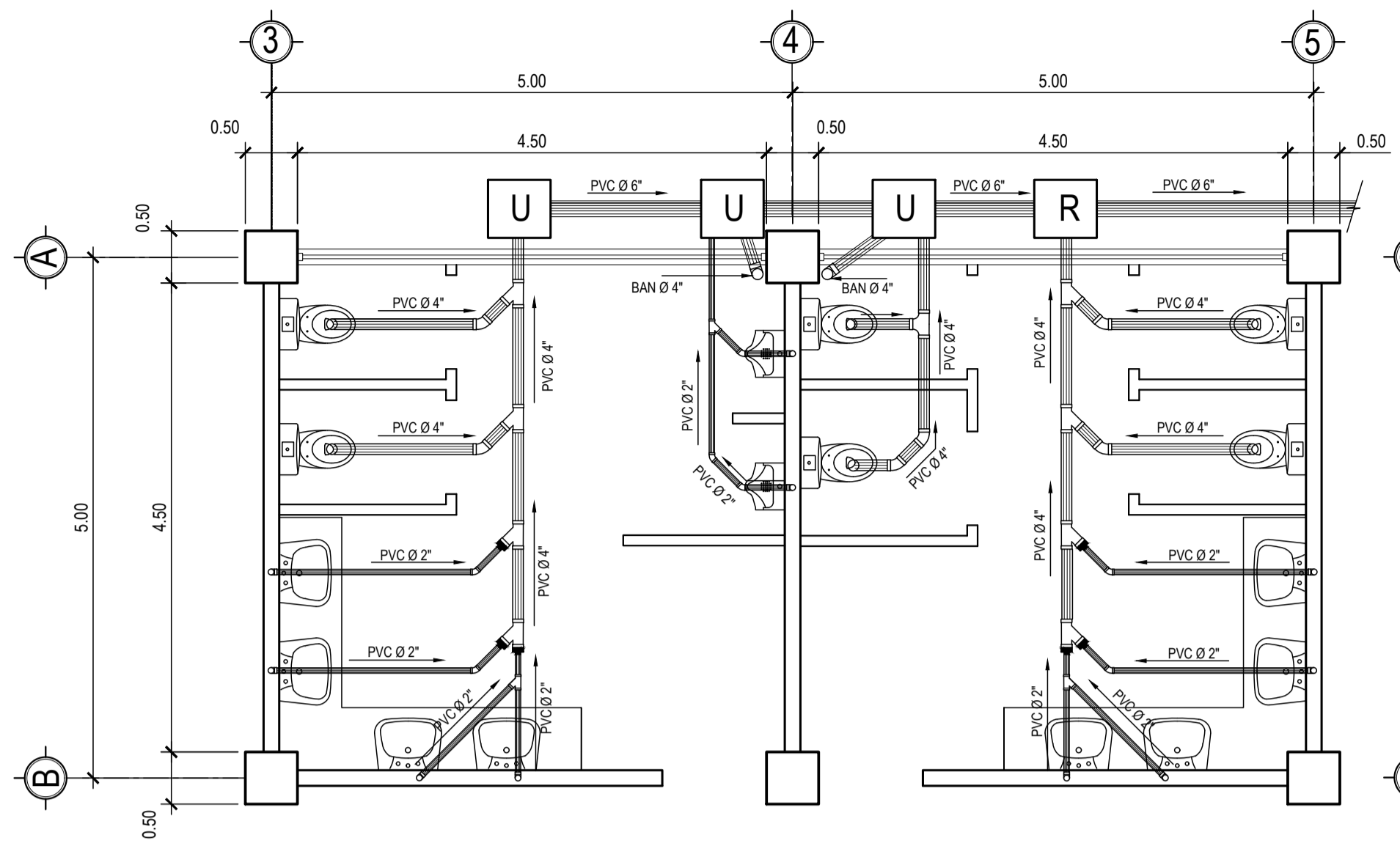
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

CÁLCULO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS

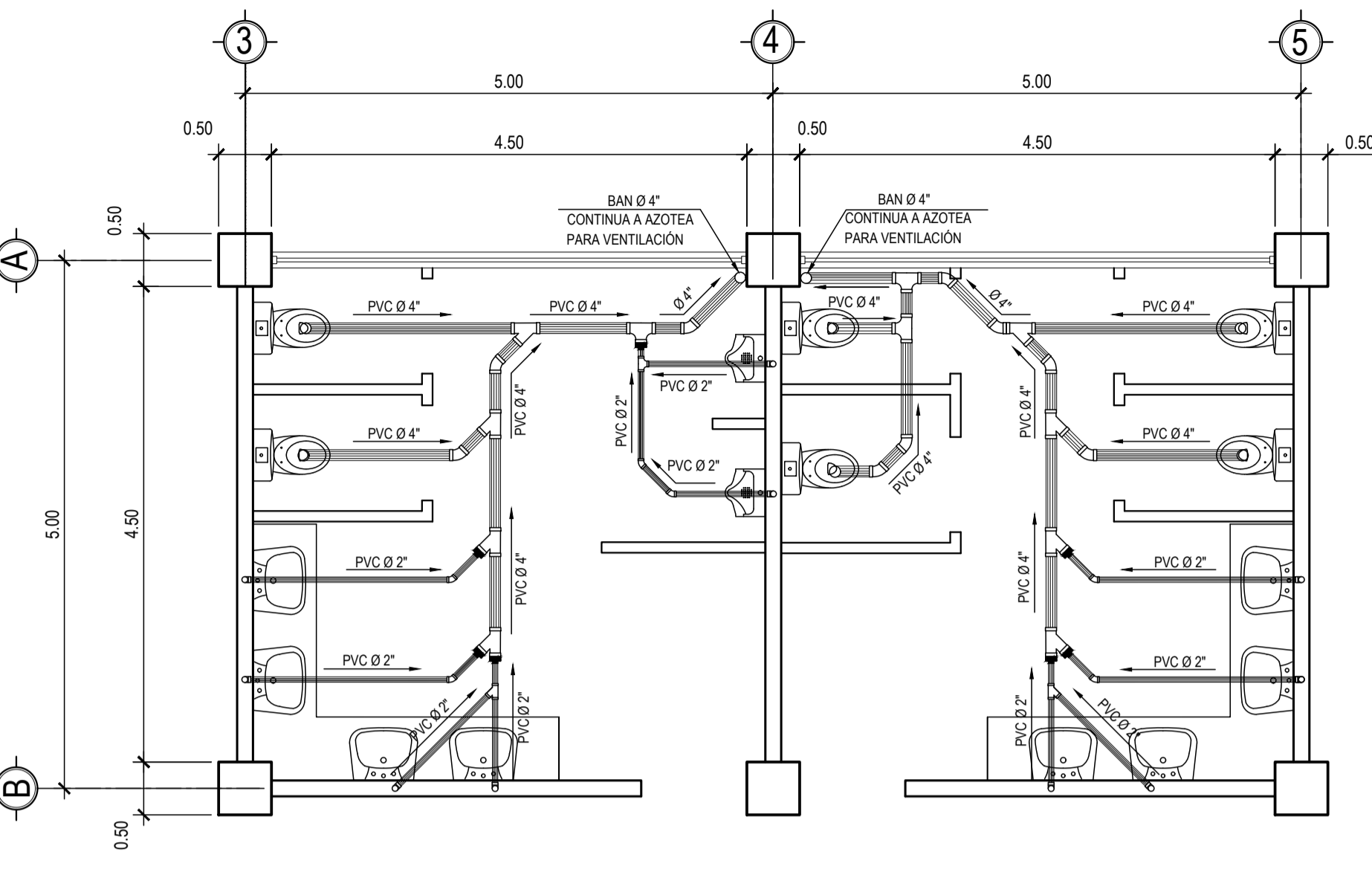
ASESOR: ING. MARIO ROLANDO LUIS LÓPEZ

ESCALA: INDICADA
FECHA: JUNIO DE 2023

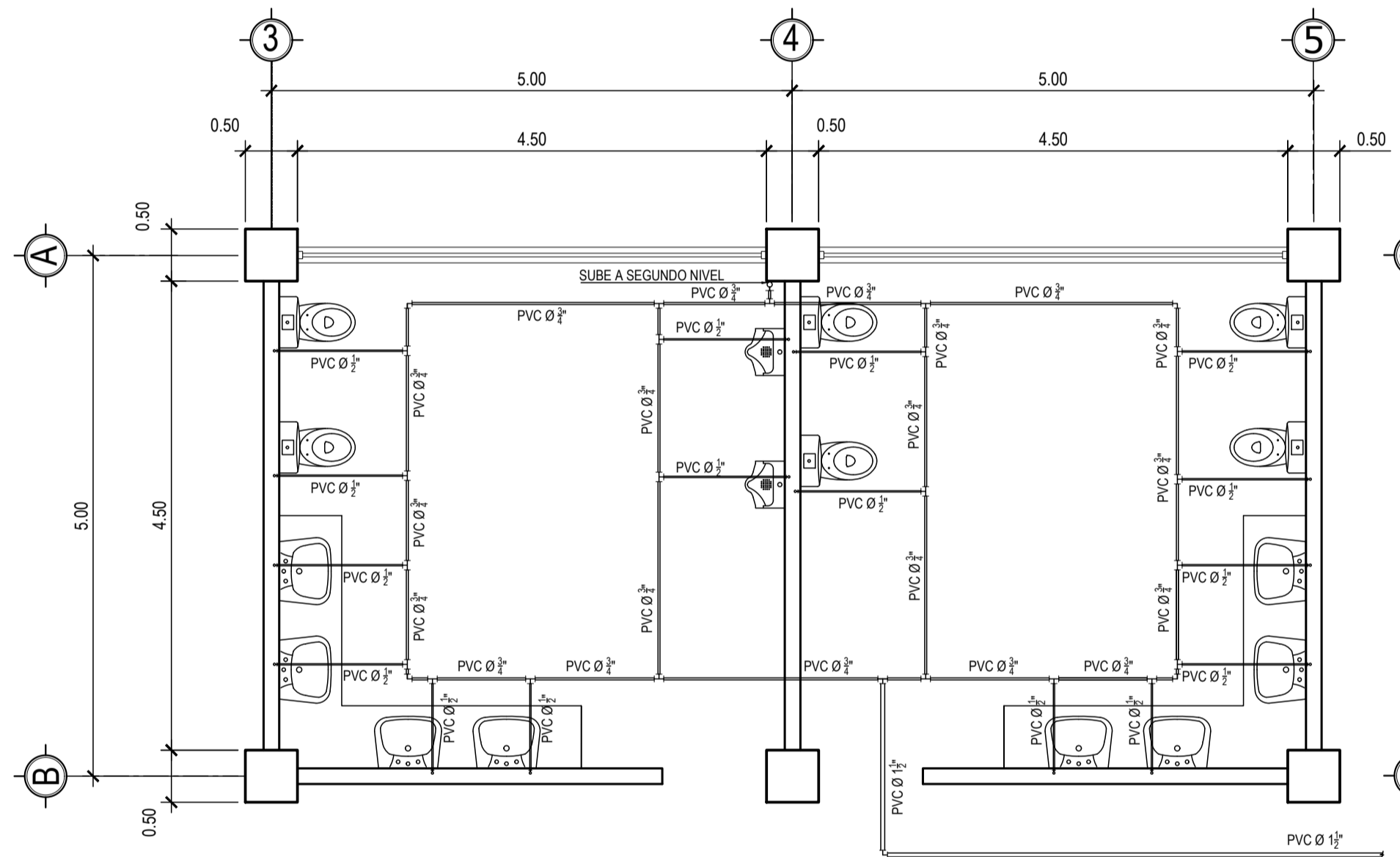
HOJA No. 14/19



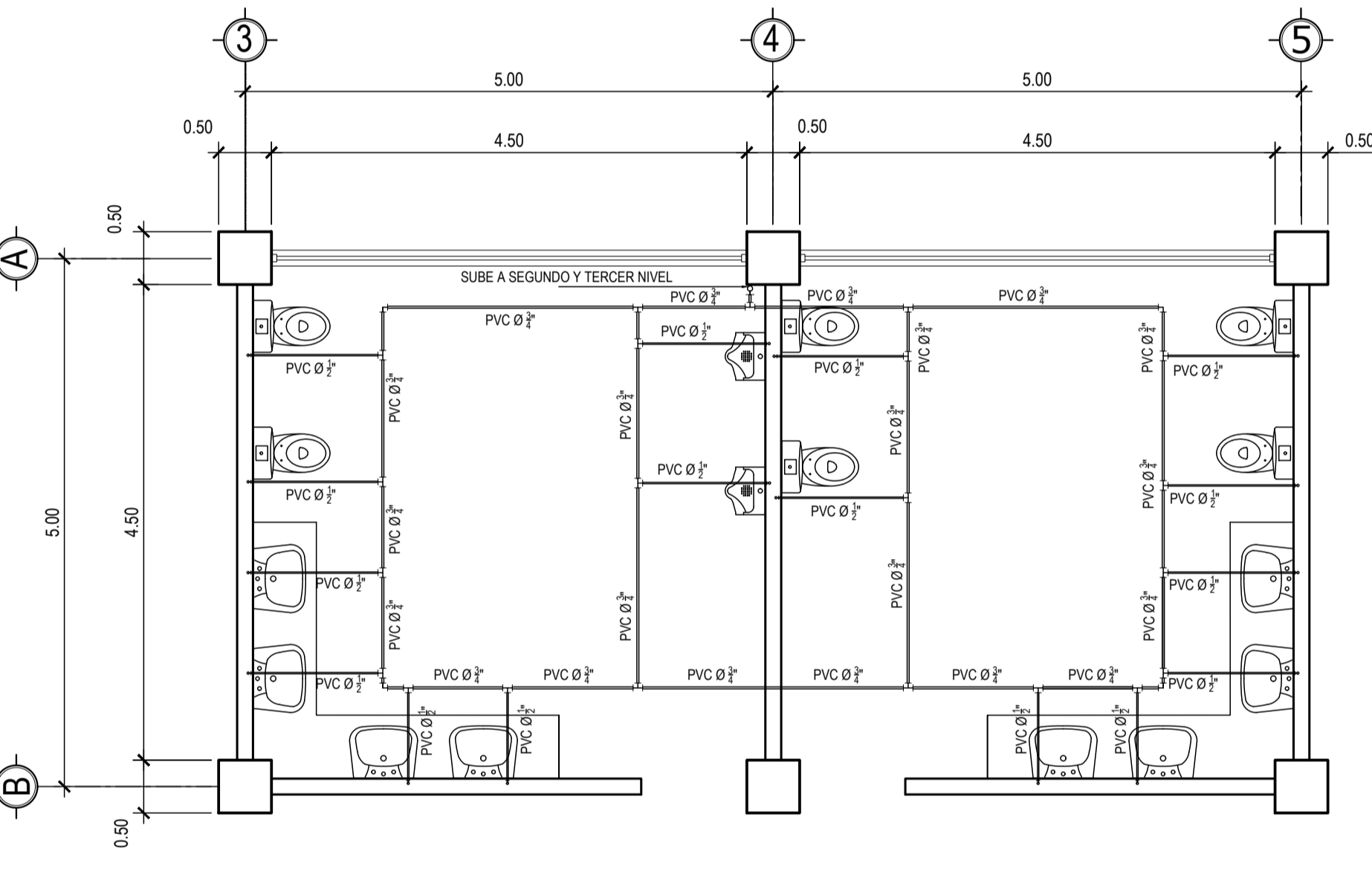
PLANTA INSTALACIÓN DE DRENAJES
PRIMER NIVEL Escala 1:50



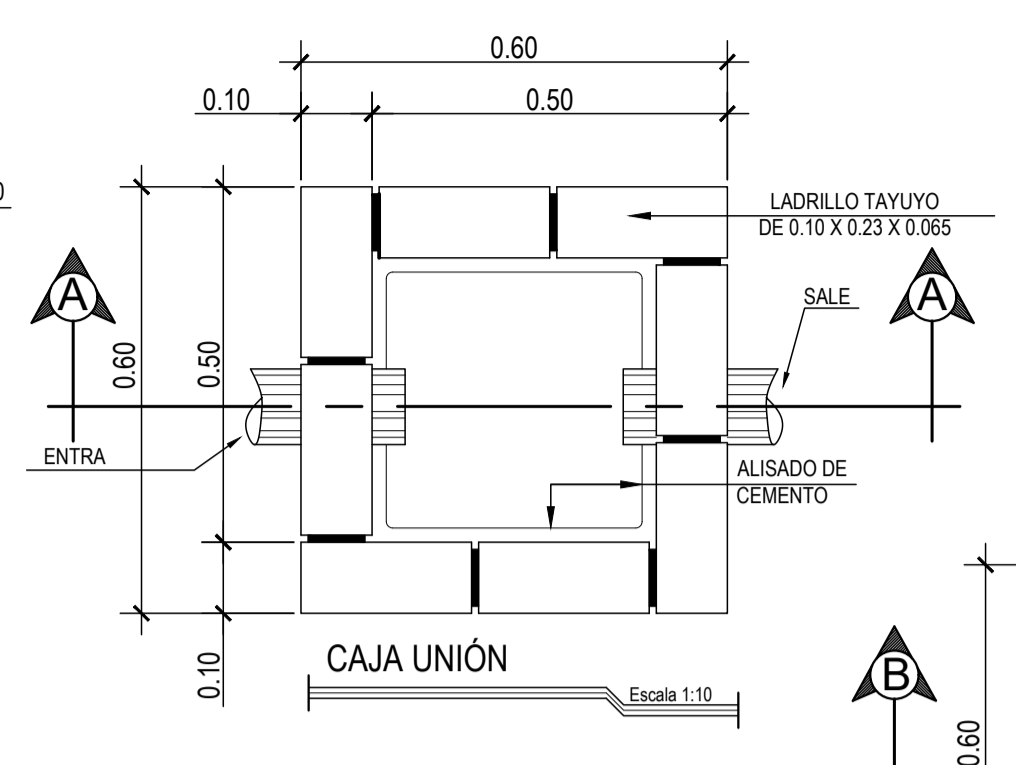
PLANTA INSTALACIÓN DE DRENAJES
SEGUNDO Y TERCER NIVEL Escala 1:50



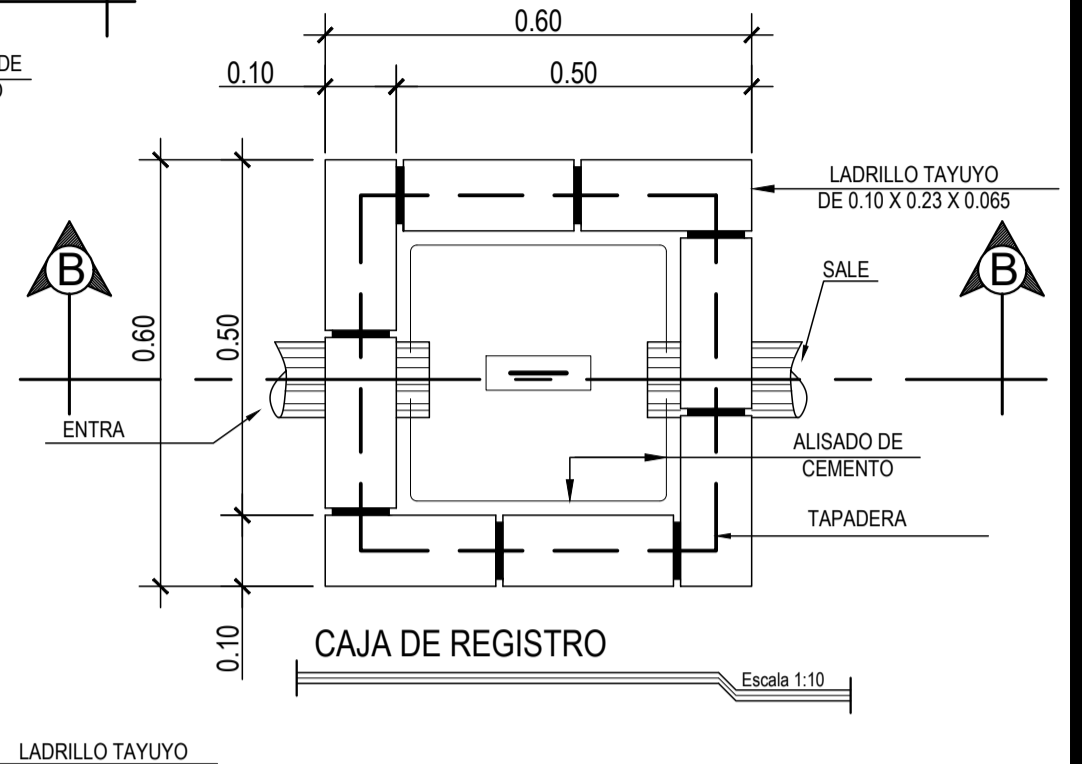
PLANTA INSTALACIÓN DE AGUA POTABLE
PRIMER NIVEL Escala 1:50



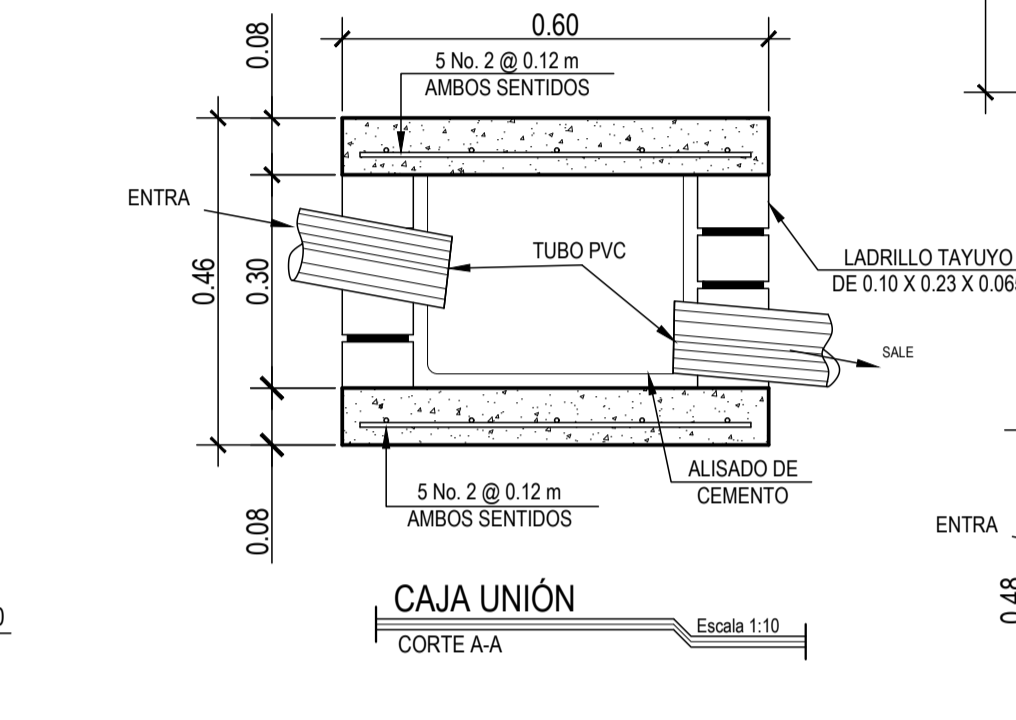
PLANTA INSTALACIÓN DE AGUA POTABLE
SEGUNDO Y TERCER NIVEL Escala 1:50



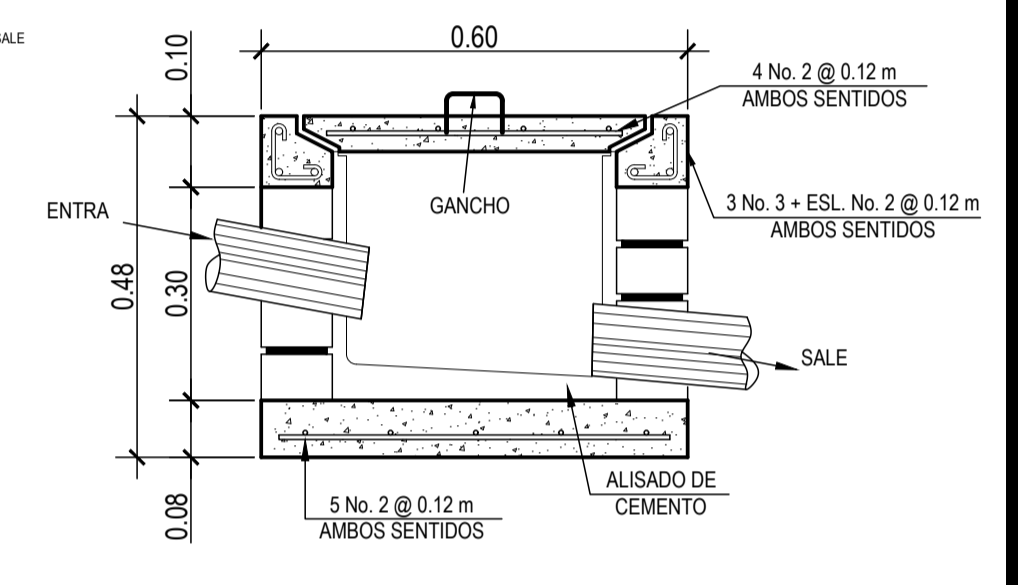
CAJA UNIÓN Escala 1:10



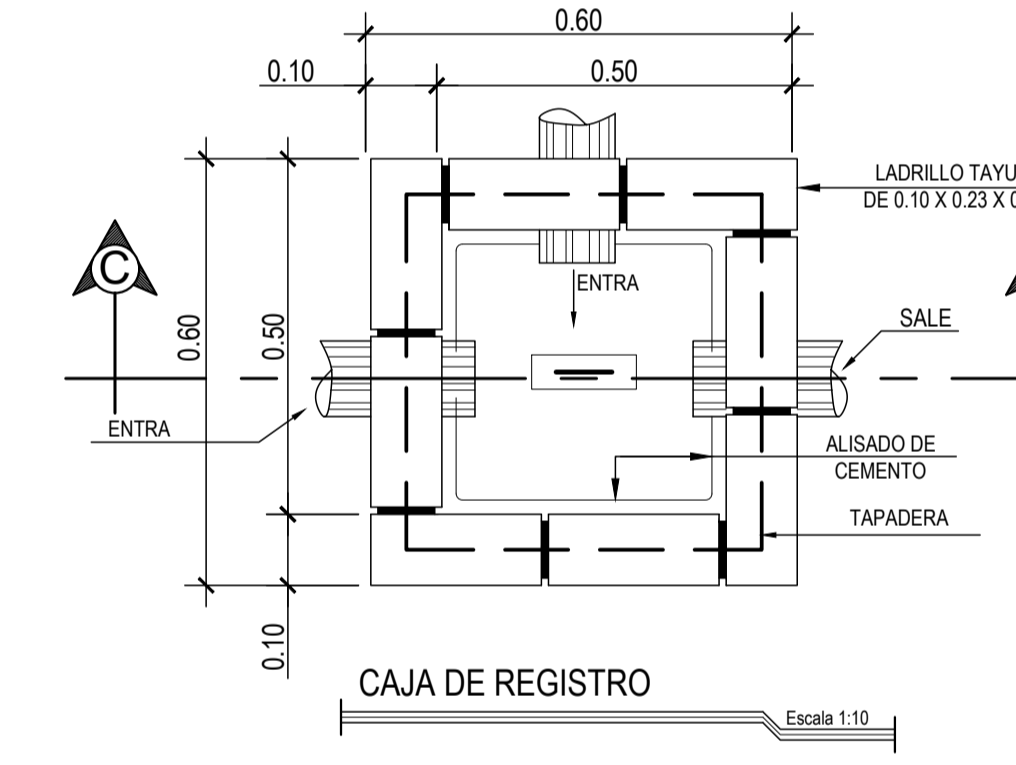
CAJA DE REGISTRO Escala 1:10



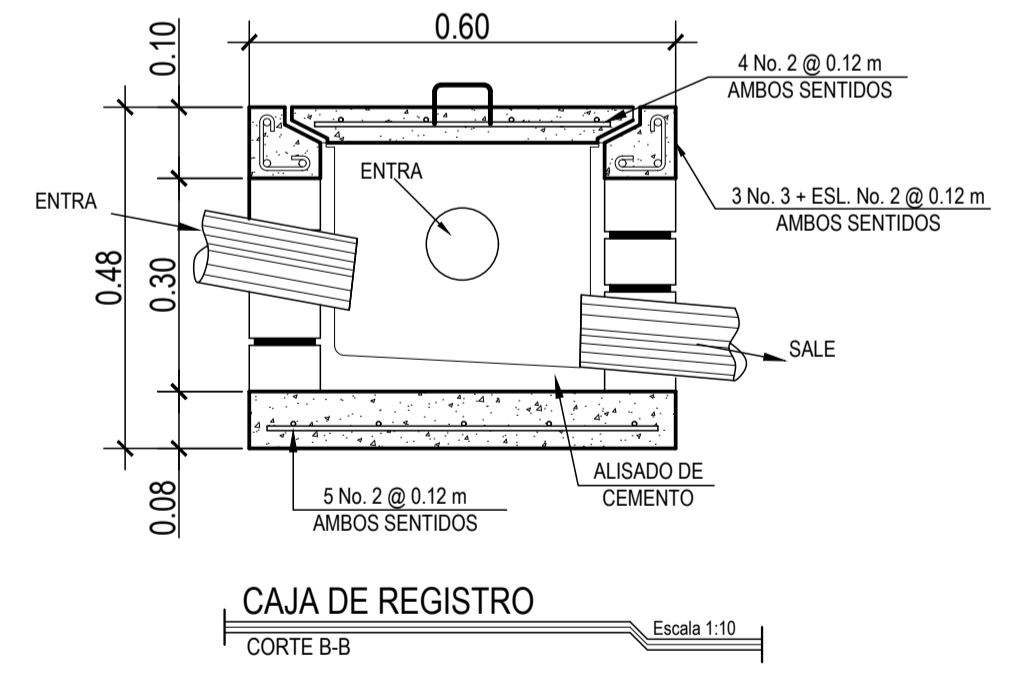
CAJA UNIÓN
CORTE A-A Escala 1:10



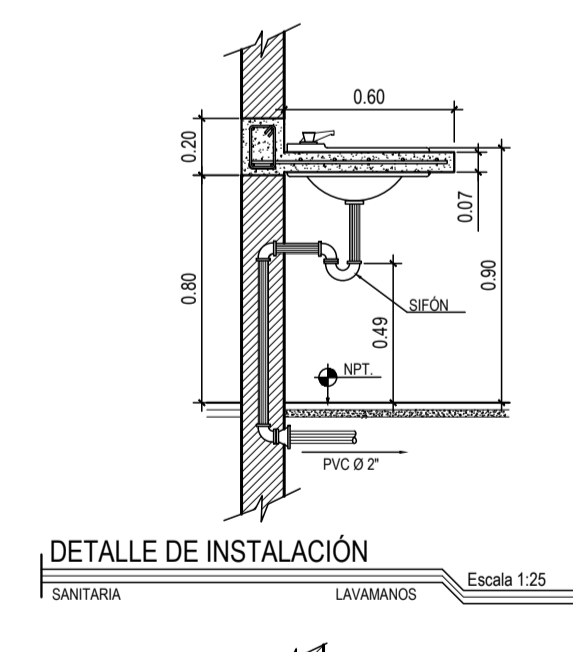
CAJA DE REGISTRO
CORTE B-B Escala 1:10



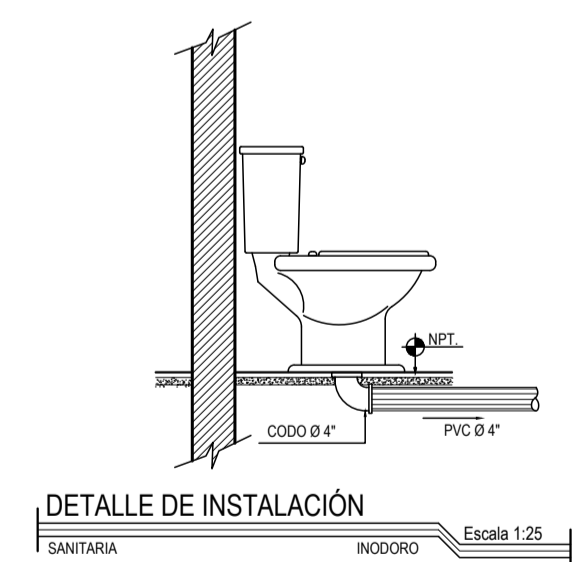
CAJA DE REGISTRO
CORTE C-C Escala 1:10



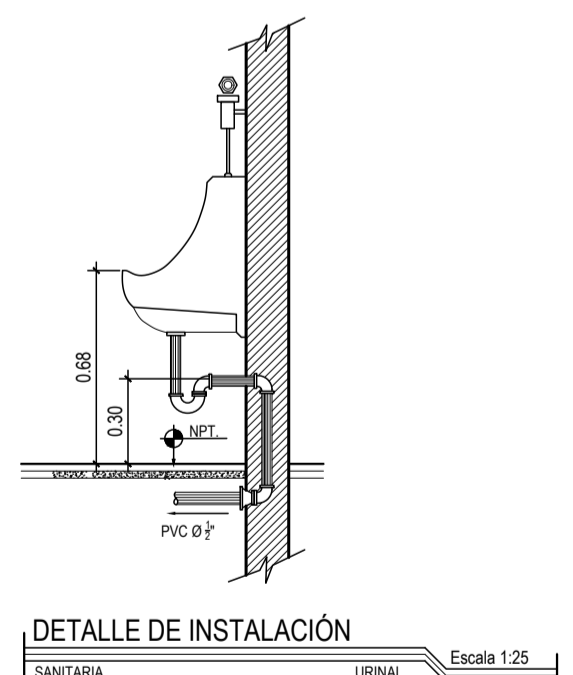
CAJA DE REGISTRO
CORTE B-B Escala 1:10



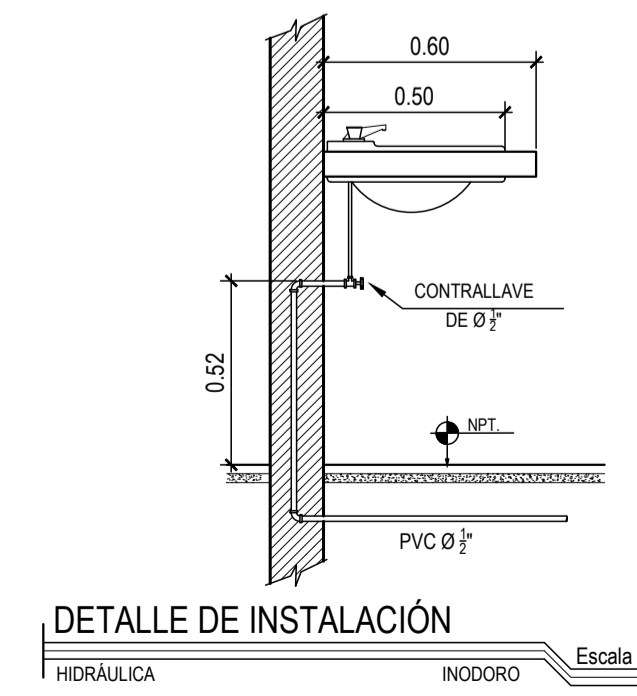
DETALLE DE INSTALACIÓN
SANTARIA LAVAMANOS Escala 1:25



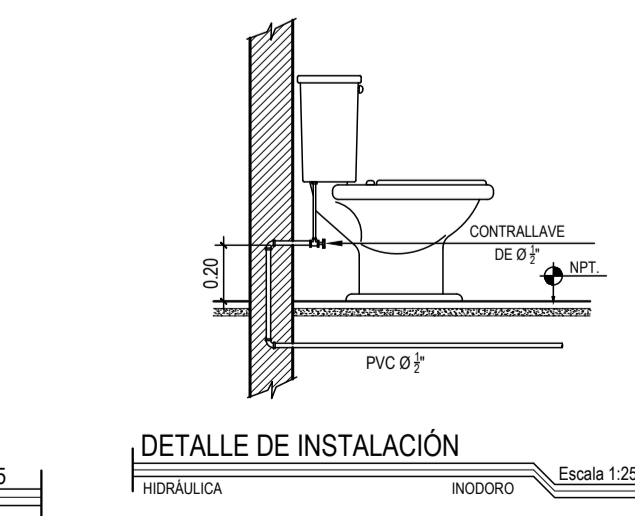
DETALLE DE INSTALACIÓN
SANTARIA INODORO Escala 1:25



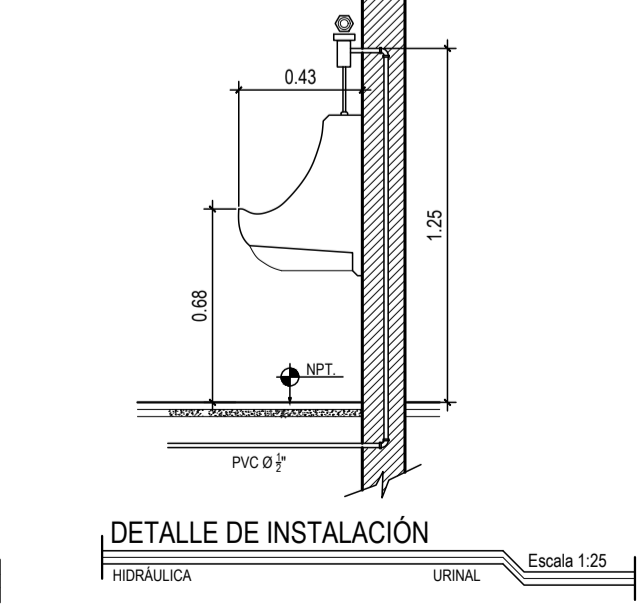
DETALLE DE INSTALACIÓN
SANTARIA URINAL Escala 1:25



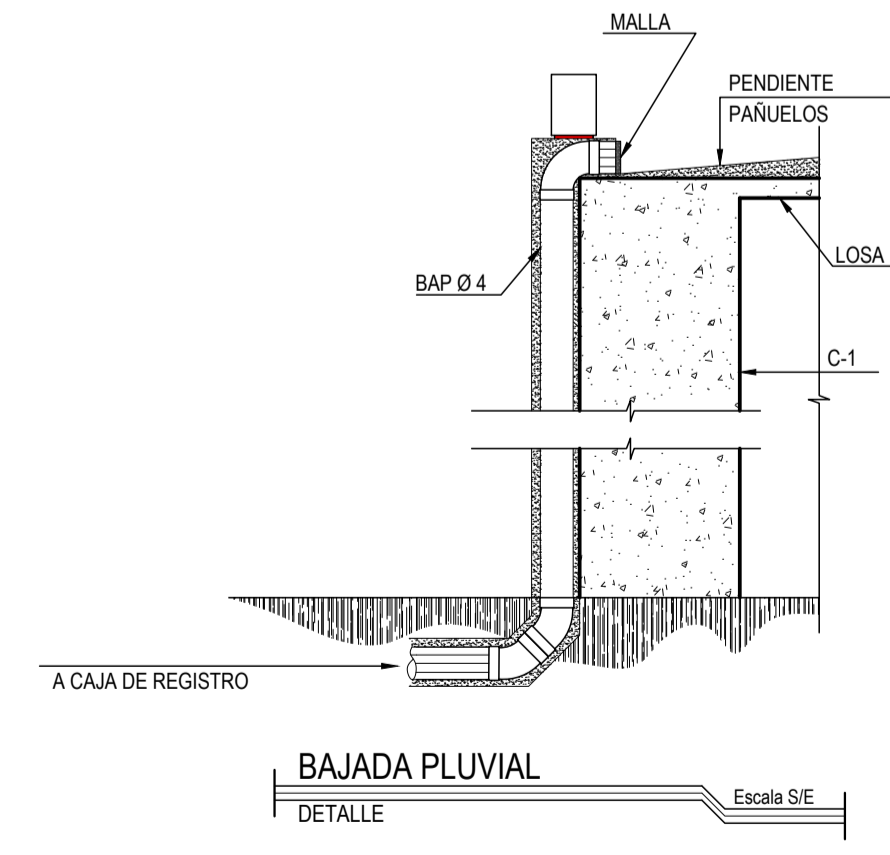
DETALLE DE INSTALACIÓN
HIDRAULICA INODORO Escala 1:25



DETALLE DE INSTALACIÓN
HIDRAULICA INODORO Escala 1:25

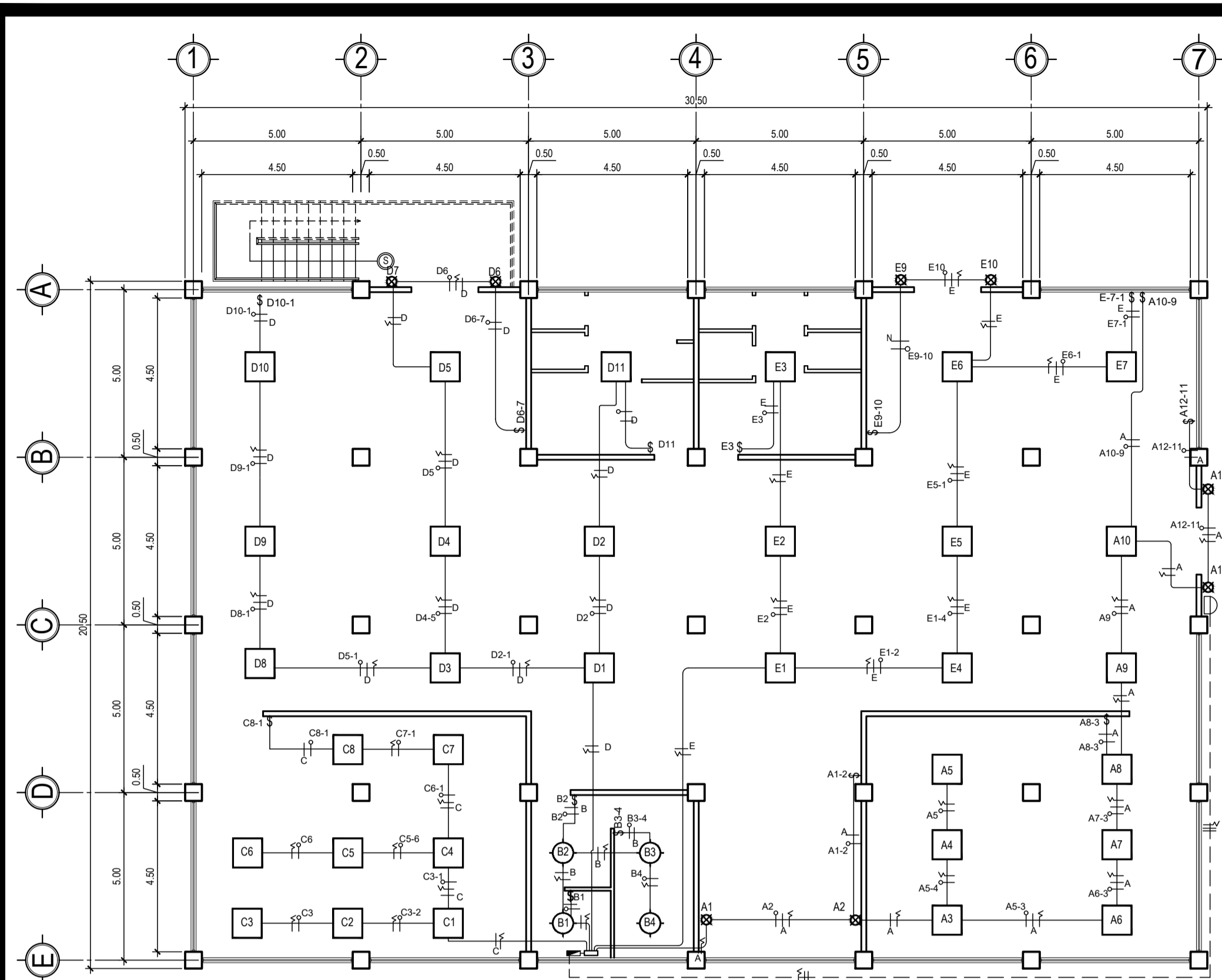


DETALLE DE INSTALACIÓN
HIDRAULICA URINAL Escala 1:25

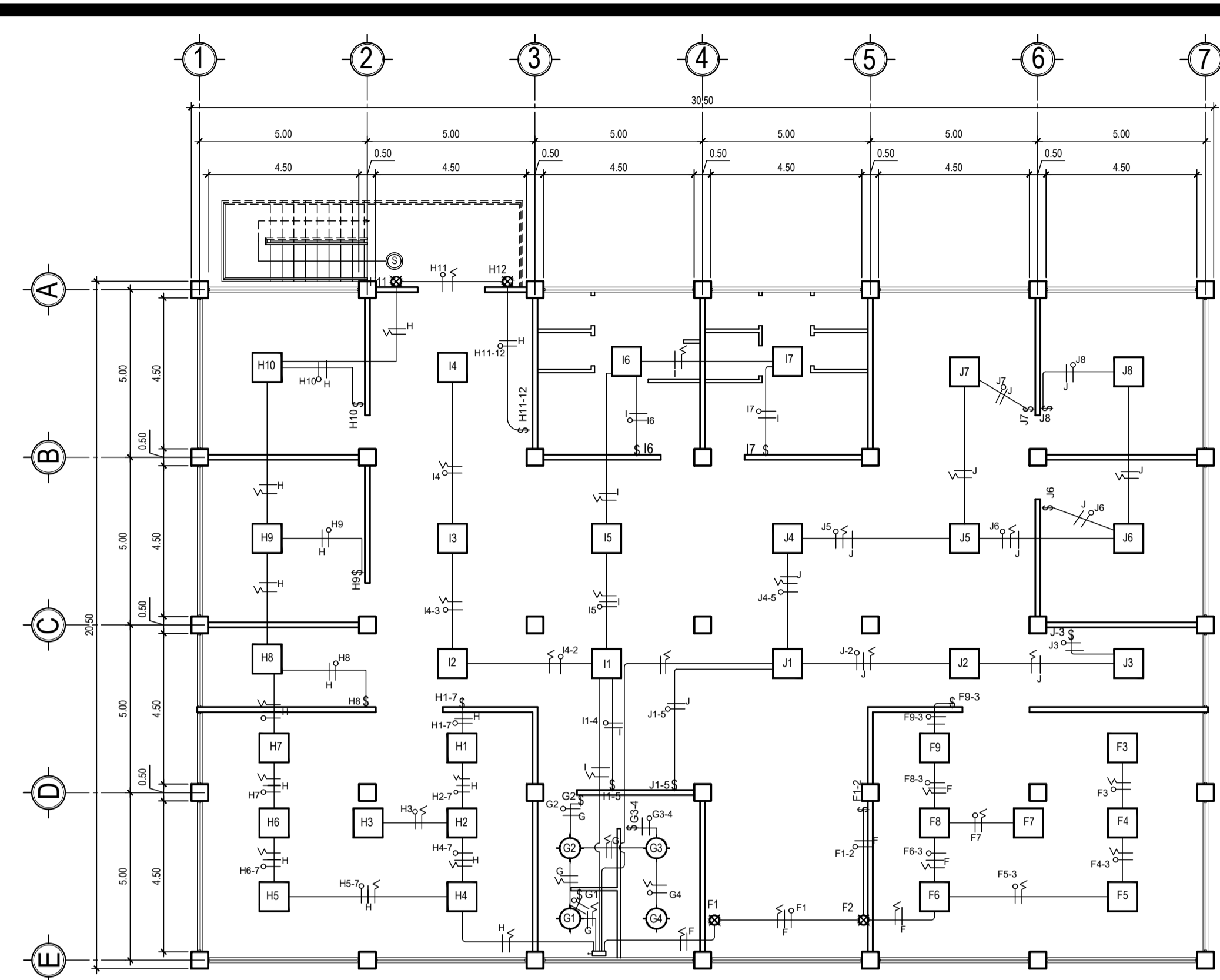


BAJADA PLUVIAL
DETALLE Escala 5:1

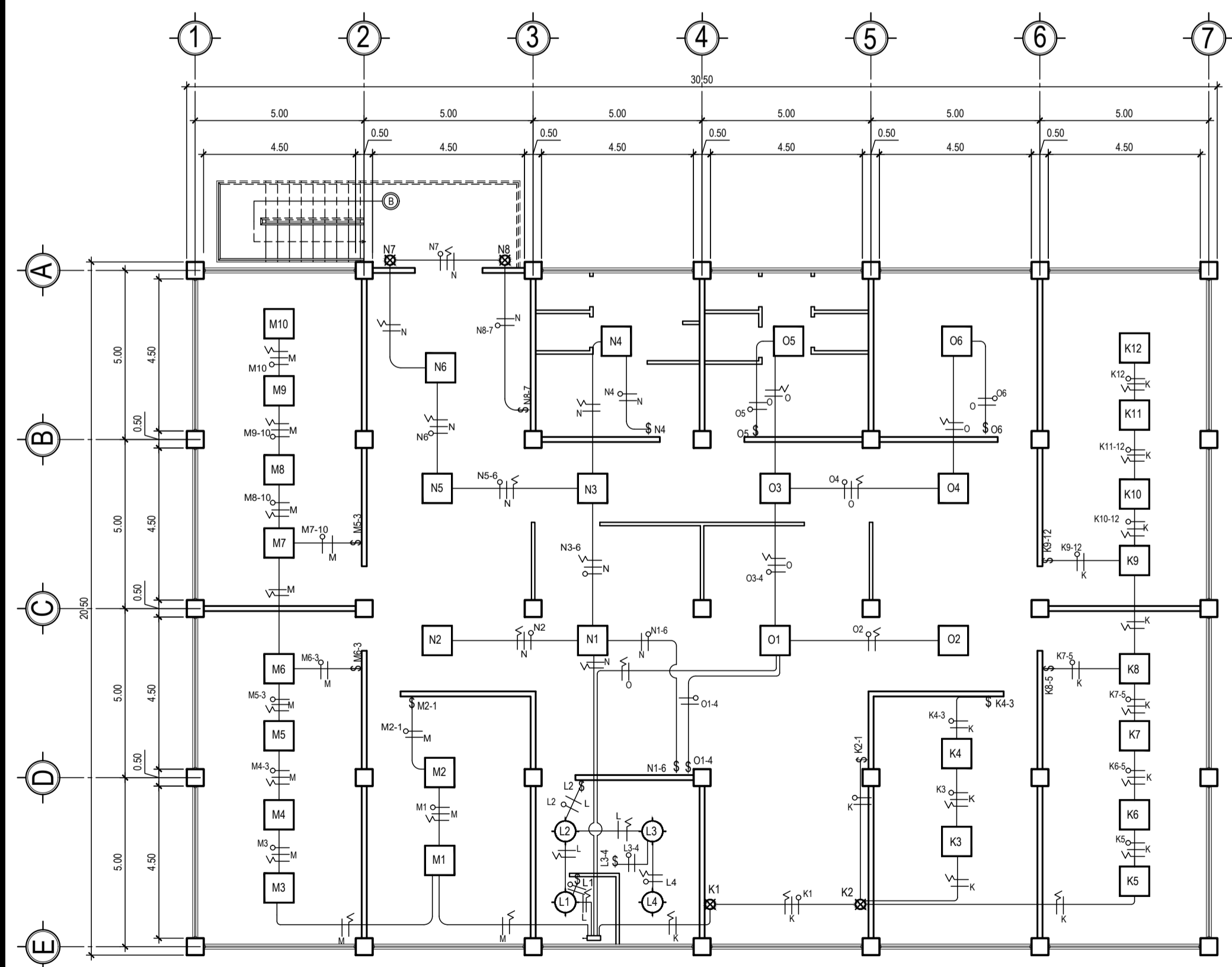
<p>UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO INGENIERÍA CIVIL</p>		<p>PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA BIBLIOTECA MUNICIPAL CON ENFOQUE AL ARTE Y LA CULTURA EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.</p>		
		<p>UBICACIÓN: CALLE 29 DE JUNIO, ACCESO No. 5 ZONA 2 SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS.</p>	<p>CONTENIDO: PLANTA DRENAJES, AGUA POTABLE, DETALLES</p>	<p>DIBUJO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS</p>
<p>LUGAR DE EPS: MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ</p>	<p>DEPARTAMENTO: SAN MARCOS</p>	<p>ASESOR: ING. MARIO ROLANDO LUIS LÓPEZ</p>	<p>ESCALA: INDICADA FECHA: JUNIO DE 2023</p>	<p>CÁLCULO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS</p>



PLANTA INSTALACIÓN ELÉCTRICA ILUMINACIÓN
PRIMER NIVEL Escala 1:125

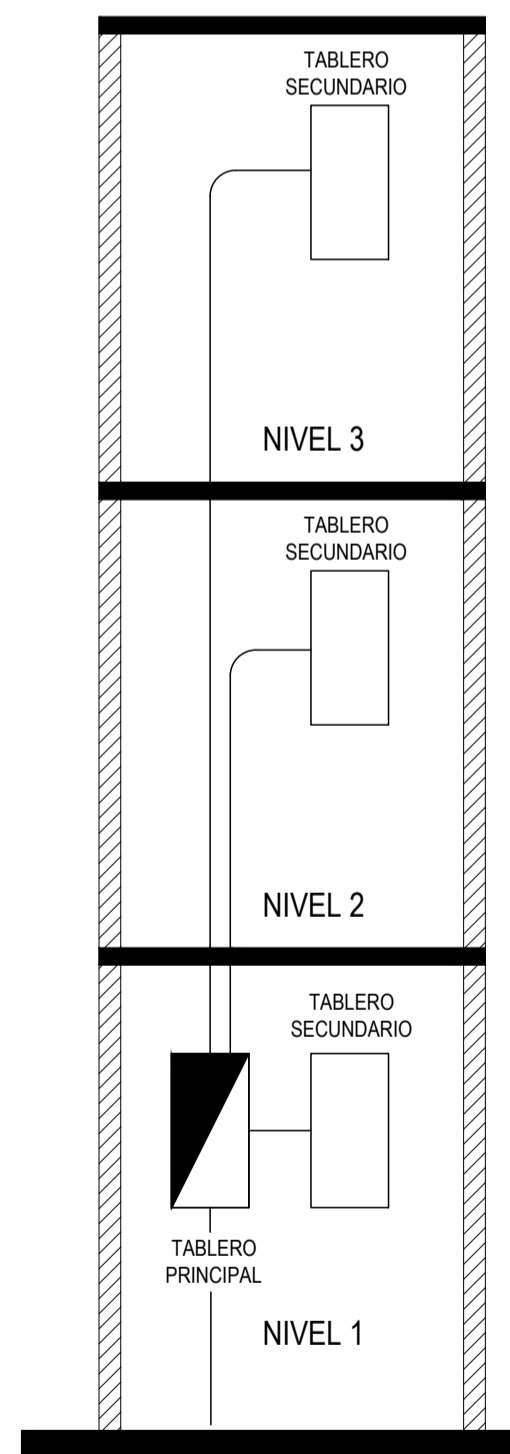
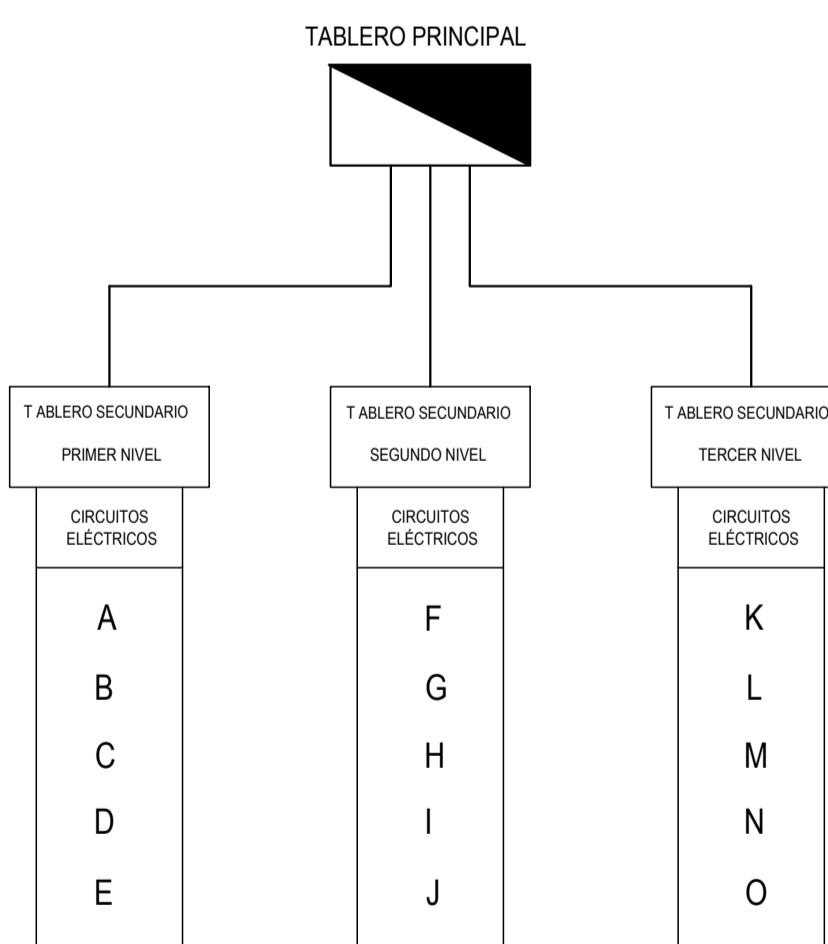


PLANTA INSTALACIÓN ELÉCTRICA ILUMINACIÓN
SEGUNDO NIVEL Escala 1:125



PLANTA INSTALACIÓN ELÉCTRICA ILUMINACIÓN
TERCER NIVEL Escala 1:125

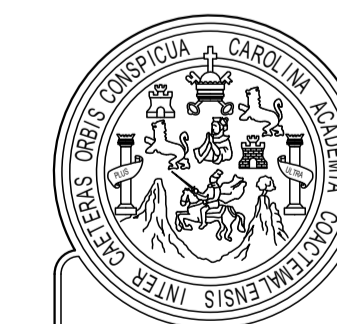
DIAGRAMA DE FLUJOS ILUMINACIÓN



SIMBOLOGÍA ILUMINACIÓN	
	LÁMPARA EMPOTRABLE
	PLAFONERA
	LÁMPARA EN PARED
	TABLERO GENERAL
	TABLERO SECUNDARIO
	CONTADOR ELÉCTRICO
	INTERRUPTOR SIMPLE
	LÍNEA POSITIVA #10 AWG
	LÍNEA NEGATIVA #10 AWG
	LÍNEA RETORNO #12 AWG
	TUBERÍA POLIDUCTO EN LOSA 2"

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- TRES TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIOS CON FLIPONES DE 30A POR CADA CIRCUITO.
- COLOR DE ALAMBRAO ELÉCTRICO
 - POSITIVO = ROJO
 - NEGATIVO = NEGRO
 - RETORNO = BLANCO
- TUBERÍA DE ACOMETIDA HG DE Ø 1 1/2" L 4 m + MUFA DE 1/2" + ACCESORIOS DE ENTRADA.
- TODA LA TUBERÍA DE ILUMINACIÓN SERÁ PVC ELÉCTRICO DE 1/2"
- EL CALIBRE DE LOS CONDUCTORES SERÁ AWG #10. PARA LÍNEA POSITIVA Y NEGATIVA, Y #12 AWG PARA RETORNO.
- LA TUBERÍA ELÉCTRICA DEBERÁ QUEDAR FUERA DE LAS COLUMNAS.
- SE RECOMIENDA QUE EL TABLERO GENERAL DE DISTRIBUCIÓN SE COLOQUE A UNA ALTURA MÍNIMA DE 1.75 m SOBRE NPT.
- ALTURA DE INTERRUPTORES SERÁ DE 1.20 m SOBRE NPT.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA BIBLIOTECA MUNICIPAL CON ENFOQUE AL ARTE Y LA CULTURA EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.

UBICACIÓN: CALLE 29 DE JUNIO, ACCESO No.5 ZONA 2 SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS.

DIBUJO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS

LUGAR DE EPS: MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ

CONTENIDO: PLANTA INSTALACIÓN ELÉCTRICA, ILUMINACIÓN

DISEÑO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS

DEPARTAMENTO: SAN MARCOS

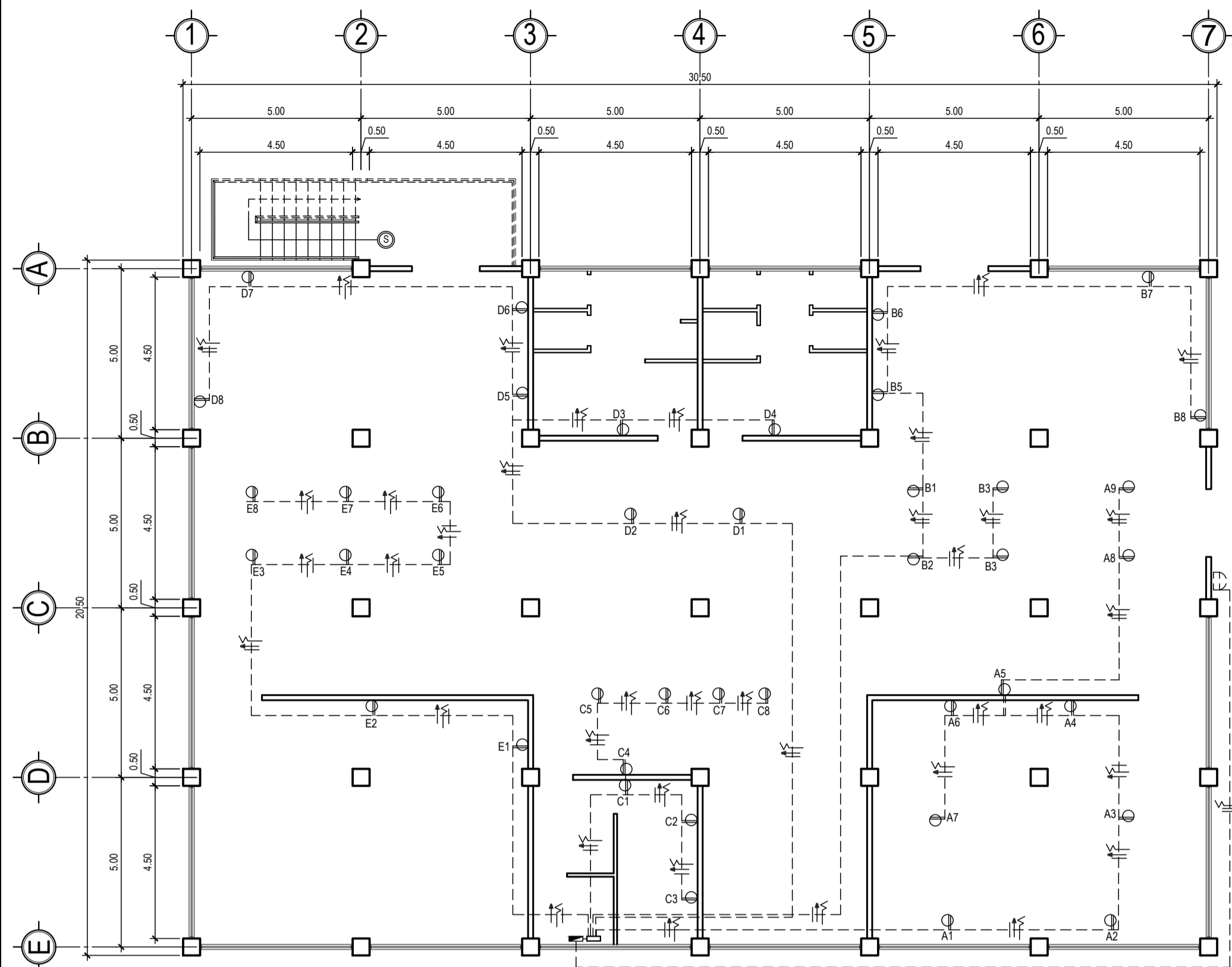
CÁLCULO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS

HOJA No.

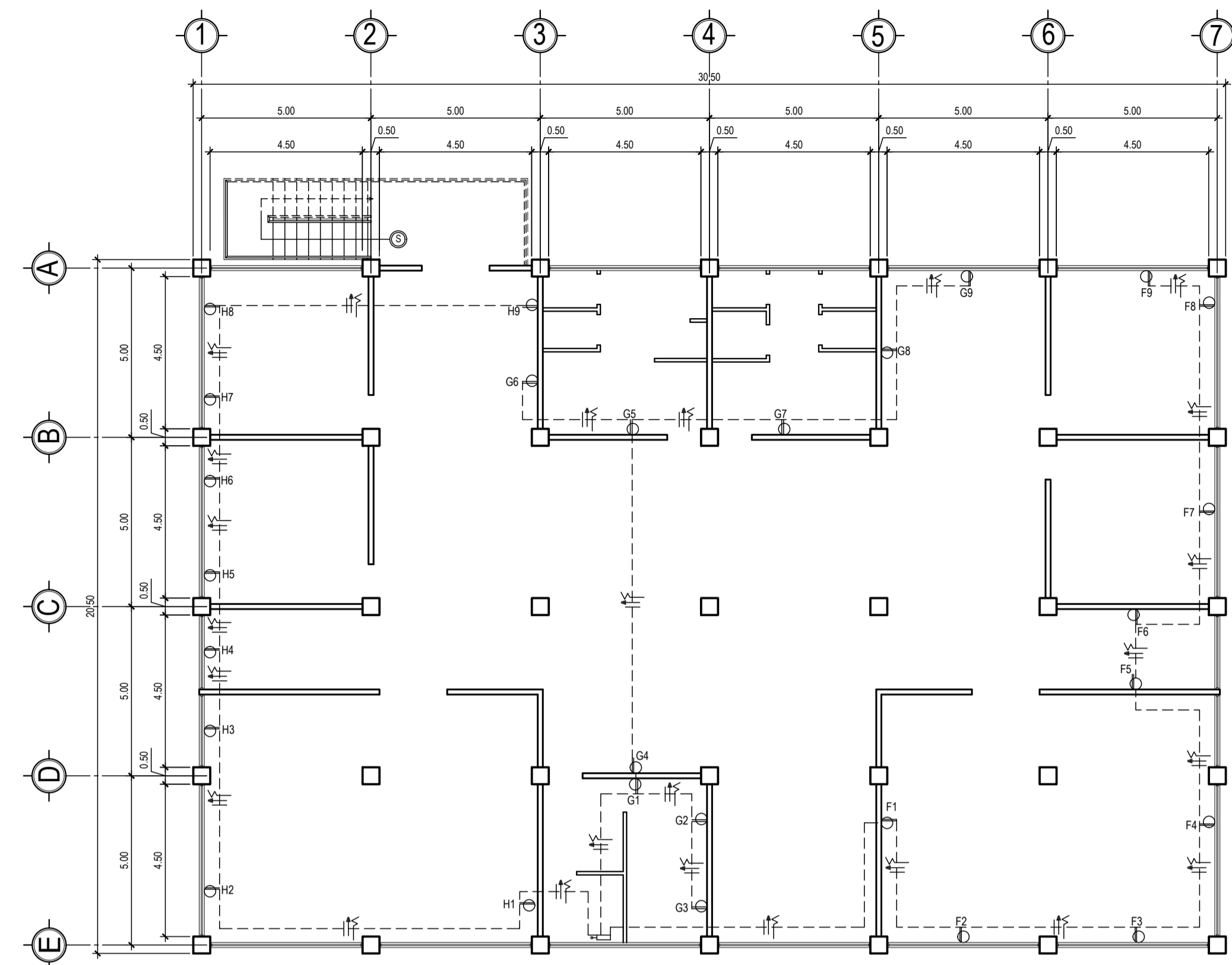
ASESOR: ING. MARIO ROLANDO LUIS LÓPEZ

ESCALA: INDICADA
FECHA: JUNIO DE 2023

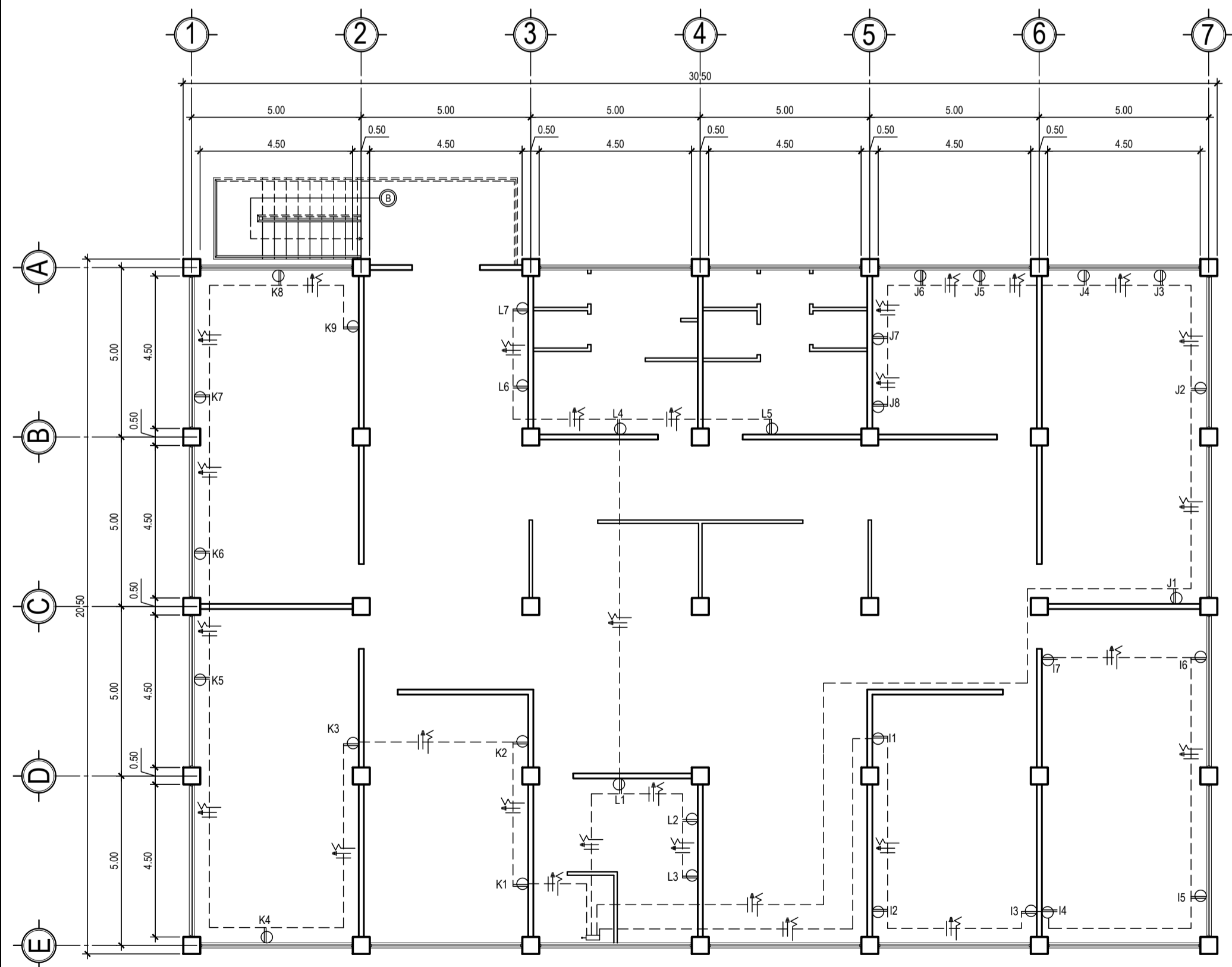
16/19



PLANTA INSTALACIÓN ELÉCTRICA FUERZA
PRIMER NIVEL Escala 1:125

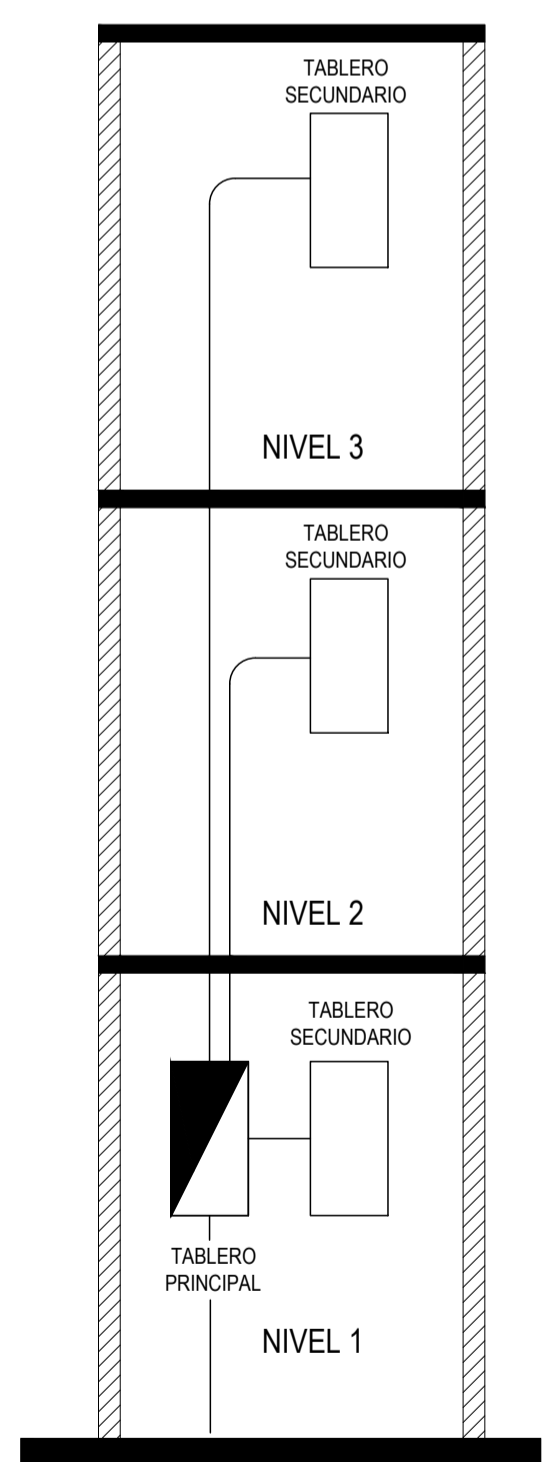
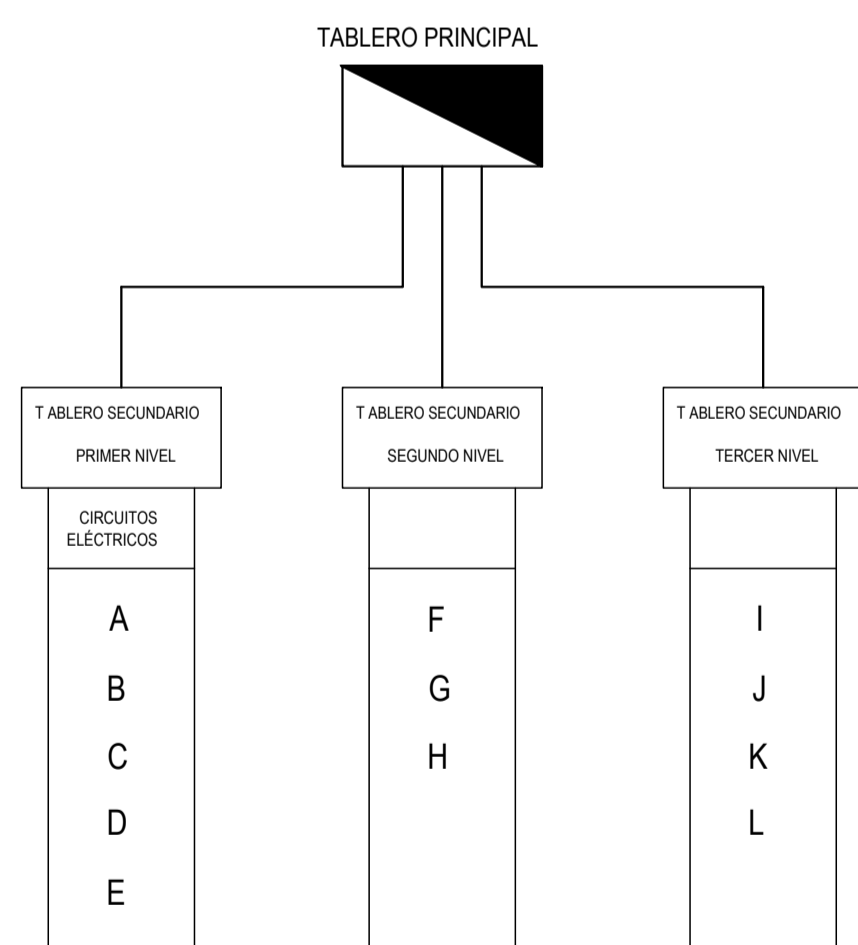


PLANTA INSTALACIÓN ELÉCTRICA FUERZA
SEGUNDO NIVEL Escala 1:125



PLANTA INSTALACIÓN ELÉCTRICA FUERZA
TERCER NIVEL Escala 1:125

DIAGRAMA DE FLUJOS FUERZA



SIMBOLOGÍA FUERZA	
	TABLERO GENERAL
	TABLERO SECUNDARIO
	CONTADOR ELÉCTRICO
	TOMACORRIENTE
	LINEA POSITIVA #10 AWG
	LINEA NEGATIVA #10 AWG
	LINEA NEUTRA #10 AWG
	TUBERÍA EN PISO O PARED 3/4"

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

- TRES TABLEROS DE DISTRIBUCIÓN SECUNDARIOS CON FLIPONES DE 30A POR CADA CIRCUITO.
- COLOR DE ALAMBRAO ELÉCTRICO
 - POSITIVO = ROJO
 - NEGATIVO = NEGRO
 - NEUTRO = AZUL
- TUBERÍA DE ACOMETIDA HG DE Ø 1 1/2" L 4 m + MUFA DE 1 1/2" + ACCESORIOS DE ENTRADA.
- TODA LA TUBERÍA DE FUERZA SERÁ POLIDUCTO DE 3/4"
- EL CALIBRE DE LOS CONDUCTORES SERÁ AWG #10.
- LA TUBERÍA ELÉCTRICA DEBERÁ QUEDAR FUERA DE LAS COLUMNAS.
- ALTURA DE TOMACORRIENTE SERÁ DE 0.30 m SOBRE NPT.

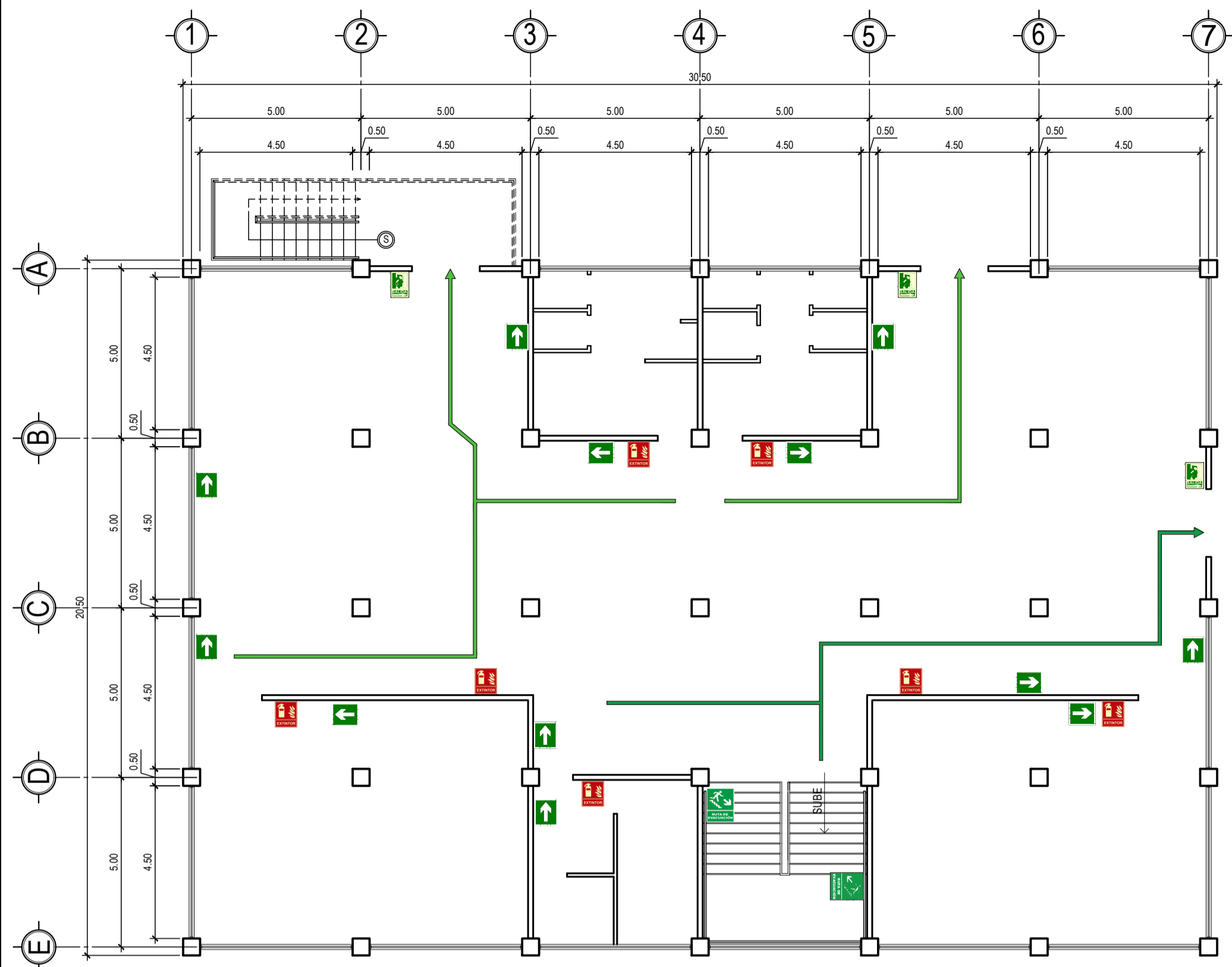


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA BIBLIOTECA MUNICIPAL CON ENFOQUE AL ARTE Y LA CULTURA EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.

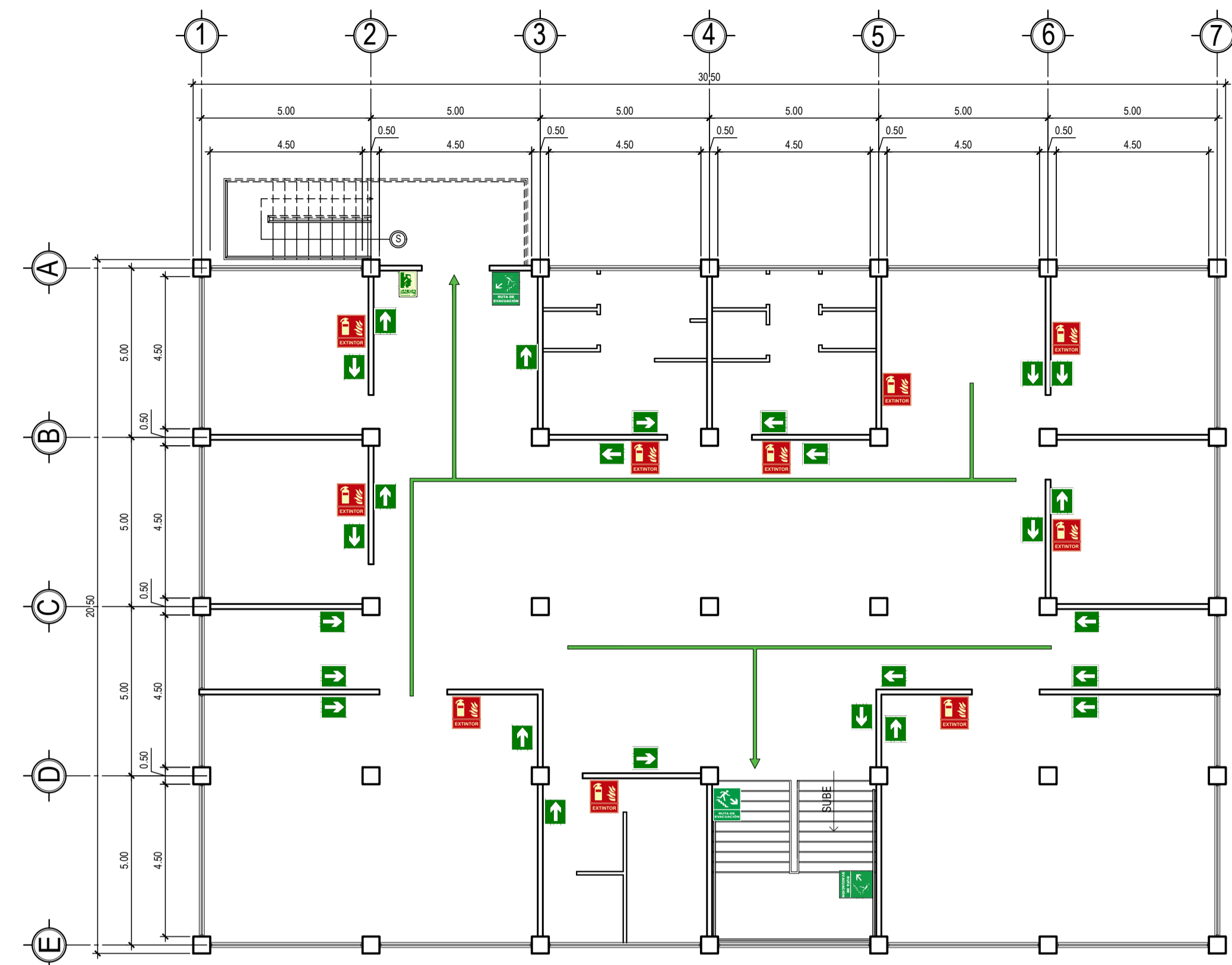
UBICACIÓN: CALLE 29 DE JUNIO, ACCESO No.5 ZONA 2 SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS.	DIBUJO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS
LUGAR DE EPS: MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ	DISEÑO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS	CÁLULO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS
ASESOR: ING. MARIO ROLANDO LUIS LÓPEZ	ESCALA: INDICADA
	FECHA: JUNIO DE 2023





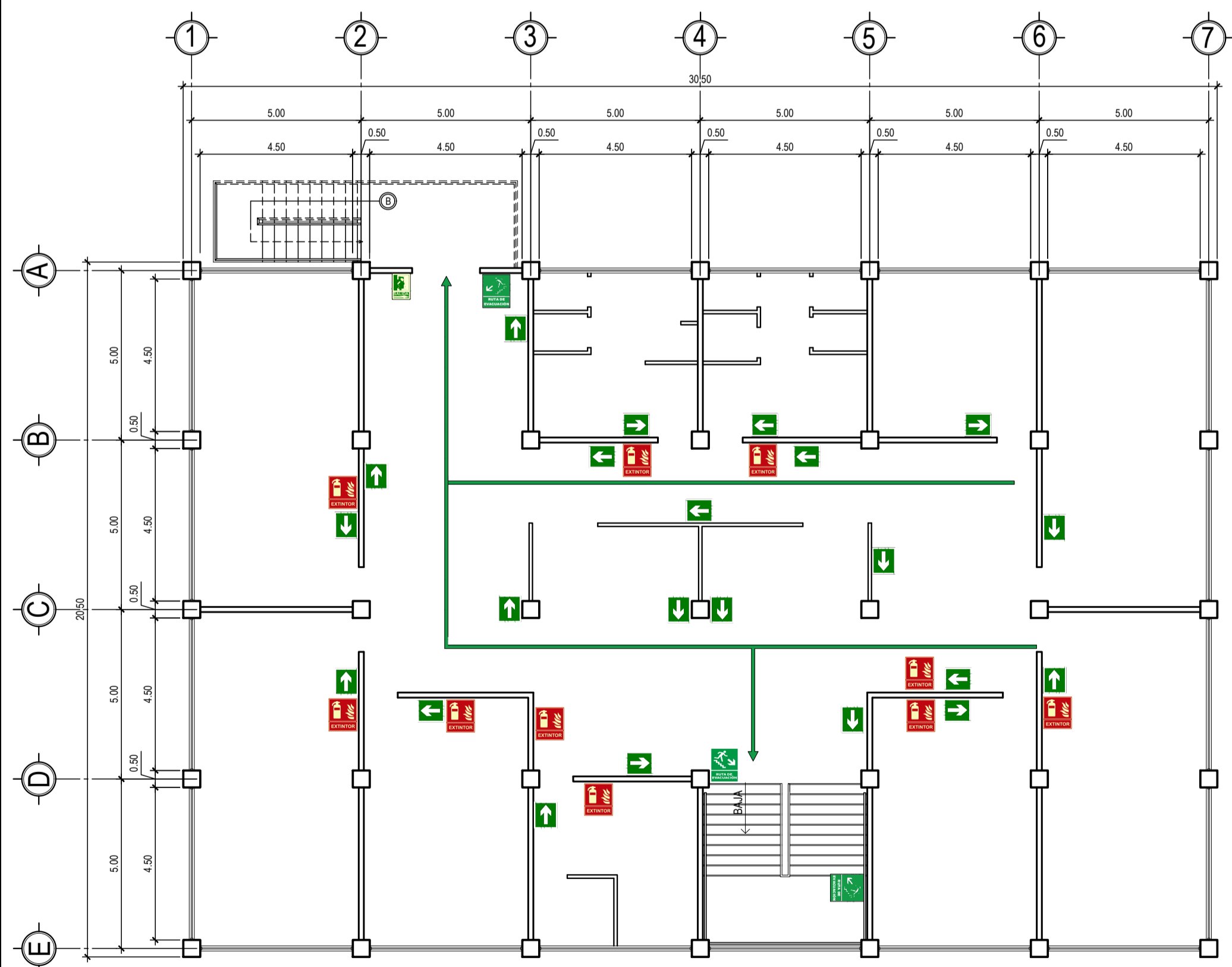
PLANTA DE NORMA NRD-2

PRIMER NIVEL Escala 1:125



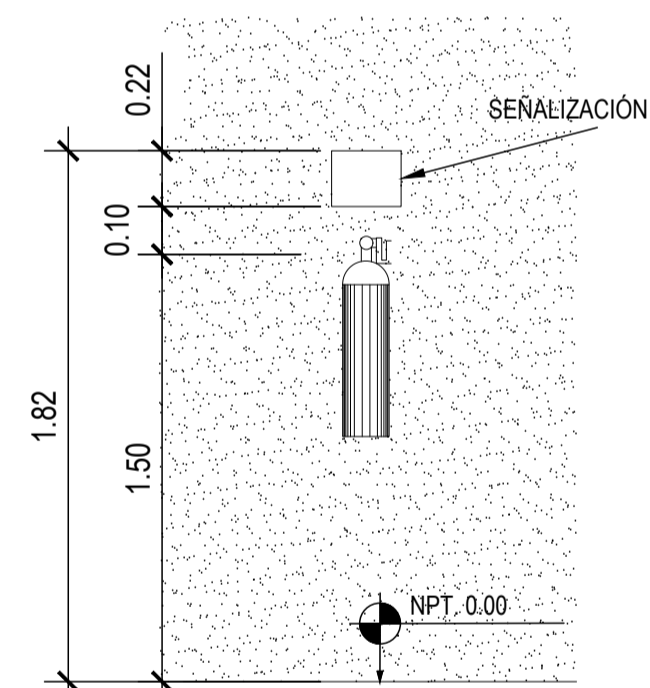
PLANTA DE NORMA NRD-2

SEGUNDO NIVEL Escala 1:125



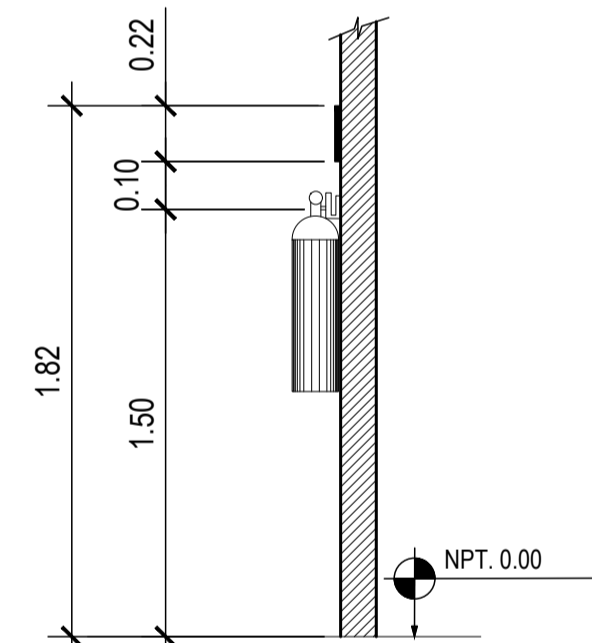
PLANTA DE NORMA NRD-2

TERCER NIVEL Escala 1:125



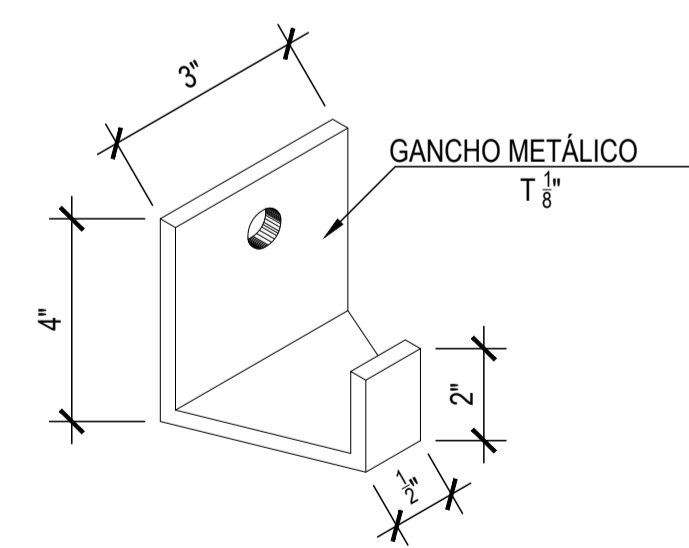
DETALLE DE EXTINTOR

ELEVACIÓN Escala S/C



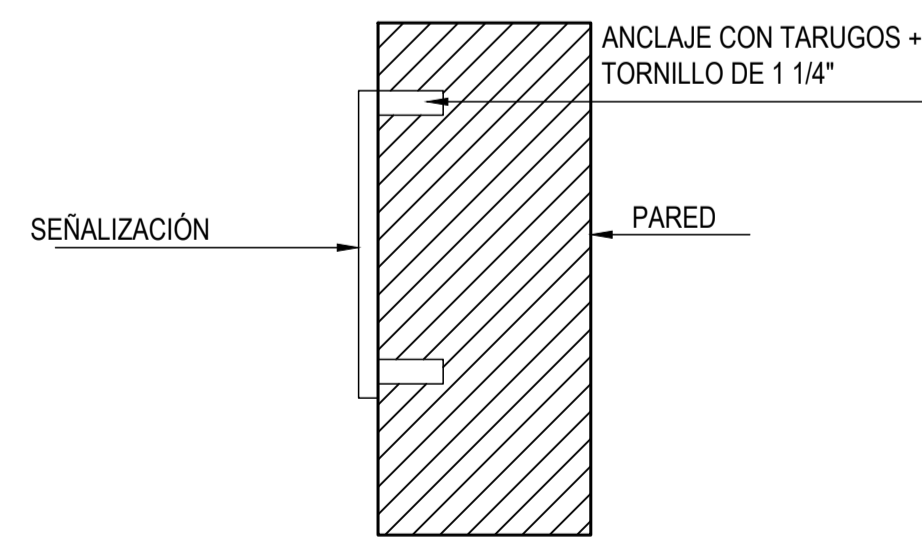
DETALLE DE EXTINTOR

PERFIL Escala S/C



DETALLE GANCHO SOPORTE

PERFIL Escala S/C



DETALLE ANCLAJE DE RÓTULO

PERFIL Escala S/E

SIMBOLOGÍA DE SEÑALIZACIÓN	
	RUTA DE EVACUACIÓN
	SALIDA DE EMERGENCIA
	EXTINTOR
	INDICA VÍA DE EVACUACIÓN

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1. LAS SEÑALES DEBERÁN SER CONSTRUIDAS DE METAL O DE OTRO MATERIAL APROBADO QUE NO SEA COMBUSTIBLE. DEBERÁ ANCLARSE DE FORMA SEGURA, POR MEDIO DE TORNILLOS PREFERENTEMENTE SOBRE PAREDES DE MAMPOSTERÍA.
2. LAS SEÑALES DEBEN UBICARSE EN LUGARES DONDE SE VISUALICEN CON FACILIDAD.
3. COLOCACIÓN DE SEÑALES.
 - EN LADO CONTIGUO DE LA PUERTA: SE DEJARÁ A UNA ALTURA DE 1.5M SOBRE NPT. Y A 0.10 m DEL MARCO DE LA PUERTA.
 - EN PARED: SE DEJARÁ A UNA ALTURA DE 1.20 m SOBRE NPT. COMO RANGO RECOMENDADO.
 - EN CAMBIOS DE NIVEL: SE DEJARÁ A UNA ALTURA DE 1.70 m SOBRE NPT.
4. SE RECOMIENDA QUE LOS EXTINTORES SE UBIQUEN A UNA ALTURA DE 1.50 m SOBRE NPT. Y LA SEÑAL CORRESPONDIENTE A 0.10 m DE DISTANCIA SOBRE EL EXTINTOR.

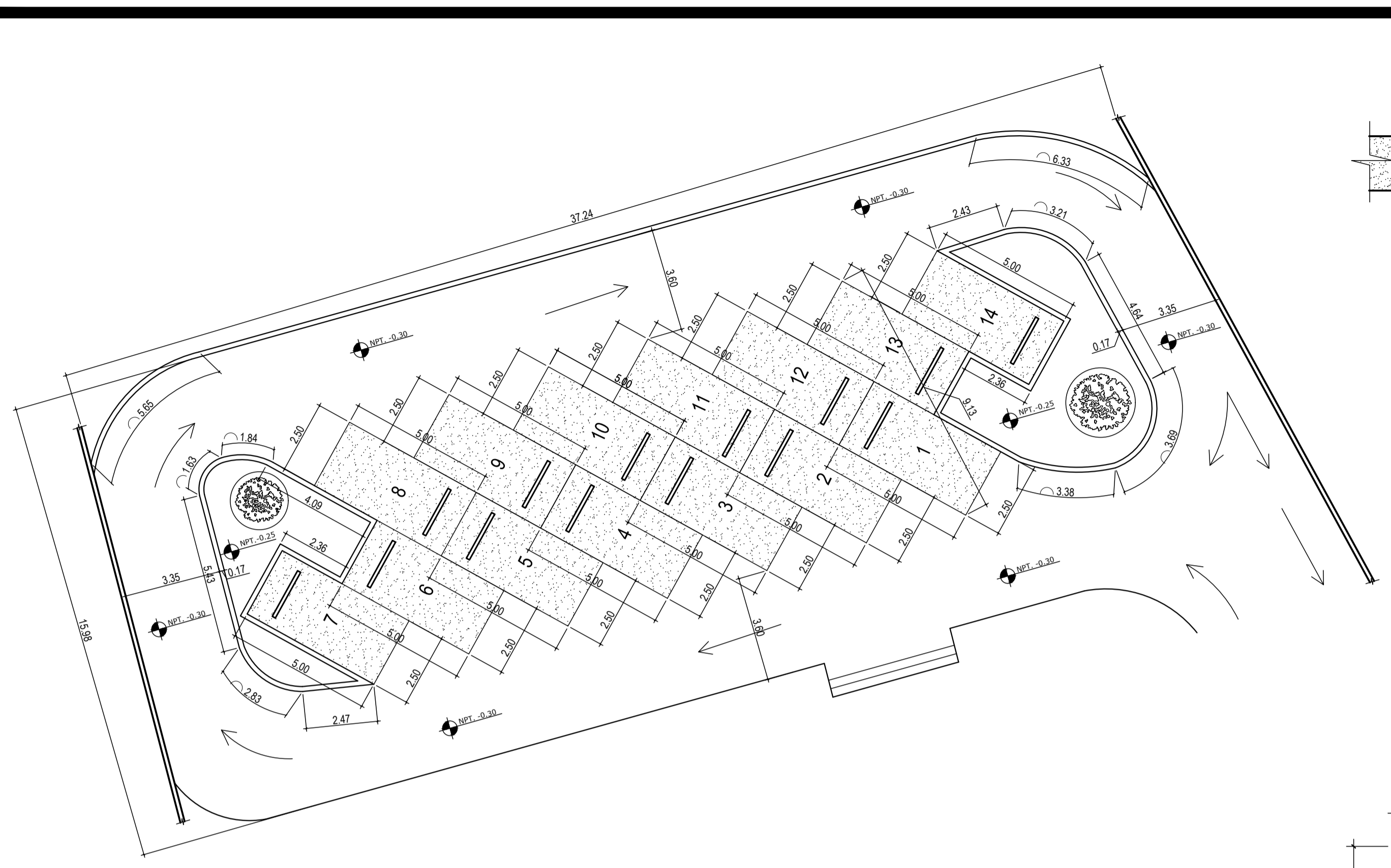


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
INGENIERÍA CIVIL

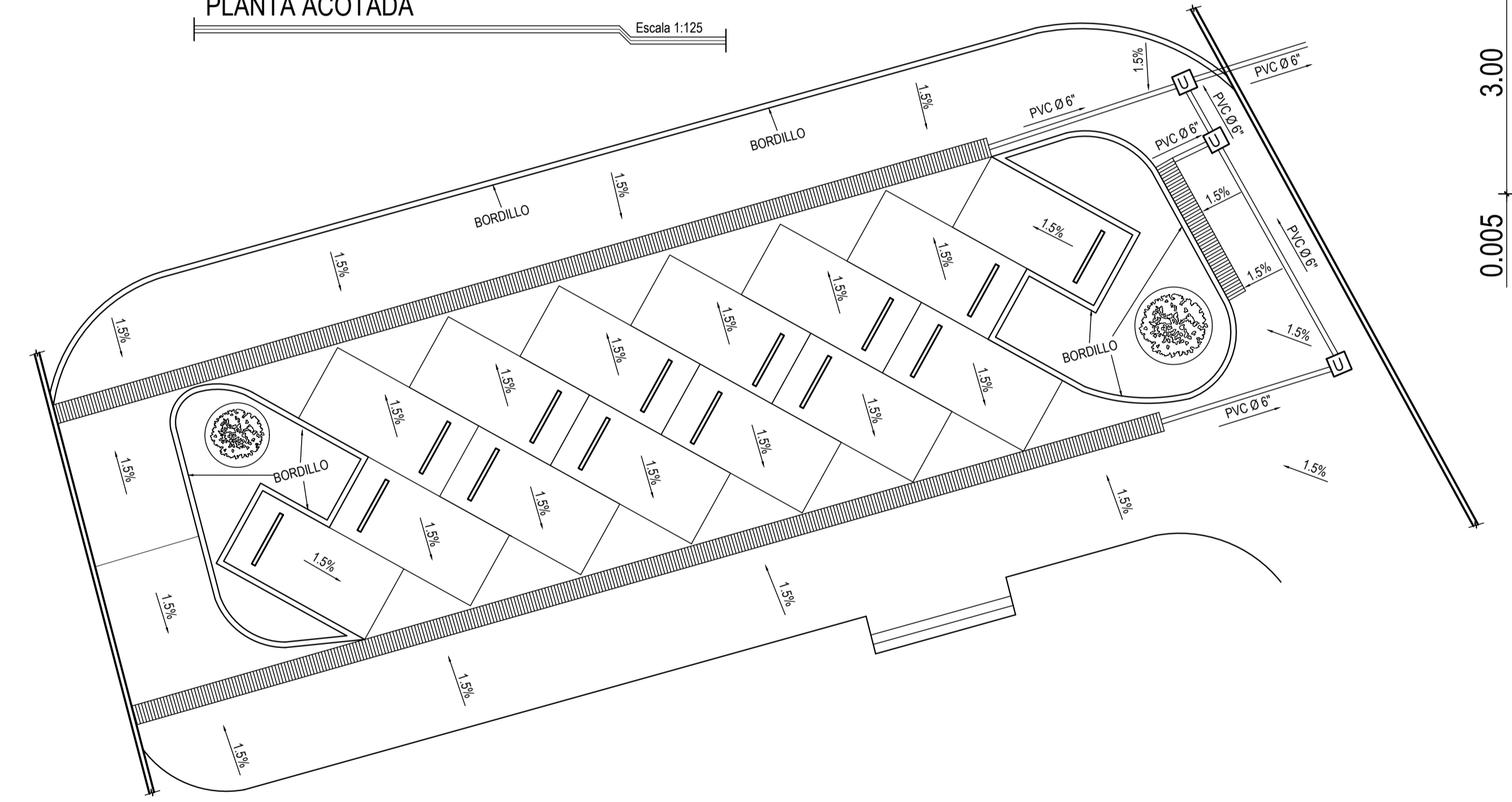
PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA BIBLIOTECA MUNICIPAL CON ENFOQUE AL ARTE Y LA CULTURA EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.

UBICACIÓN: CALLE 29 DE JUNIO, ACCESO No.5 ZONA 2 SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS.	DIBUJO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS
LUGAR DE EPS: MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ	DISEÑO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS	CÁLCULO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS
ASESOR: ING. MARIO ROLANDO LUIS LÓPEZ	ESCALA: INDICADA
	FECHA: JUNIO DE 2023

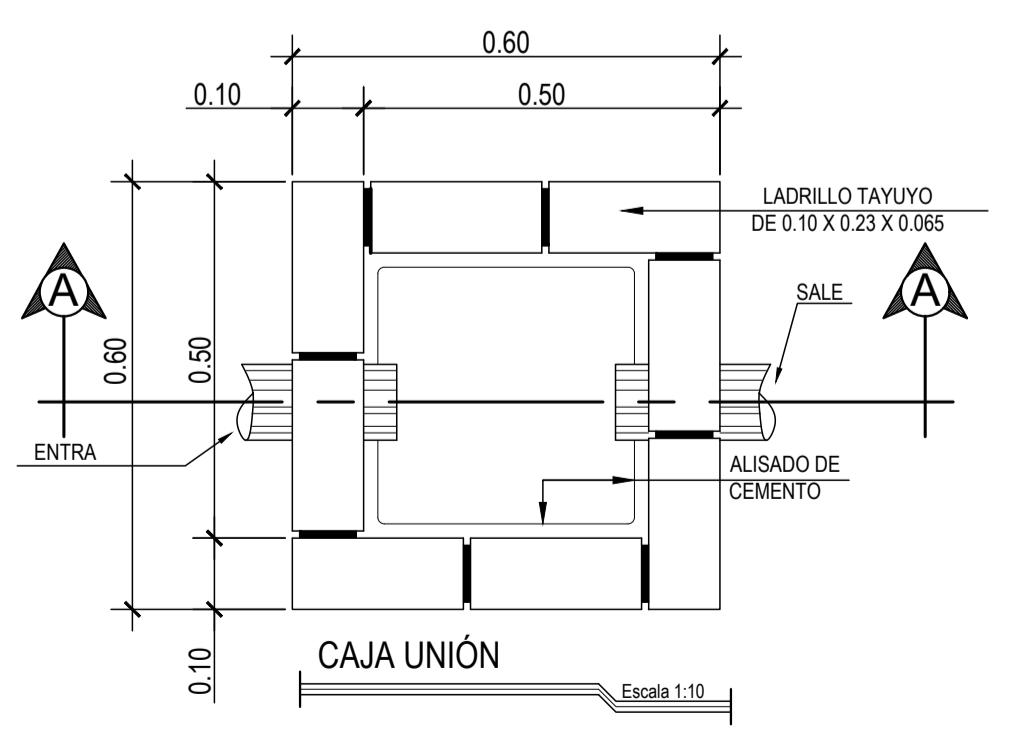




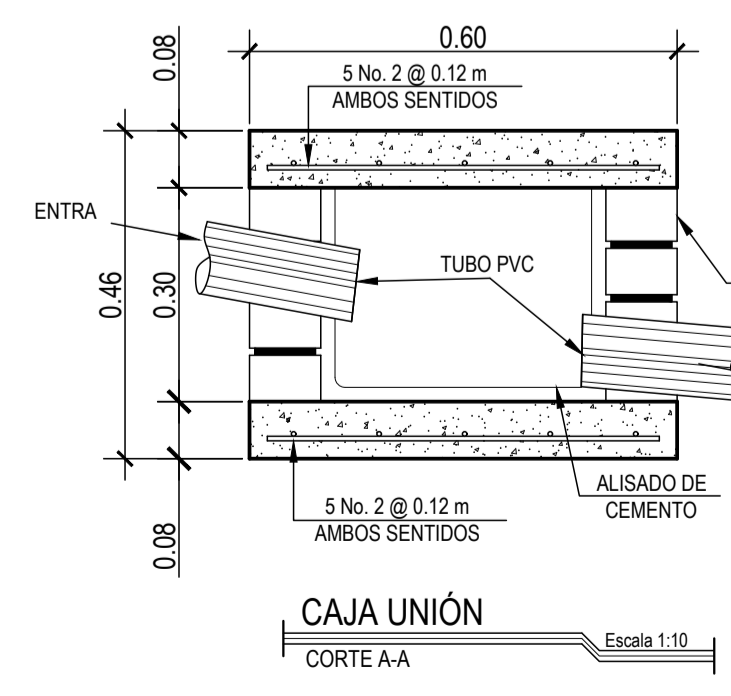
PLANTA ACOTADA
Escala 1:125



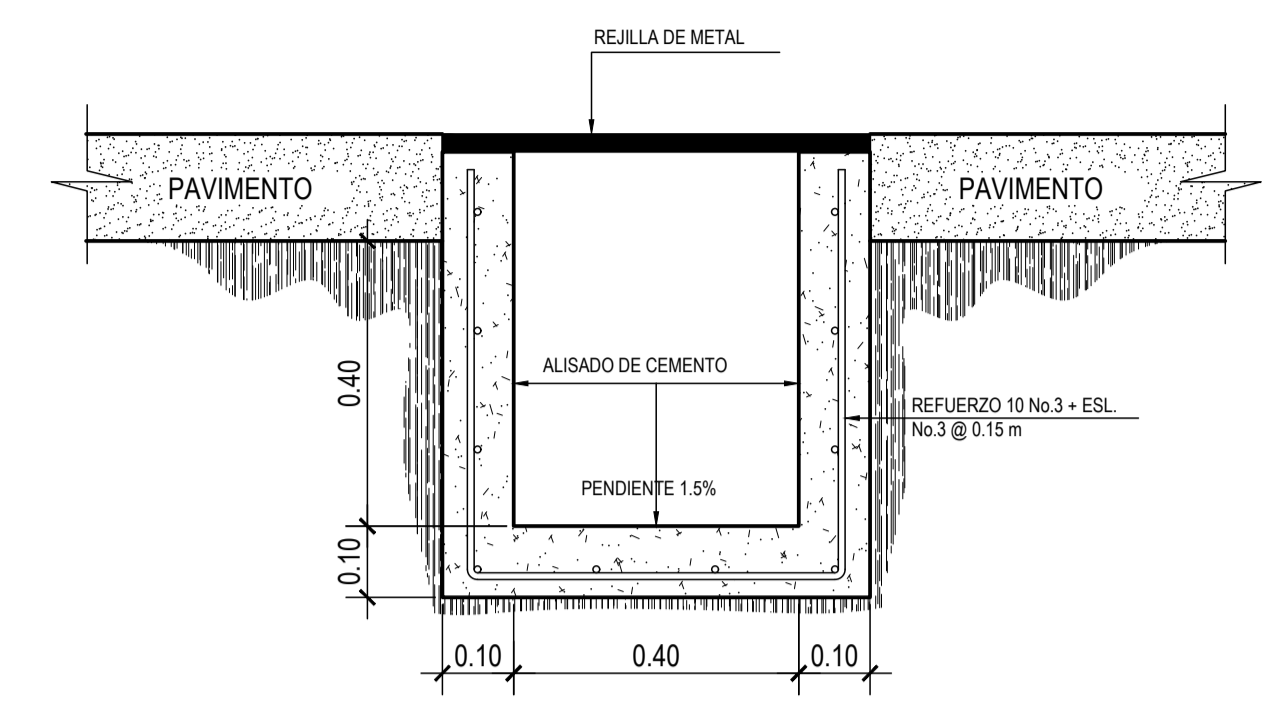
PLANTA DRENAJES
Escala 1:125



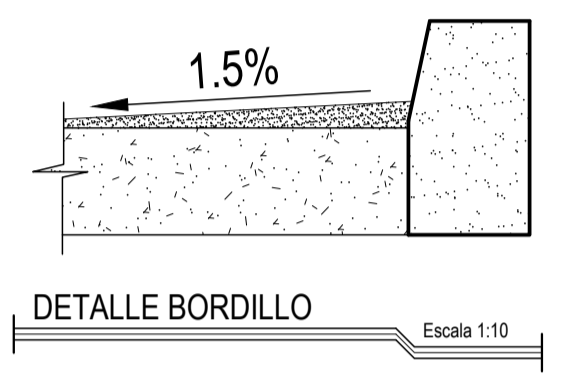
CAJA UNIÓN
Escala 1:10



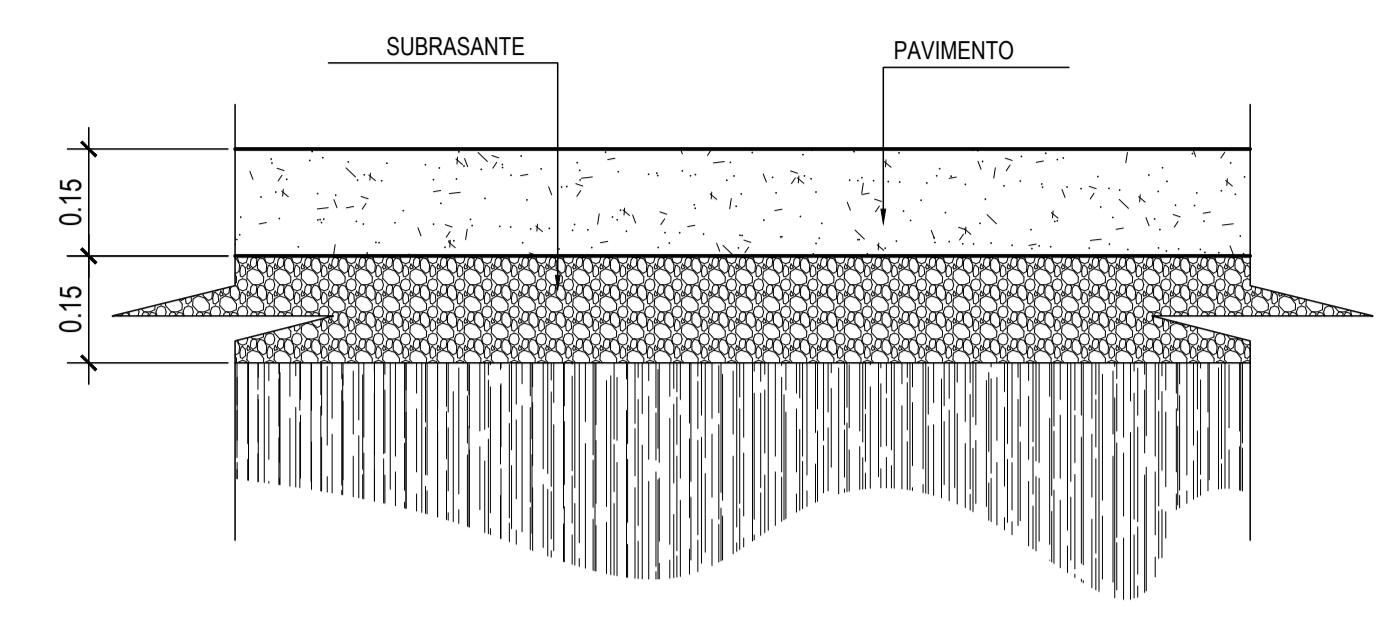
CAJA UNIÓN
CORTE A-A
Escala 1:10



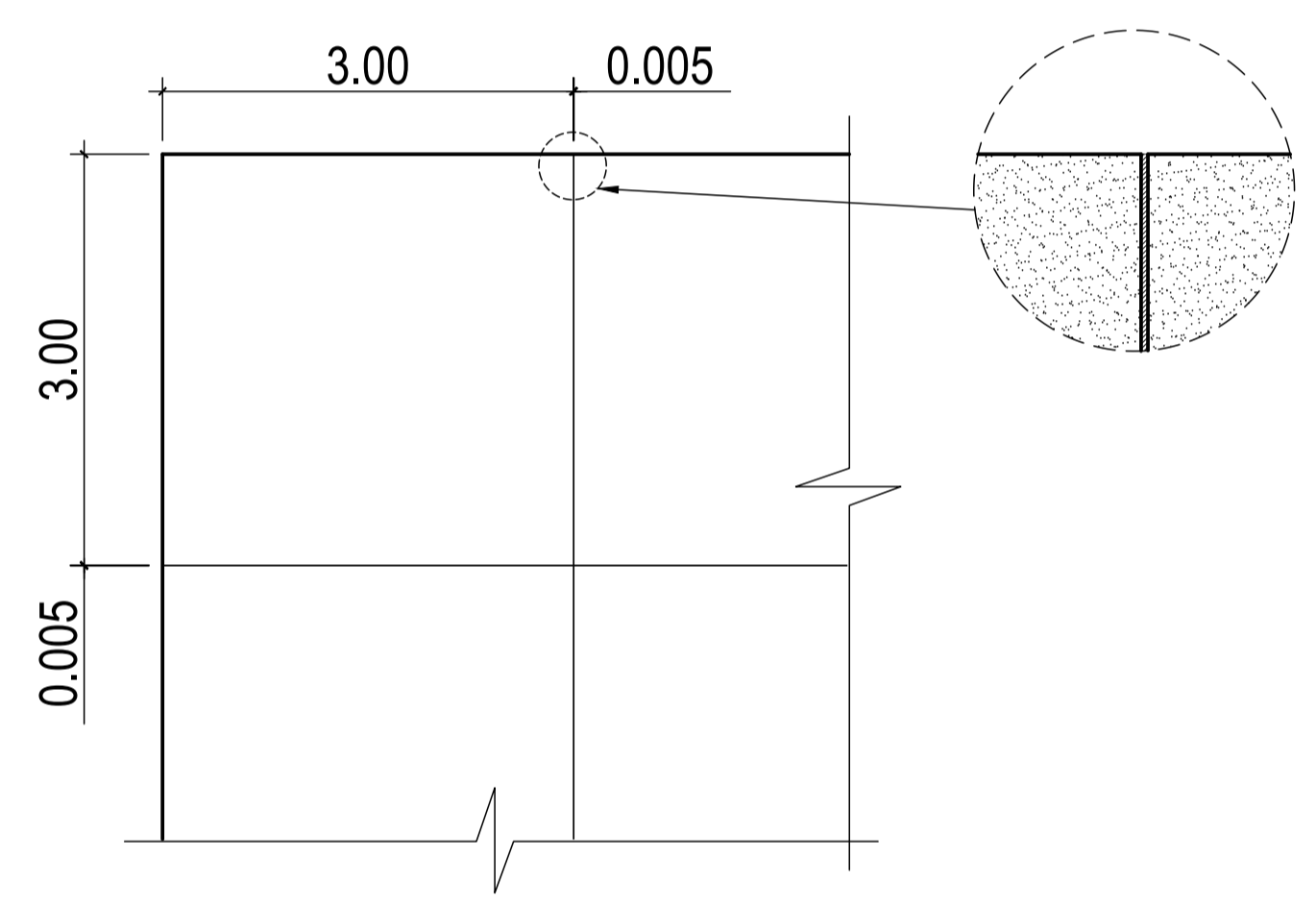
DETALLE DE REJILLA
Escala 1:10



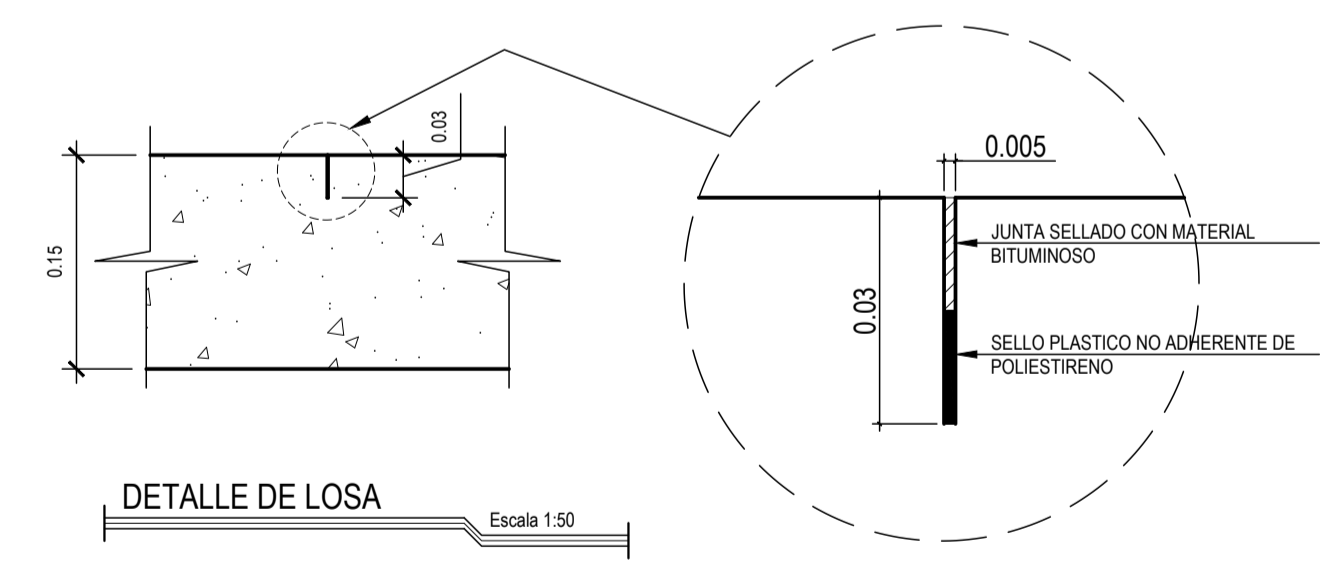
DETALLE BORDILLO
Escala 1:10



DETALLE DE LOSAS
Escala 1:10



DETALLE DE LOSA
Escala 1:50



DETALLE DE LOSA
Escala 1:50

ESPECIFICACIONES TÉCNICAS

1. CONCRETO: SE USARÁ CONCRETO CON ESFUERZO DE RUPTURA A COMPRESIÓN DE $P_c = 280 \text{ kg/cm}^2$ (4000PSI) A LOS 28 DÍAS.
 2. AGREGADO GRUESO SERÁ DE 1".
 3. TODAS LAS DIMENSIONES ESTAN DADAS EN METROS.
- CALIDAD DE LOS MATERIALES**
1. CEMENTO: TIPO 1 EN SACOS DE 42.5 kg DEBERÁ SER FRESCO Y DE RESIENTE PRODUCCIÓN, SE DESECHARÁ EL CEMENTO QUE HAYA ENDURECIDO O QUE HAYA FORMADO GRÁNULOS POR HIDRATACIÓN.
 2. AGREGADO FINO Y GRUESO: DEBERÁN DE CUMPLIR CON LAS ESPECIFICACIONES DESCRITAS EN LAS NORMAS ASTM Y DEL REGLAMENTO ACI-318S REFERENTE A LA SECCIÓN DE AGREGADOS.
 3. AGUA: EL AGUA A UTILIZAR EN LA MEZCLA Y CURADO DEL CONCRETO DEBERÁ SER LIMPIA Y LIBRE DE SUSTANCIAS NOCIVAS QUE DAÑEN LA RESISTENCIA O AL CONCRETO MISMO.
 4. PARA LA COLOCACIÓN DEL CONCRETO EN LOSA DEBERÁ UTILIZARSE VIBRADORES PARA LOGRAR UN ADECUADO ACONDICIONAMIENTO.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SAN MARCOS
EJERCICIO PROFESIONAL SUPERVISADO
INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: DISEÑO DEL EDIFICIO PARA LA BIBLIOTECA MUNICIPAL CON ENFOQUE AL ARTE Y LA CULTURA EN EL MUNICIPIO DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, DEPARTAMENTO DE SAN MARCOS.

UBICACIÓN: CALLE 29 DE JUNIO, ACCESO No.5 ZONA 2 SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ, SAN MARCOS.	DIBUJO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS
LUGAR DE EPS: MUNICIPALIDAD DE SAN PEDRO SACATEPÉQUEZ	DISEÑO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS
DEPARTAMENTO: SAN MARCOS	CÁLCULO: CARLOS FERNANDO VELÁSQUEZ RODAS
ASESOR: ING. MARIO ROLANDO LUIS LÓPEZ	ESCALA: INDICADA FECHA: JUNIO DE 2023

