

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

Diseño Estructural y de Instalaciones para un Edificio Residencial de 4

Niveles en Puyo, Implementando la Metodología BIM.

CÓDIGO: INGE-2564

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Kevin Darío Pullupaxi Mejía

Bryan Manuel Hermenegildo Tigrero

Guayaquil - Ecuador

I PAO 2024

Dedicatoria

Este proyecto está dedicado, en primer lugar, a mis padres, Hugo Darío Pullupaxi Tutillo y Judith Victoria Mejía Ruales, cuyo esfuerzo incansable y dedicación inquebrantable hicieron posible que hoy alcance mi sueño de graduarme de la universidad. A mis hermanos, por su apoyo constante en cada paso del camino, y a mis abuelos, cuyas palabras sabias y apoyo incondicional siempre me guiaron hacia la dirección correcta. A toda mi familia, que ha sido mi pilar de fortaleza, brindándome el coraje necesario para superar cada adversidad y mantener firme en mi camino.

Kevin Darío Pullupaxi Mejía

Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a mis padres, por brindarme una educación valiosa, por creer siempre en mí, y por ofrecerme su apoyo incondicional para alcanzar todos mis objetivos personales y académicos. A mi familia, por su constante respaldo. A mis amigos y a todas las personas que conocí en esta etapa universitaria, quienes, aunque no todos estén presentes en mi vida, dejaron una huella imborrable en mí, contribuyendo a mi crecimiento personal. A mis profesores, por su dedicación al aclarar cada una de mis dudas académicas, les estoy profundamente agradecido.

Kevin Dario Pullupaxi Mejia

Dedicatoria

El presente proyecto lo dedico principalmente a mis padres, Manuel Hermenegildo y María Victoria, quienes estuvieron dándome su apoyo desde el inicio de mi vida universitaria hasta el final de esta.

También a mis hermanos y a mi sobrina, ya que fueron pilares fundamentales para nunca darme por vencido.

Bryan Manuel Hermenegildo Tigero

Agradecimientos

Mi más sincero agradecimiento a mis padres por siempre haberme guiado por el camino del bien, a mis hermanos y sobrina por el cariño que me dan todos los días.

A las amistades que siempre he tenido desde el colegio, mi mejor amiga y demás, que me mostraron su apoyo y ánimo para nunca desistir.

Agradezco también a las amistades que hice en la universidad, sin ellos la vida universitaria no hubiese sido la misma.

Finalmente, a mi compañero de tesis por la calma, paciencia y sabiduría que mostró en este camino.

Bryan Manuel Hermenegildo Tigrero

Declaración Expresa

Nosotros Kevin Dario Pullupaxi Mejia, Bryan Manuel Hermenegildo Tigreiro acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores. La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique a los autores que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 30 de agosto del 2024.



Firmado electrónicamente por:
KEVIN DARIO
PULLUPAXI MEJIA

Kevin Darío Pullupaxi Mejía



Firmado electrónicamente por:
BRYAN MANUEL
HERMENEGILDO
TIGREIRO

Bryan Manuel Hermenegildo Tigreiro

Evaluadores



Firmado electrónicamente por:
**LENIN ALEXANDER
DENDER AGUILAR**

Lenin Alexander Dender Aguilar

Profesor de Materia



Firmado electrónicamente por:
**CARLOS PAUL QUISHPE
OTACOMA**

Carlos Paul Quishpe Otacoma

Tutor de proyecto

Resumen

El proyecto aborda el diseño estructural y de instalaciones de un edificio residencial de cuatro pisos ubicado en Puyo, Ecuador. La implementación de la metodología BIM fue vital en el proyecto para maximizar la eficiencia del espacio y minimizar el número de columnas en el diseño. Un análisis del suelo también indicó que el suelo es altamente compresible, lo que hizo imperativo el diseño de vigas de cimentación para apoyar la estructura del edificio. La estructura del edificio se construyó con columnas de pórtico de acero reforzadas con mampostería enchapada con malla electrosoldada. Además, se consideró la seguridad sísmica para asegurar la conformidad con la norma ecuatoriana de la construcción (NEC). A partir de los resultados obtenidos, el edificio demuestra que es adecuado estructuralmente para satisfacer la demanda de espacio de vivienda por parte de estudiantes y profesionales jóvenes que llegan de otras ciudades. Se puede concluir que la metodología BIM facilita la precisión y la coordinación en el proceso de diseño y construcción, lo que mejora la eficiencia total del proyecto.

Palabras clave: NEC, pórtico de acero, estudiantes, jóvenes profesionales, vigas de cimentación.

Abstract

The project addresses the structural and facility design of a four-story residential building located in Puyo, Ecuador. The implementation of BIM methodology was vital in the project to maximize space efficiency and minimize the number of columns in the design. A soil analysis also indicated that the soil is highly compressible, which made it imperative to design foundation beams to support the building structure. The building structure was constructed with steel portal columns reinforced with masonry veneered with electrowelded mesh. In addition, seismic safety was considered to ensure compliance with the Ecuadorian construction standard (NEC). From the results obtained, the building demonstrates that it is structurally adequate to meet the demand for living space by students and young professionals arriving from other cities. It can be concluded that the BIM methodology facilitates accuracy and coordination in the design and construction process, which improves the overall efficiency of the project.

Keywords: NEC, steel gantry, students, young professionals, foundation beams.

Índice general

Resumen.....	I
Abstract.....	II
Índice general.....	III
Abreviaturas.....	VIII
Simbología.....	IX
Índice de figuras.....	X
Índice de tablas.....	XIII
ÍNDICE DE PLANOS.....	XVI
Capítulo 1.....	1
1. Introducción.....	2
1.1 Antecedentes.....	2
1.2 Descripción del Problema.....	3
1.3 Justificación del Problema.....	4
1.4 Objetivos.....	5
1.4.1 Objetivo general.....	5
1.4.2 Objetivos específicos.....	5
Capítulo 2.....	7
2. MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
2.1 Revisión de literatura.....	8
2.1.1 Marco teórico.....	8

2.1.2	Metodología.....	11
2.2	Área de estudio.....	13
2.2.1	Localización.....	13
2.2.2	Configuración Arquitectónica	13
2.2.3	Uso de la edificación	14
2.3	Análisis de datos.....	15
2.4	Análisis de alternativas.....	16
2.4.1	Descripción de alternativas.....	16
2.5	Criterios de evaluación.....	18
2.5.1	Alternativa 1: Pórtico + Mampostería simple.....	19
2.5.2	Alternativa 2: Pórtico + Hormi2.....	20
2.5.3	Alternativa 3: Enchapado con malla electrosoldada.....	20
2.6	Valoración de las alternativas	21
2.7	Selección de alternativas	22
	Capítulo 3.....	23
3.	DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES	24
3.1	Diseño Sísmico.....	24
3.1.1	Factor Z.....	25
3.1.2	Tipo de Suelo.....	27
3.1.3	Coefficiente de perfil de suelo Fa, Fd y Fs	28
3.1.4	Coefficiente de importancia.....	30

3.1.5	Ductilidad y factor de reducción de resistencia sísmica R	32
3.1.6	Periodo fundamental	33
3.1.7	Cálculo de cargas	34
3.1.8	Espectro elástico e inelástico de diseño	39
3.2	Diseño de cimentación	45
3.2.1	Acero mínimo de cimentación	45
3.2.2	Acero superior	46
3.2.3	Acero inferior	46
3.2.4	Estribos	46
3.3	Modelado de la estructura	47
3.3.1	Elementos estructurales	49
3.3.2	Verificaciones	51
3.4	Abastecimiento y distribución de agua potable	60
3.4.1	Diseño de tuberías de agua potable Nivel 4	60
3.4.2	Diseño de tuberías risers	70
3.5	Diseño de instalaciones sanitarias	73
3.6	Diseño de tubería de aguas lluvias	83
3.7	Diseño de instalaciones eléctricas	89
3.7.1	Distribución eléctrica del edificio	89
3.7.2	Estimación de la demanda eléctrica para un circuito	90
3.7.3	Demanda eléctrica para el panel de control	95

3.7.4	Selección de los cables y conducto.....	95
3.7.5	Selección de breakers para un panel de control.....	96
3.8	Diagrama unifilar	99
Capítulo 4.....		100
4.	ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL	101
4.1	Descripción del proyecto.....	101
4.2	Línea base ambiental.....	102
4.2.1	Medio Físico	102
4.2.2	Medio Biológico.....	103
4.2.3	Medio Socioeconómico y Cultural.....	103
4.3	Actividades del proyecto.....	104
4.3.1	Preliminares	104
4.3.2	Construcción.....	104
4.3.3	Operación.....	106
4.3.4	Abandono.....	106
4.4	Identificación de impactos ambientales	107
4.5	Valoración de impactos ambientales.....	110
4.6	Medidas de prevención/mitigación	113
4.6.1	Suelo	113
4.6.2	Agua.....	113
4.6.3	Drenaje.....	113

4.6.4	Aire	113
4.6.5	Flora y fauna	113
4.6.6	Población	114
4.6.7	Economía	114
4.6.8	Comercio	114
Capítulo 5.....		115
5.	PRESUPUESTO	116
5.1	Estructura Desglosada de Trabajo	116
5.2	Rubros y análisis de precios unitarios (fusión)	121
5.3	Descripción de cantidades de obra	141
5.4	Valoración integral del costo del proyecto.....	142
5.5	Cronograma de obra	144
Capítulo 6.....		146
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	147
6.1	Conclusiones	147
6.2	Recomendaciones.....	148
Referencias.....		149
PLANOS Y ANEXOS		151

Abreviaturas

NEC Norma Ecuatoriana de la Construcción

ASTM American Society for Testing and Materials

SMAW Shielded Metal Arc Welding

ODS Objetivos de Desarrollo Sostenible

BIM Building Information Modeling

Simbología

m	Metro
m ²	Metro Cuadrado
m ³	Metro Cubico
kgf	Kilogramo - fuerza
Ton	Tonelada
Kg/cm ²	kilogramo sobre centímetro cuadrado
CO ₂	Dióxido de carbono
mm	Milímetro
m/s	Metro sobre segundo

Índice de figuras

Figura 1 <i>Configuración arquitectónica</i>	14
Figura 2 <i>Sistema constructivo de pórtico de acero + mampostería</i>	16
Figura 3 <i>Sistema constructivo estructuras de acero y hormi2 como pared</i>	17
Figura 4 <i>Pórtico de acero con mampostería enchapada con malla electrosoldada y enlucido</i>	18
Figura 5 <i>Zonas sísmicas para propósito de diseño</i>	26
Figura 6 <i>Componentes del espectro elástico e inelástico</i>	40
Figura 7 <i>Espectro elástico de diseño</i>	44
Figura 8 <i>Espectro elástico e inelástico de diseño</i>	44
Figura 9 <i>Modelado estructural del edificio</i>	48
Figura 10 <i>Vista de planta del edificio</i>	48
Figura 11 <i>Resultados del periodo de vibración de la estructura</i>	52
Figura 12 <i>Ratios de participación en la carga modal</i>	53
Figura 13 <i>Cortante basal estático de la estructura</i>	55
Figura 14 <i>Cortante basal dinámico de la estructura</i>	56
Figura 15 <i>Trazado de tubería en el nivel 4</i>	62
Figura 16 <i>Vista en alzado del trazado de tuberías</i>	63
Figura 17 <i>Vista en alzado del trazado de tuberías de risers</i>	63
Figura 18 <i>Tabla de Flamant de diámetro de 1/2"</i>	65
Figura 19 <i>Longitud equivalente por codo radio corto de 90°</i>	67
Figura 20 <i>Pérdidas y dimensionamiento de tuberías Nivel 4</i>	68

Figura 21 Pérdidas y dimensionamiento de Riser entre nivel 4-3	70
Figura 22 Pérdidas y dimensionamiento de Riser entre nivel 3-2	71
Figura 23 Pérdidas y dimensionamiento de tubería Nivel 2	72
Figura 24 Bosquejo del sistema sanitario niveles 2-3-4	75
Figura 25 Bosquejo del sistema sanitario nivel 1	76
Figura 26 Caudales para fluxómetro según unidades	77
Figura 27 Diseño de las 4 bajantes por piso	78
Figura 28 Relaciones hidráulicas en tubería $n/N \neq 1$	79
Figura 29 Tabla de Manning para tubería $\phi 4''$ para determinar velocidad, caudal y tensión tractiva según una pendiente	81
Figura 30 Diseño de los ramales horizontales	81
Figura 31 Esquema de ubicación de bajantes de aguas lluvias	84
Figura 32 Intensidad, duración, frecuencia, Estación M0008 PUYO	84
Figura 33 Intensidad de lluvia para el edificio residencial	85
Figura 34 Cálculo de bajantes de aguas lluvias	85
Figura 35 Tabla de Manning para $\phi 3''$ para determinar velocidad, caudal y tensión tractiva según una pendiente	87
Figura 36 Dimensionamiento de colectores horizontales	88
Figura 37 Distribución eléctrica para un panel de control	89
Figura 38 Distribución de iluminación para cada nivel	91
Figura 39 Distribución de tomacorrientes para cada nivel	91
Figura 40 Demanda eléctrica para un panel de control principal	95
Figura 41 Selección de cables y conducto para un panel principal de control	96

Figura 42 <i>Diagrama unifilar para un panel de control principal</i>	99
Figura 43 <i>Estructura desglosada de trabajo</i>	116
Figura 44 <i>Estructura desglosada de trabajo - Diseño</i>	117
Figura 45 <i>Estructura desglosada de trabajo - Diseño estructural</i>	118
Figura 46 <i>Estructura de trabajo desglosada - Construcción</i>	119
Figura 47 <i>Estructura de trabajo desglosada - Entregables</i>	120
Figura 48 <i>Presupuesto total del edificio</i>	142

Índice de tablas

Tabla 1	<i>Valoración de las alternativas para la elección de la más adecuada</i>	21
Tabla 2	<i>Valores de factor Z en función de la zona sísmica adoptada</i>	27
Tabla 3	<i>Coefficiente de ampliación del suelo en la zona de periodo corto (Fa)</i>	29
Tabla 4	<i>Ampliación de las ordenadas del espectro elástico (Fd)</i>	29
Tabla 5	<i>Comportamiento no lineal de los suelos (Fs)</i>	30
Tabla 6	<i>Tipo de uso, destino e importancia de la estructura</i>	31
Tabla 7	<i>Coefficiente R para sistemas estructurales dúctiles</i>	32
Tabla 8	<i>Valores de Ct y α para calcular el periodo de vibración</i>	34
Tabla 9	<i>Densidad de los materiales</i>	35
Tabla 10	<i>Cargas muertas generales</i>	36
Tabla 11	<i>Carga muerta de entrepiso</i>	36
Tabla 12	<i>Carga muerta de cubierta</i>	37
Tabla 13	<i>Cargas vivas</i>	38
Tabla 14	<i>Valores de la relación amplificación espectral y factor usado en el espectro de diseño sísmico</i>	41
Tabla 15	<i>Resumen de datos para el cálculo del espectro sísmico</i>	41
Tabla 16	<i>Cálculo de periodos y aceleraciones espectro inelástico</i>	43
Tabla 17	<i>Propiedades y dimensiones de los elementos estructurales</i>	50
Tabla 18	<i>Peso total de la estructura</i>	54
Tabla 19	<i>Derivas dirección X</i>	57
Tabla 20	<i>Derivas dirección Y</i>	57
Tabla 21	<i>Índice de estabilidad dirección X</i>	59

Tabla 22 <i>Índice de estabilidad dirección Y</i>	59
Tabla 23 <i>Aparatos sanitarios en una habitación y sus recomendaciones</i>	61
Tabla 24 <i>Unidades de suministro</i>	64
Tabla 25 <i>Tabla de coeficientes de fricción según material de tubería</i>	66
Tabla 26 <i>Pérdidas por accesorios segmento 1-2</i>	69
Tabla 27 <i>Pérdidas por accesorios segmento 2-3</i>	69
Tabla 28 <i>Pérdidas por accesorios segmento 3-4</i>	70
Tabla 29 <i>Pérdidas por accesorios Riser entre nivel 4-3</i>	71
Tabla 30 <i>Pérdidas por accesorios Riser entre nivel 3-2</i>	71
Tabla 31 <i>Pérdidas por accesorios segmento 6-7</i>	72
Tabla 32 <i>Pérdidas por accesorios Riser entre nivel 3-2</i>	72
Tabla 33 <i>Aparatos sanitarios del edificio residencial</i>	73
Tabla 34 <i>Unidades de descarga de aparatos sanitarios</i>	74
Tabla 35 <i>Unidades de descarga de aparatos sanitarios para el edificio residencial</i> .	74
Tabla 36 <i>Máximo número de unidades por bajante</i>	76
Tabla 37 <i>Unidades máximas para ramales horizontales</i>	78
Tabla 38 <i>Cálculo de caudal y velocidad para ramal horizontal CR1 – CR2 al 75% de capacidad</i>	82
Tabla 39 <i>Cálculo de caudal y velocidad para ramal horizontal CR2 – CR3 al 75% de capacidad</i>	82
Tabla 40 <i>Cálculo de caudal y velocidad para ramal horizontal CR4 – CR5 al 75% de capacidad</i>	82

Tabla 41 <i>Cálculo de caudal y velocidad para ramal horizontal CR5 – CR6 al 75% de capacidad</i>	83
Tabla 42 <i>Distribución de áreas, caudal y diámetros de bajantes aguas lluvias</i>	86
Tabla 43 <i>Comprobación de Y y Q para tramo A-1 aguas lluvias</i>	87
Tabla 44 <i>Distribución eléctrica para un panel secundario</i>	90
Tabla 45 <i>Capacidad de protección en función del calibre del conductor</i>	93
Tabla 46 <i>Factores de descarga para cargas especiales</i>	94
Tabla 47 <i>Circuitos con breaker 1P-10A</i>	97
Tabla 48 <i>Circuitos con breaker 2P-20A</i>	98
Tabla 49 <i>Circuitos con breaker 2P-40A</i>	98
Tabla 50 <i>Escala de valoración cualitativa para determinar la importancia de un factor ambiental</i>	108
Tabla 51 <i>Peso o valor de los criterios de importancia</i>	109
Tabla 52 <i>Matriz Leopold del proyecto</i>	110
Tabla 53 <i>Rango de valoración de Impacto Ambiental</i>	111
Tabla 54 <i>Matriz de IA de los factores y actividades del proyecto</i>	112

ÍNDICE DE PLANOS

- PLANO 1 Arquitectónico - Planta baja – Fachada frontal – Planimetría
- PLANO 2 Arquitectónico – Planta y Fachada
- PLANO 3 Arquitectónico – Fachada – Corte
- PLANO 4 Arquitectónico – Corte y Escaleras
- PLANO 5 Arquitectónico – Cubierta y Especificaciones
- PLANO 6 Arquitectónico – Especificaciones Puertas – Ventana – Cerámica
- PLANO 7 Estructural – Detalles Estructurales de Sistema Constructivo
- PLANO 8 Estructural – Detalle de Cubierta y Refuerzo en pared
- PLANO 9 Estructural – Vista en planta del armado del sistema constructivo
- PLANO 10 Estructural – Detalle estructural de escaleras
- PLANO 11 Estructural – Detalles estructurales de vigas de cimentación
- PLANO 12 Hidrosanitario – Sistema de agua potable en niveles
- PLANO 13 Hidrosanitario – Sistema de agua potable en niveles – 2
- PLANO 14 Hidrosanitario – Cortes para vista de sistema de agua potable
- PLANO 15 Hidrosanitario – Trazados de tuberías sanitarias y aguas lluvias
- PLANO 16 Hidrosanitario – Trazados de tuberías sanitarias y aguas lluvias – 2
- PLANO 17 Hidrosanitario – Detalle de instalación aparatos sanitarios y cajas de registro
- PLANO 18 Eléctrico – Iluminación y diagrama unifilar
- PLANO 19 Eléctrico – Tomacorrientes y descripción de circuitos

Capítulo 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

Ecuador es un país situado en una región que se caracteriza por la combinación de alta actividad sísmica y volcánica, por lo que se enfrenta constantemente al desafío de poder construir infraestructuras que sean seguras y resilientes (Quinde Martínez & Angulo, n.d.). La constante amenaza de sismos es una preocupación para ingenieros y arquitectos encargados del diseño y construcción de todo tipo de edificaciones, además de la baja capacidad portante del suelo y otras propiedades geotécnicas son aspectos críticos que afectan la estabilidad y seguridad de las construcciones en el Puyo. Además, factores climáticos y ambientales, como la erosión, la compactación del suelo debido a la alta precipitación, y la presencia de fenómenos naturales como deslizamientos de tierra (Martín et al., 2009), también pueden modificar las características del suelo y su capacidad portante en esta región.

Puyo, capital de la provincia de Pastaza, se encuentra en una fase de crecimiento urbano, aunque a un ritmo más lento en comparación con otras ciudades de Ecuador. Hasta la fecha, no se han desarrollado proyectos en Puyo que implementen de manera integral la metodología Building Information Modeling (BIM). A diferencia de ciudades como Quito y Guayaquil (Claudio & Salazar, 2022), donde el uso de BIM está ganando terreno, Puyo sigue dependiendo de métodos tradicionales de diseño y construcción.

La elección de Puyo para este proyecto surge de la creciente demanda de viviendas asequibles y funcionales, especialmente por parte de estudiantes universitarios que llegan de otras provincias y personas que residen temporalmente en la ciudad por motivos laborales

(Fernández, 2018). Esta demanda subraya la necesidad de infraestructuras residenciales que satisfagan los requisitos básicos de estos grupos.

Recientemente, el gobierno ecuatoriano aprobó una ley que reduce al 5% los impuestos sobre materiales de construcción básicos (Urgilés, 2024), lo que incentiva la edificación y la renovación urbana. Aunque el uso de la metodología BIM es escasamente aplicado en proyectos en la ciudad de Puyo, por no decir inexistente, este proyecto tiene como objetivo explorar y demostrar las ventajas de BIM para optimizar los procesos de diseño y construcción en la región.

1.2 Descripción del Problema

En la ciudad de Puyo, se observa una falta notable de edificios residenciales diseñados específicamente para satisfacer las necesidades de estudiantes y trabajadores temporales que se trasladan a la ciudad por periodos cortos. Además de que no se aprovechan de manera óptima el espacio disponible. Esta carencia de alojamientos adaptados a sus requerimientos particulares dificulta su integración en la comunidad y afecta su experiencia durante su estancia en la ciudad.

Otro desafío significativo en Puyo es la baja capacidad portante del suelo, que complica el proceso de diseño y construcción de edificaciones seguras y duraderas. Esta condición geotécnica presenta principalmente riesgos de asentamientos diferenciales y deformaciones en las estructuras, comprometiendo su estabilidad a largo plazo y generando preocupaciones en cuanto a la seguridad de las construcciones y los residentes del edificio.

En Puyo, se percibe una carencia significativa en cuanto a la implementación de la metodología BIM (Building Information Modeling) en el sector de la construcción. Esta ausencia de adopción de BIM limita la eficiencia y precisión en el diseño, la planificación y la gestión de proyectos de construcción en la ciudad. La falta de esta metodología dificulta la colaboración efectiva entre los diversos actores y áreas de especialización involucrados en un proyecto, lo que puede llevar a una coordinación deficiente, retrasos en la ejecución y mayores costos. Asimismo, la carencia de BIM puede resultar en una menor calidad en la documentación y comunicación del proyecto, lo que puede generar confusiones y malentendidos durante el proceso de construcción.

1.3 Justificación del Problema

Uno de los principales motivos que justifican la necesidad de abordar este problema es el fenómeno de la migración interna y externa de jóvenes hacia la ciudad de Puyo. Los millennials y generaciones más jóvenes se desplazan a esta ciudad para estudiar en instituciones educativas superiores, búsqueda de pasantías o para trabajar en sectores como la administración pública, el turismo y la industria petrolera, que están experimentando un auge en la región.

Considerando el aumento de los precios de la vivienda y la carga de la deuda estudiantil, ofrecer soluciones habitacionales que cumplan con criterios como: espacios compactos funcionales y económicos, fácil accesibilidad y conveniencia, se vuelve prioritario.

Sin embargo, abordar este problema ofrece ventajas significativas, incluida la mejora de la seguridad estructural, la durabilidad de las edificaciones y la atracción de inversión para el desarrollo urbano. Implementar soluciones estructurales adecuadas no solo garantiza el cumplimiento normativo, sino que también puede impulsar el desarrollo económico y urbano sostenible en Puyo.

1.4 Objetivos

1.4.1 *Objetivo general*

Diseñar integralmente la estructura y las instalaciones de un edificio residencial de cuatro niveles, en Puyo, mediante la metodología BIM, optimizando el espacio y minimizando la presencia de columnas, ofreciendo soluciones habitacionales modernas, funcionales y asequibles para la población millennial.

Preguntas

- ¿Qué estrategias de diseño estructural se pueden implementar para minimizar la presencia de columnas y optimizar el uso de los espacios, manteniendo al mismo tiempo la integridad estructural del edificio?
- ¿Cómo se puede integrar de manera eficiente y segura el sistema de instalaciones (electricidad, fontanería, ventilación, etc.) en el diseño del edificio, considerando las restricciones de espacio y presupuesto?
- ¿Cómo se puede optimizar el proceso de construcción utilizando la metodología BIM (Building Information Modeling) para coordinar eficientemente el trabajo de los diferentes equipos de diseño, ingeniería y construcción, y reducir los tiempos de ejecución del proyecto?

1.4.2 *Objetivos específicos*

- Optimizar la integración de componentes estructurales y de instalaciones mediante la implementación de la metodología BIM, mejorando la eficiencia y la calidad del diseño.

- Asegurar la conformidad con las normativas de construcción mediante el uso de software avanzado de análisis estructural, garantizando la seguridad y fiabilidad del edificio.
- Facilitar la construcción precisa y eficiente del edificio a través de la generación de planos detallados de arquitectura, estructura e instalaciones basados en el modelo BIM.
- Proporcionar una estimación financiera precisa y detallada del proyecto mediante un análisis exhaustivo de precios unitarios de materiales, mano de obra y otros recursos.
- Promover la sostenibilidad y la responsabilidad ambiental mediante la evaluación del impacto ecológico del proyecto y la implementación de medidas de mitigación adecuadas.

Capítulo 2

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Revisión de literatura

2.1.1 *Marco teórico*

2.1.1.1 **Actividad sísmica en Ecuador.**

Ecuador es un país con alta actividad sísmica debido a su ubicación en el Cinturón de Fuego del Pacífico, una región caracterizada por la interacción de varias placas tectónicas. Este cinturón es una de las zonas más sísmicamente activas del mundo, abarcando también otras regiones del océano Pacífico. Parte del territorio ecuatoriano se encuentra sobre el “Bloque Andino”, una microplaca perteneciente a la placa Sudamericana, la cual interactúa con las placas de Nazca, Cocos y Caribe (Cunalata et al., 2022). La placa de Nazca, por ejemplo, se está subduciendo bajo la placa Sudamericana a una tasa de entre aproximadamente 50 a 60 mm por año (Quinde Martínez & Reinoso Angulo, n.d.), lo que genera frecuentes terremotos y actividad volcánica.

Debido a esta compleja interacción tectónica, el diseño de todas las estructuras en Ecuador se regiría estrictamente por la Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC). La NEC establece una serie de normas y requisitos específicos según la zona sísmica, el tipo de suelo y los coeficientes sísmicos necesarios para garantizar que las edificaciones puedan resistir los sismos, minimizando las fallas estructurales. Estas normativas incluyen detalles sobre la selección de materiales, técnicas de construcción y procedimientos de evaluación sísmica. Además, la NEC se actualiza regularmente para incorporar los avances en la ingeniería sísmica y las lecciones aprendidas de terremotos recientes, lo que refuerza su relevancia y eficacia. De esta manera, se busca asegurar la integridad de las construcciones y la seguridad de sus

ocupantes frente a la constante amenaza de movimientos telúricos, protegiendo tanto vidas humanas como bienes materiales en un país tan sísmicamente activo como Ecuador.

2.1.1.2 Fundamentos del Diseño Estructural

El diseño estructural es un proceso fundamental en la ingeniería civil que garantiza la seguridad, estabilidad y funcionalidad de las edificaciones. Se basa en la aplicación de principios científicos y matemáticos para desarrollar estructuras capaces de soportar diversas cargas y condiciones ambientales a lo largo del tiempo. Entre los elementos clave en el diseño estructural se encuentran las cargas, los materiales y los métodos de análisis y diseño.

Las cargas en una estructura pueden clasificarse en cargas estáticas y dinámicas. Las cargas estáticas incluyen el peso propio de la estructura y las cargas muertas, como muros y techos, mientras que las cargas dinámicas abarcan factores como el viento, los sismos y las cargas vivas, tales como el uso y ocupación del edificio.

Los materiales de construcción desempeñan un papel crucial en el diseño estructural. Los más comunes incluyen el concreto armado, conocido por su resistencia a la compresión y versatilidad; el acero, valorado por su alta resistencia a la tracción y ductilidad, y la madera, utilizada principalmente en construcciones ligeras debido a su sostenibilidad y propiedades estéticas.

El proceso de diseño implica la aplicación de normas y códigos de construcción que aseguren la integridad y seguridad de las estructuras. En Ecuador, la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC) proporciona las directrices esenciales para el diseño y construcción de edificaciones. Los métodos de análisis, como el análisis estático lineal y no lineal, permiten predecir cómo se comportará la estructura bajo diferentes condiciones de carga.

El diseño estructural también considera factores de seguridad y servicio, asegurando que las estructuras no solo sean resistentes, sino también funcionales y duraderas. Este proceso abarca desde la conceptualización inicial y el análisis detallado hasta la elaboración de planos y especificaciones técnicas, garantizando que la estructura cumpla con los requisitos de diseño y las expectativas de los usuarios.

En resumen, el diseño estructural es una disciplina integral que combina teoría y práctica para crear edificaciones seguras y eficientes, adaptadas a las necesidades específicas de cada proyecto y las condiciones particulares del entorno en el que se desarrollan.

2.1.1.3 Building Information Modeling (BIM)

Building Information Modeling es una metodología innovadora que transforma la manera en que se planifican, diseñan, construyen y gestionan los proyectos de construcción. BIM se basa en la creación y uso de modelos digitales tridimensionales que representan las características físicas y funcionales de una edificación. Esta metodología permite una colaboración más eficiente entre todos los actores involucrados, incluyendo arquitectos, ingenieros, constructores y propietarios.

BIM no solo se limita al modelo tridimensional; también incorpora dimensiones adicionales como el tiempo (4D), los costos (5D), la sostenibilidad (6D) y la gestión de operaciones (7D). Esto permite una planificación y gestión integral del ciclo de vida del proyecto, desde su concepción inicial hasta su operación y mantenimiento.

Una de las principales ventajas de BIM es la coordinación y detección de interferencias, que identifica y resuelve conflictos entre diferentes sistemas antes de la construcción. Esto reduce significativamente los errores y retrabajos, ahorrando tiempo y costos. Además, BIM

facilita la visualización y simulación del proyecto, lo que mejora la comunicación y la toma de decisiones.

El uso de herramientas de software como Revit, AutoCAD y un software de análisis estructural permite crear modelos detallados y precisos, integrar diferentes disciplinas y realizar análisis complejos. Estas herramientas también permiten la actualización y modificación continua del modelo, asegurando que toda la información esté al día y accesible para todos los participantes.

BIM también promueve la sostenibilidad mediante la simulación del desempeño energético y la evaluación de materiales y sistemas constructivos. Esto ayuda a diseñar edificaciones más eficientes y respetuosas con el medio ambiente.

2.1.2 Metodología

Para llevar a cabo el proyecto de construcción de un edificio residencial, incluyendo tanto el diseño estructural como el diseño de las instalaciones, hemos desarrollado una metodología que aborda todos los aspectos esenciales necesarios para la correcta ejecución del proyecto. Este enfoque meticuloso asegura que cada fase del proyecto se maneje con la precisión y el cuidado necesarios, garantizando la integridad, funcionabilidad y sostenibilidad del edificio.

El plan de ejecución es el siguiente:

2.1.2.1 Recopilación de Información

La recopilación de información es una fase crítica que incluye estudios de suelos para comprender las propiedades geotécnicas del terreno, asegurando una base sólida y segura para la construcción. Se realiza la distribución arquitectónica, diseñando preliminarmente los

espacios del edificio para cumplir con las necesidades funcionales y estéticas. Además, se lleva a cabo una revisión amplia del estado del arte, analizando literatura existente y estudios previos sobre diseño estructural, tecnologías BIM y proyectos similares en otras regiones. Esta etapa proporciona el contexto teórico necesario y justifica la relevancia de la investigación, estableciendo una base sólida para las fases posteriores del proyecto.

2.1.2.2 Modelación en Software

La modelación en software comienza con el prediseño en hojas de cálculo, donde se realizan cálculos preliminares de cargas y dimensionamiento de elementos estructurales, asegurando que el diseño inicial cumpla con los requisitos básicos. Luego, se utiliza software especializado de diseño y análisis estructural para crear modelos digitales detallados del edificio y analizar su comportamiento bajo diferentes condiciones de carga. Esta fase permite una evaluación precisa y detallada de la estructura, facilitando la detección de posibles problemas y la optimización del diseño antes de proceder a la etapa de construcción. La modelación en software es crucial para garantizar la exactitud y la eficiencia del proyecto.

2.1.2.3 Diseño Definitivo

El diseño definitivo es una fase crucial que consolida todo el trabajo previo en documentos técnicos detallados. Incluye la elaboración de la memoria técnica, que documenta todos los cálculos, decisiones de diseño y justificaciones técnicas del proyecto, proporcionando una base sólida y bien argumentada. Además, se desarrolla un presupuesto detallado y un cronograma valorado, desglosando los costos y tiempos de cada fase del proyecto para asegurar una planificación financiera y temporal precisa. También se crean los planos definitivos, que incluyen todas las vistas necesarias (planta, alzado, secciones) y los detalles constructivos y especificaciones técnicas. Esta fase finaliza con un diseño completo y coordinado, listo para la

construcción, que garantiza que todos los aspectos del proyecto cumplan con los requisitos establecidos y las normativas vigentes, asegurando la viabilidad y el éxito del proyecto.

2.1.2.4 Impacto Ambiental

La evaluación del impacto ambiental es una fase esencial que garantiza que el proyecto de construcción sea sostenible y cumpla con las regulaciones ambientales. Comienza con la elaboración de una matriz de impacto, que identifica y evalúa los posibles efectos ambientales del proyecto en sus diferentes fases. Esto incluye la construcción, operación y eventual desmantelamiento del edificio. Basado en esta evaluación, se desarrollan medidas de mitigación para minimizar los impactos negativos identificados, como la gestión adecuada de residuos, el control de la contaminación y la implementación de prácticas sostenibles. Estas medidas son esenciales para proteger el medio ambiente y promover la sostenibilidad del proyecto. Además, la evaluación del impacto ambiental asegura que el proyecto cumpla con las normativas ambientales locales y nacionales, contribuyendo a un desarrollo urbano responsable y respetuoso con el entorno natural.

2.2 Área de estudio

2.2.1 Localización

El proyecto se ubica en la ciudad de Puyo, provincia de Pastaza, específicamente en la calle Amazonas, entre Sucre y Simón Bolívar, Barrio 12 de mayo.

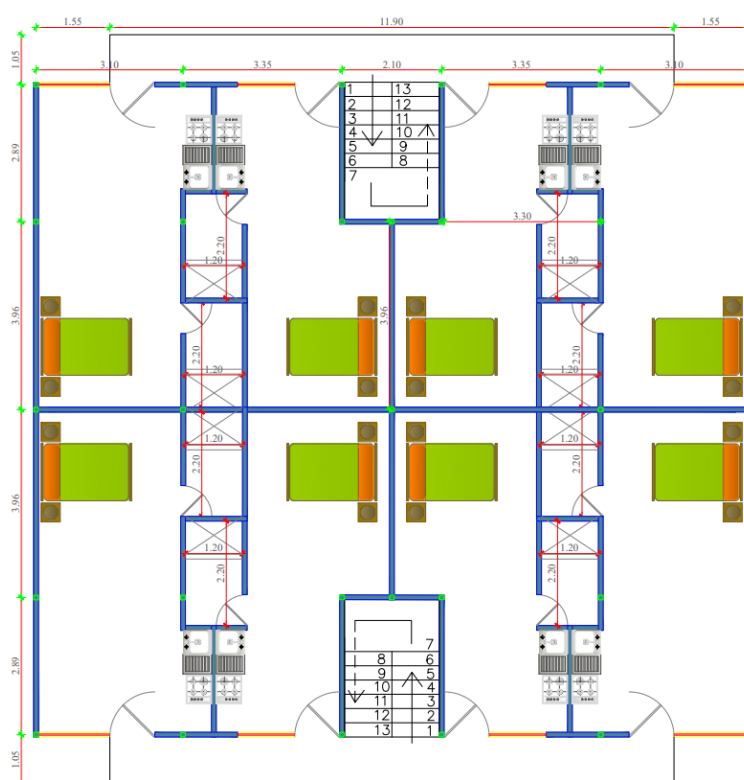
2.2.2 Configuración Arquitectónica

El edificio residencial cuenta con una superficie de 208 m² por nivel, totalizando 834 m². Cada nivel alberga 4 minidepartamentos equipados con cocina, baño, una sala/comedor

integrada y un dormitorio con un área de 29 m². En total, el edificio albergará 16 minidepartamentos. La altura de entrepiso se establece en 2.55 metros.

Figura 1

Configuración arquitectónica



Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi & Bryan Hermenegildo

2.2.3 *Uso de la edificación*

La estructura del edificio en Puyo se destinará a proporcionar soluciones habitacionales modernas, funcionales y asequibles para la población joven y otros habitantes. Este proyecto busca satisfacer la creciente demanda de residencias económicas y adecuadas para estudiantes

y profesionales que se trasladan a la ciudad por razones académicas o laborales. El edificio residencial ofrecerá un entorno seguro y cómodo, con instalaciones diseñadas para maximizar el espacio y la funcionalidad.

2.3 Análisis de datos

El informe técnico del estudio del suelo, realizado por el ingeniero Iván Rubio G., proporciona un análisis exhaustivo de las condiciones geotécnicas del terreno destinado para el edificio residencial en Puyo. Según el estudio, el suelo está compuesto predominantemente por limos arenosos arcillosos de alta compresibilidad, con una capa superficial de material granular. Las pruebas de laboratorio revelaron una capacidad portante del suelo de aproximadamente 1.5 kg/cm^2 , y un índice de plasticidad que varía entre el 15% y 20%, indicando una moderada plasticidad y susceptibilidad a la deformación bajo cargas pesadas. Adicionalmente, el informe destaca la presencia de niveles freáticos elevados, lo cual puede influir en la estabilidad del suelo y requiere un manejo adecuado durante la fase de cimentación.

Para el diseño del edificio, se recomienda la implementación de vigas de cimentación y/o una losa de cimentación continua para distribuir las cargas de manera uniforme y minimizar los asentamientos diferenciales. Estas soluciones estructurales están diseñadas para adaptarse a la alta compresibilidad del suelo y su capacidad portante limitada. Además, se sugiere un sistema de drenaje efectivo para controlar el nivel freático y prevenir problemas de humedad en la cimentación. La cuidadosa consideración de estos datos geotécnicos en el diseño del edificio asegurará su estabilidad y durabilidad, mitigando riesgos asociados con las características del suelo en la zona de construcción.

2.4 Análisis de alternativas

En esta sección se describe la formulación de las diferentes alternativas de solución del problema, la descripción y selección de la mejor alternativa. Y se debe indicar las restricciones que tiene el proyecto, para escoger la mejor alternativa.

2.4.1 Descripción de alternativas

2.4.1.1 Alternativa 1: Pórtico de acero + Mampostería.

Este sistema estructural combina el uso de columnas y vigas interconectadas, que ofrecen resistencia y flexibilidad, con el uso de mampostería simple (bloque o ladrillo) que brindan estabilidad lateral por la rigidez que aportan, y que posteriormente se enlucen.

Figura 2

Sistema constructivo de pórtico de acero + mampostería



2.4.1.2 Alternativa 2: Pórtico de acero + Hormi2.

Es un sistema constructivo que incluye un panel de EPS (Poliestireno Expandido) ondulado con mallas de acero galvanizado de alta resistencia electrosoldadas, vinculadas entre sí, que recubierto con micro hormigón forma un conjunto de paredes portantes.

Figura 3

Sistema constructivo estructuras de acero y hormi2 como pared



Nota. Tomado de red social Facebook de Hormi2 Ecuador (2022)

2.4.1.3 Alternativa 3: Pórticos de acero + Mampostería enchapada con malla electrosoldada.

Consiste en el uso de columnas y vigas interconectadas, además del uso de mampostería (bloque o ladrillo) con la colocación de malla electrosoldada en 1 o ambas caras, la cual será posteriormente enlucida.

Figura 4

Pórtico de acero con mampostería enchapada con malla electrosoldada y enlucido



Nota. Tomado de Estudio del Reforzamiento de Mampostería de Bloque de Hormigón mediante Ensayos Destructivos Aplicados a Pórticos de Acero con Juntas Apernadas (2023)

2.5 Criterios de evaluación

Para la selección se seleccionó los siguientes criterios para ser evaluados, a cada uno se le asignó un porcentaje de importancia y para cada alternativa se le dará una puntuación en porcentaje, siendo el máximo el ideal correspondiente para cada uno:

- Resistencia (30%): Se evalúa el rendimiento y resistencia del material o la estructura ante los esfuerzos que pueden afectar su integridad.
- Costo (30 %): Se evalúa principalmente el costo de los materiales necesarios para la construcción, además de la mano de obra para poder ejecutarla.
- Mantenimiento (25%): Se toma en cuenta la frecuencia con la que se debería hacer el mantenimiento, además de la durabilidad de la alternativa.
- Ambiental (20%): Se considera si los materiales utilizados pueden ser reutilizados, los desechos que generan y la emisión de CO₂ que estos producen.

- Tiempo de construcción (15%): Se considera cuánto tiempo se va a tardar en estar construida la alternativa.
- Materiales (10%): Se evalúa la disponibilidad de los materiales, es decir, la facilidad que se tiene para encontrarlos y la cercanía respecto al lugar del proyecto.

2.5.1 Alternativa 1: Pórtico + Mampostería simple

La resistencia de la mampostería depende de la calidad de sus materiales, sin embargo, puede presentar desafíos en términos de resistencia en comparación con otros sistemas constructivos, como el concreto armado o el acero estructural, de manera general, tiene baja capacidad de absorber tensiones y deformaciones ante cargas, así como frente a eventos sísmicos o condiciones ambientales severas. Se estima que el costo de la puesta de mampostería y el enlucido por ambas caras es de \$21.39 por m². Los materiales necesarios para su aplicación son fáciles de encontrar, y sus costos son bajos, aparte de que no se necesita de mano de obra especializada para llevar a cabo su ejecución, por lo que, en términos de economía, es una alternativa viable. El mantenimiento puede ser periódico, dependerá de la calidad de los materiales que se emplean para la construcción, en los últimos años se ha observado con mayor frecuencia otro tipo de problemas como son: agrietamientos y fisuras de las mamposterías, provocadas también por asentamientos diferenciales, fuerzas sísmicas horizontales, deflexiones considerables sobre la estructura y muchos otros problemas que se generan durante y después del proceso constructivo (Hurtado Coronel, 2015). Por otro lado, puede llegar a ser relativamente lento su proceso de construcción cuando se la compara con otros métodos modernos, otra de las limitaciones es que no se puede completar su construcción en 1 día porque es necesario que se le deje tener resistencia. Otro posible problema es que se generan residuos que pocas veces se les pueda dar otro uso, además, el hormigón es el responsable de la emisión del 8% de CO₂ a nivel mundial (ElDiario, 2023).

2.5.2 Alternativa 2: Pórtico + Hormi2

Al poseer una malla de acero electrosoldada a cada lado, que luego de ser revestidas cada una con un micro hormigón, el sistema ofrece una alta resistencia que transmite seguridad y fortaleza al ser una estructura espacial sismorresistente (Cordova Arteaga, 2014). El precio referencial que maneja Hormi2 es de \$39.35 por m². El mantenimiento de este sistema constructivo es importante, principalmente se pueden ver afectaciones en juntas y debido a la corrosión del acero, sin embargo, el mantenimiento es dependiente de su correcta instalación, es decir, si cuando se lo construyó se lo hizo de la manera correcta, el mantenimiento no será constante. Al ser un sistema constructivo moderno, su proceso de fabricación pasa por máquinas industriales automatizadas, donde por lo general, se busca reusar los partes sobrantes producidos por cortes, lo que hace que tenga menor desperdicio e impacto ambiental, además de que el acero es un material reutilizable. En Ecuador existen tres empresas que fabrican y comercializan este producto: Aislapol, Panecons y Hormypol (Cordova Arteaga, 2014), siendo la más cercana ubicada en Quito, lo que indica una lejanía para obtener este producto industrializado. Para su proceso de construcción es necesario de mano de obra capacitada, además de que se necesitaría de herramientas adicionales para su correcta ejecución y así asegurar una mayor calidad de obra. Además, su uso implica rapidez de construcción, por lo que se tendría un ahorro en tiempo y por ende en costos, sus características sismo-resistentes, térmicas y acústicas hacen del hormi2 una solución viable.

2.5.3 Alternativa 3: Enchapado con malla electrosoldada

La malla electrosoldada actúa como refuerzo estructural al absorber tensiones y evitar la propagación de grietas en la mampostería, aumentando su capacidad de carga, de forma general, ofrece mayor rigidez y resistencia debido a sus componentes. La estimación del costo

es de \$31.61 por m². La malla electrosoldada que se le coloca hace que ya no se presente el problema de las grietas, al actuar como muro se mejoran todas las propiedades, evitando así que se tenga costos por mantenimiento. Al igual que con la mampostería y enlucido, puede presentar problemas de desechos. Debido a sus componentes, es una alternativa que económicamente suele ser atractiva, pero que no es muy viable en cuanto al tiempo de construcción, ya que, al no tener el producto industrializado, será necesario hacer un proceso para la colocación de la mampostería, y aparte otro para la colocación de la malla electrosoldada, estos procesos pueden retrasar la obra. Por último, los elementos necesarios para su construcción se pueden encontrar fácilmente en lugares donde se vendan materiales de construcción, además de que no será necesaria de mano de obra especializada para llevar a cabo su construcción.

2.6 Valoración de las alternativas

Tabla 1

Valoración de las alternativas para la elección de la más adecuada

Provincia	Puntaje ideal	Alternativa 1	Alternativa 2	Alternativa 3
Resistencia	30 %	12 %	24 %	30 %
Costo	20 %	20 %	16 %	16 %
Mantenimiento	10 %	12 %	16 %	20 %
Ambiental	10 %	8 %	10 %	8 %
Tiempo de construcción	10 %	8 %	10 %	6 %
Materiales	10%	8%	6%	8 %
Total	100 %	68 %	82 %	88 %

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi & Bryan Hermenegildo

2.7 Selección de alternativas

Después de la descripción, evaluación y puntaje de las alternativas planteadas, la que mayor puntuación tuvo fue la alternativa del uso de pórticos de acero + mampostería enchapada con malla electrosoldada. Los criterios como la resistencia, mantenimiento y materiales fueron en los que más puntaje obtuvo, esto es favorable para el proyecto, ya que, al ser una residencia de 4 pisos ubicado en un sector con un suelo con baja capacidad portante, se le debe dar mayor importancia a los criterios ya mencionados.

Capítulo 3

3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

3.1 Diseño Sísmico

El diseño sísmico del edificio residencial se realizará conforme a los requisitos establecidos en la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC), los cuales son obligatorios para el diseño de estructuras que deben soportar cargas sísmicas. La NEC proporciona directrices para asegurar que las edificaciones puedan resistir aceleraciones, velocidades y desplazamientos generados por sismos durante su vida útil.

El objetivo principal es garantizar que el edificio sea capaz de soportar estos efectos sin colapsar, permitiendo así que los ocupantes puedan evacuar de manera segura en caso de un sismo de gran magnitud. De esta manera se busca minimizar el riesgo de desastres y proteger la vida de habitantes, asegurando la integridad estructural del edificio ante eventos sísmicos significativos.

El diseño sísmico del edificio residencial se llevará a cabo siguiendo estrictamente los requisitos establecidos en la Norma Ecuatoriana de Construcción (NEC). Esta norma es obligatoria para el diseño de estructuras que deben soportar los efectos de las cargas sísmicas durante su vida útil. La NEC establece parámetros específicos para asegurar que las edificaciones sean capaces de resistir las aceleraciones, velocidades y desplazamientos inducidos por los sismos.

Para el diseño sísmico, se considerarán varios factores críticos, tales como:

- **Factores de Importancia:** Según la categoría del edificio, se aplicarán factores de importancia que incrementan las fuerzas sísmicas de diseño.

- **Distribución de Cargas:** Se distribuirán las cargas sísmicas a través de la estructura de manera que se optimice la resistencia y ductilidad del edificio.
- **Espectro de Respuesta:** Se utilizarán los espectros de respuesta definidos en la NEC para determinar las fuerzas sísmicas que actuarán sobre el edificio.
- **Modos de Vibración:** Se analizarán los modos de vibración principales del edificio para entender cómo se comportará la estructura ante diferentes frecuencias de movimiento sísmico.

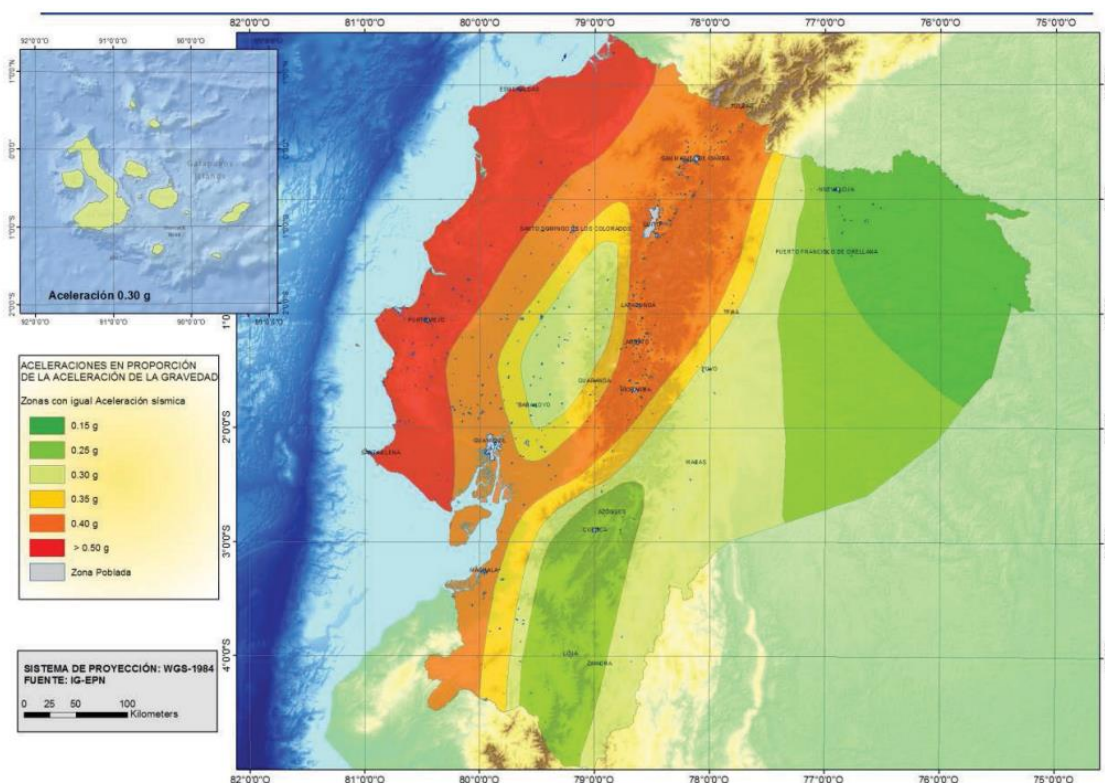
El objetivo principal es diseñar el edificio de tal manera que pueda soportar los efectos sísmicos sin colapsar, permitiendo que los ocupantes evacuen de manera segura en caso de un sismo de gran magnitud. Esto incluye el diseño para deformaciones controladas que mantengan la integridad de la estructura, evitando daños catastróficos y protegiendo la vida de los habitantes.

3.1.1 Factor Z

Para los edificios de uso normal, se usa el valor de Z , que representa la aceleración máxima en roca esperada para el sismo de diseño expresada como fracción de la aceleración de la gravedad. (De & Construcción, 2014)

Figura 5

Zonas sísmicas para propósito de diseño



Nota. Norma Ecuatoriana de la Construcción 2014

El Factor Z se determinará utilizando el mapa de zonificación sísmica del Ecuador, el cual divide al país en seis zonas sísmicas. Dado que la estructura se construirá en la ciudad de

Puyo, en la provincia de Pastaza, consultará el mapa para identificar la zona sísmica correspondiente y, así, establecer el Factor Z específico para esta ubicación.

Finalmente, se ha determinado que la ciudad de Puyo se encuentra en la zona sísmica número 3, con un Factor Z de 0.30. La caracterización del peligro sísmico en esta área es “Alta”, similar a la mayor parte del territorio ecuatoriano. Las excepciones a esta

caracterización son el nororiente del país, que se clasifica como zona de peligro sísmico “Intermedio”, y el litoral ecuatoriano, donde el peligro sísmico es “Muy Alto”.

Tabla 2

Valores de factor Z en función de la zona sísmica adoptada

Zona sísmica	I	II	III	IV	V	VI
Valor factor Z	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.50
Caracterización del peligro sísmico	Intermedia	Alta	Alta	Alta	Alta	Muy Alta

Nota. Información obtenida en la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2014

3.1.2 Tipo de Suelo

Para determinar el tipo de suelo en el sitio de construcción, es esencial realizar un estudio de suelos que incluya tanto trabajos de campo como de laboratorio. En campo, se recomienda emplear el método de Penetración Estándar (SPT), que implica la perforación del suelo para extraer muestras representativas. En laboratorio, estas muestras se someterán a diversos ensayos, tales como la determinación de la humedad natural, los límites de Atterberg y la granulometría.

Según el informe técnico del estudio de suelos realizado por el ingeniero Iván Rubio en el sitio de construcción, se obtuvieron los siguientes resultados:

- La capacidad portante admisible del suelo es de 1.50 kg/cm².
- El coeficiente de balasto es de 1180.59 T/m³.
- El suelo del sitio de construcción se clasifica como tipo E.

En cuanto a las recomendaciones, se establece que los cimientos de la estructura deben situarse a una profundidad de -1.00 m, con respecto al nivel +0.00m, que corresponde a la superficie del terreno. Estas recomendaciones son fundamentales para garantizar la estabilidad y seguridad de la estructura, tomando en cuenta las características específicas del suelo.

3.1.3 Coeficiente de perfil de suelo F_a , F_d y F_s

Para determinar los coeficientes F_a (coeficiente de amplificación de suelo en la zona de período corto), F_d (amplificación de las ordenadas del espectro elástico de respuesta de desplazamientos para diseño en roca) y F_s (comportamiento no lineal de los suelos), es necesario contar con los datos previamente obtenidos, específicamente el Factor Z y el tipo de perfil del suelo. Utilizando estos datos junto con las tablas correspondientes de la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), se pueden obtener los valores precisos de estos coeficientes.

La correcta determinación de estos coeficientes es crucial para el diseño sísmico, ya que influye directamente en la seguridad y desempeño del edificio bajo condiciones sísmicas. Por lo tanto, seguir las directrices y utilizar las tablas de la NEC asegura que el diseño cumpla con los estándares de seguridad y eficiencia estructural necesarios para soportar los eventos sísmicos esperados en la zona de construcción.

Tabla 3*Coefficiente de ampliación del suelo en la zona de periodo corto (Fa)*

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.4	1.3	1.25	1.23	1.2	1.18
D	1.6	1.4	1.3	1.25	1.2	1.12
E	1.8	1.4	1.25	1.1	1.0	0.85

Nota. Información obtenida de la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2014

Tabla 4*Ampliación de las ordenadas del espectro elástico (Fd)*

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.5
A	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
B	1	1	1	1	1	1
C	1.36	1.28	1.19	1.15	1.11	1.06
D	1.62	1.45	1.36	1.28	1.19	1.11
E	2.1	1.75	1.7	1.65	1.6	1.5

Nota. Información obtenida de la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2014

Tabla 5

Comportamiento no lineal de los suelos (F_s)

Tipo de perfil del subsuelo	Zona sísmica y factor Z					
	I	II	III	IV	V	VI
	0.15	0.25	0.30	0.35	0.40	≥ 0.5
A	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
B	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
C	0.85	0.94	1.02	1.06	1.11	1.23
D	1.02	1.06	1.11	1.19	1.28	1.40
E	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	2

Nota. Información obtenida de la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2014

3.1.4 Coeficiente de importancia

Para determinar el coeficiente de importancia, es necesario primero clasificar la estructura dentro de una de las categorías especificadas en la Tabla 5. Una vez clasificada, se puede adoptar el factor de importancia correspondiente, denotado como I.

El propósito del factor I es incrementar la demanda sísmica de diseño para estructuras, que por sus características de utilización o de importancia deben permanecer operativas o sufrir menores daños durante y después de la ocurrencia del sismo de diseño. (De & Construcción, 2014)

Tabla 6*Tipo de uso, destino e importancia de la estructura*

Categoría	Tipo de uso, destino e importancia	Coefficiente I
Edificaciones esenciales	Hospitales, clínicas, Centros de salud o de emergencia sanitaria. Instalaciones militares, de policía, bomberos, defensa civil. Garajes o estacionamientos para vehículos y aviones que atienden emergencias. Torres de control aéreo. Estructuras de centros de telecomunicaciones u otros centros de atención de emergencias. Estructuras que albergan equipos de generación y distribución eléctrica. Tanques u otras estructuras utilizadas para depósito de agua u otras sustancias anti-incendio. Estructuras que albergan depósitos tóxicos, explosivos, químicos u otras sustancias peligrosas.	1.5
Estructuras de ocupación especial	Museos, iglesias, escuelas y centros de educación o deportivos que albergan más de trescientas personas. Todas las estructuras que albergan más de cinco mil personas. Edificios públicos que requieren operar continuamente	1.3
Otras estructuras	Todas las estructuras de edificación y otras que no clasifican dentro de las categorías anteriores	1.0

Nota. Información obtenida de la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2014

En nuestro caso, el edificio residencial se clasifica dentro de la categoría de “Otras estructuras”, por lo que su coeficiente de importancia es 1.0.

3.1.5 Ductilidad y factor de reducción de resistencia sísmica *R*

El factor *R* permite una reducción de las fuerzas sísmicas de diseño, lo cual es permitido siempre que las estructuras y sus conexiones se diseñen para desarrollar un mecanismo de falla previsible y con adecuada ductilidad, donde el daño se concentre en secciones especialmente detalladas para funcionar como rótulas plásticas. (De & Construcción, 2014)

Para determinar el factor de reducción (*R*), es fundamental considerar el sistema estructural utilizado en el diseño del edificio. En este caso, el sistema consiste en pórticos de acero con muros estructurales. Con esta información, se consulta la Tabla 6 para seleccionar el factor de reducción correspondiente. Según esta tabla, el factor *R* para pórticos de acero con muros estructurales es 8.

Tabla 7

Coefficiente R para sistemas estructurales dúctiles

Sistemas Estructurales Dúctiles	R
Sistemas Duales	
Pórticos especiales sismo resistentes, de hormigón armado con vigas descolgadas y con muros estructurales de hormigón armado o con diagonales rigidizadores (sistemas duales).	8

Pórticos especiales sismo resistentes de acero laminado en caliente, sea con diagonales rigidizadores (excéntricas o concéntricas) o con muros estructurales de hormigón armado.	8
Pórticos con columnas de hormigón armado y vigas de acero laminado en caliente con diagonales rigidizadores (excéntricas o concéntricas).	8

Nota. Información obtenida de la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2014

3.1.6 *Periodo fundamental*

Para la determinación del periodo de vibración (T), utilizaremos el Método 1 mencionado en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), diseñado específicamente para estructuras de edificación. El valor del período de vibración puede determinarse de manera aproximada mediante la siguiente expresión:

$$T = C_t h_n^\alpha \quad (3.1)$$

Donde:

C_t : Coeficiente que depende del tipo de edificio

h_n : Altura máxima de la edificación de n pisos, medida desde la base de la estructura, en metros.

T: Período de vibración

Tabla 8

Valores de C_t y α para calcular el periodo de vibración

Tipo de estructura	C_t	α
Estructuras de acero		
Sin arriostramientos	0.072	0.8
Con arriostramientos	0.073	0.75
Pórticos especiales de hormigón armado		
Sin muros estructurales ni diagonales rigidizadores	0.055	0.9
Con muros estructurales o diagonales rigidizadores y para otras estructuras basadas en muros y mampostería estructurales	0.055	0.75

Nota. Información obtenida de la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2014

Con todos los datos previamente obtenidos, procedemos a calcular el período de vibración de la estructura a continuación:

$$T = (0.072)(10.20^{0.8}) = 0.4615$$

3.1.7 Cálculo de cargas

3.1.7.1 Carga muerta

La carga muerta, o carga permanente, es el peso que la estructura soportará de manera indefinida durante toda su vida útil. Esta incluye el peso propio de todos los elementos estructurales como vigas, columnas, losas, así como las instalaciones fijas (eléctricas,

sanitarias, etc.) y los acabados arquitectónicos (revestimientos, techos, pisos, etc.) La correcta determinación de la carga muerta es esencial para garantizar la seguridad y estabilidad de la estructura, ya que estas cargas actúan continuamente y no varían con el tiempo.

Para iniciar el cálculo de la carga muerta que actuará sobre la estructura, es necesario considerar detalladamente los materiales y elementos que se utilizarán en la construcción del edificio. Cada material y elemento contribuye con su propio peso, que debe ser cuantificado y sumado al total de la carga permanente. Los materiales y elementos se detallan a continuación, junto con sus respectivas cargas específicas:

Tabla 9

Densidad de los materiales

Material	Densidad
	[kgf/m³]
Hormigón armado	2400
Mortero	2000
Acero	7850
Cerámica	200

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Tabla 10*Cargas muertas generales*

Descripción	Espesor	Carga
	[cm]	[kgf/m ²]
Losa	6	144
Cerámica	1.5	20.39
Instalaciones		20
Mortero	4	80
Cielos rasos		25
Calamina ondulada		10

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Tabla 11*Carga muerta de entrepiso*

Descripción	Carga
	[kgf/m ²]
Losa	144
Cerámica	20.39
Cielos rasos	25
Instalaciones	20
Mortero	80

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Tabla 12*Carga muerta de cubierta*

Descripción	Carga
	[kgf/m ²]
Instalaciones	20
Cielos rasos	25
Calamina ondulada	10

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Para culminar la definición de las cargas muertas, es importante destacar que no se considera el peso propio de las columnas, vigas, viguetas, muros estructurales, ni la cubierta metálica de forma manual en los cálculos preliminares. Esto se debe a que el programa de análisis estructural incorpora automáticamente el peso propio de estos elementos en su modelado y análisis. El software utiliza las propiedades geométricas y los materiales definidos en el modelo para calcular y aplicar las cargas muertas correspondientes. Por lo tanto, no es necesario incluir estas cargas manualmente, evitando redundancias y asegurando la precisión del análisis estructural. Este enfoque permite que el diseño estructural sea más eficiente y que las cargas muertas se distribuyan de manera adecuada a lo largo de toda la estructura, conforme a las normativas y especificaciones técnicas vigentes.

3.1.7.2 Carga viva

La carga viva se refiere al peso variable que puede soportar la estructura, dependiendo del uso para el cual ha sido diseñada. En el caso de un edificio residencial, la carga viva incluye el peso de los ocupantes, muebles, equipos, y otros elementos movibles dentro de la edificación. La carga viva no es constante y puede variar significativamente a lo largo del tiempo. En la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), las cargas vivas están establecidas de acuerdo con el propósito específico de ocupación de la estructura, proporcionando valores estándar que deben ser considerados en el diseño. Estas normativas aseguran que la estructura pueda soportar las variaciones en las cargas sin comprometer su integridad ni la seguridad de los ocupantes.

Tabla 13

Cargas vivas

Descripción	Carga
	[kgf/m ²]
Cubiertas Inclinas	70
Residencias	200
Pasamanos	7
Escaleras	22

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

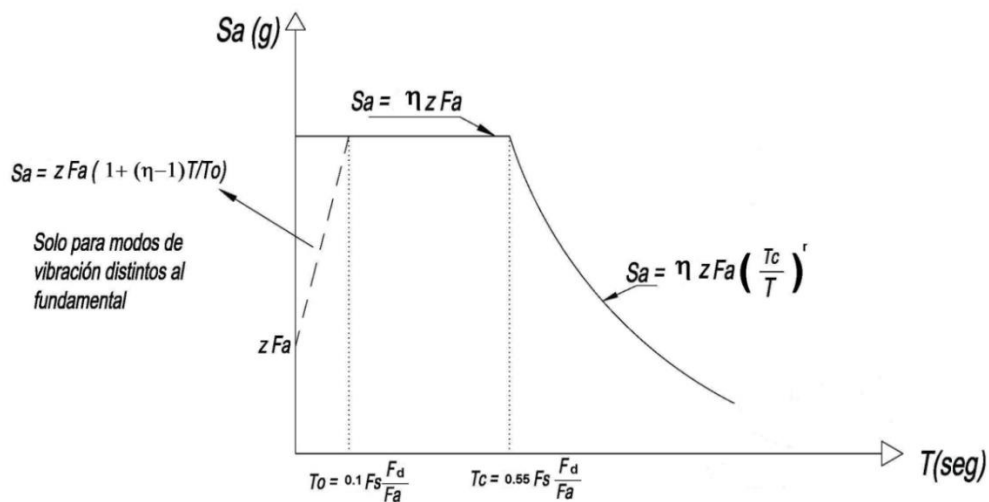
3.1.8 Espectro elástico e inelástico de diseño

Para finalizar el diseño sísmico, utilizaremos los datos previamente determinados, junto con otros datos adicionales que aún necesitamos especificar, para calcular el espectro elástico e inelástico. El espectro elástico representa la respuesta máxima de la estructura bajo cargas sísmicas en términos de aceleración, velocidad y desplazamiento, sin considerar el comportamiento no lineal del material. Por otro lado, el espectro inelástico considera la capacidad de la estructura para disipar energía a través de deformaciones plásticas, lo cual es fundamental para entender cómo se comportará la estructura bajo un sismo fuerte y prolongando.

Estos cálculos son esenciales para definir los parámetros y resultados necesarios en el programa de análisis estructural. El espectro elástico nos ayuda a dimensionar los elementos estructurales para que soporten las cargas sísmicas sin daños significativos, mientras que el espectro inelástico nos permite evaluar la ductilidad y la capacidad de la estructura para absorber energía sísmica sin colapsar. Con estos espectros, podemos asegurar que el diseño estructural cumpla con las normativas sísmicas y garantice la seguridad y estabilidad de la edificación bajo condiciones sísmicas.

Figura 6

Componentes del espectro elástico e inelástico



Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Para iniciar el cálculo del espectro, es necesario determinar los valores de la relación de amplificación espectral (η) y el factor usado en el espectro de diseño elástico (r). Estos factores son esenciales para ajustar y adaptar el espectro de respuesta sísmica a las características específicas del sitio de construcción y el tipo de estructura. A continuación, se detallan los valores y criterio necesario para estos cálculos:

Tabla 14

Valores de la relación amplificación espectral y factor usado en el espectro de diseño sísmico

Valores de la relación de amplificación espectral	η
Provincias de la Costa (excepto Esmeraldas)	1.80
Provincias de la Sierra, Esmeraldas y Galápagos	2.48
Provincias del Oriente	2.60
Factor usado en el espectro de diseño elástico	r
Para todos los suelos, con excepción del suelo tipo E	1
Para tipo de suelo E	1.5

Nota. Información obtenida de la Norma Ecuatoriana de la Construcción 2014

Tabla 15

Resumen de datos para el cálculo del espectro sísmico

Resumen de datos para cálculo del espectro sísmico			
Factor Z	0.30	Ct	0.072
Tipo de suelo	E	α	0.8
Fa	1.25	T	0.4615
Fd	1.7	η	2.60
Fs	1.7	r	1.5
R	8	I	1.0

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Ahora, utilizando las siguientes ecuaciones, procedemos a calcular y graficar el espectro elástico e inelástico. Estas ecuaciones nos permitirán determinar las respuestas sísmicas de la estructura, considerando tanto el comportamiento elástico, que refleja las deformaciones recuperables de la estructura, como el comportamiento inelástico, que incluye las deformaciones permanentes bajo eventos sísmicos.

$$S_a = zFa \left(1 + (\eta - 1) \frac{T}{T_o} \right) \quad \text{para } T \leq T_o \quad (3.2)$$

$$S_a = \eta zFa \quad \text{para } 0 \leq T \leq T_c \quad (3.3)$$

$$S_a = \eta zFa \left(\frac{T_c}{T} \right)^r \quad \text{para } T > T_c \quad (3.4)$$

$$T_o = 0.10 F_s \frac{Fd}{Fa} \quad (3.5)$$

$$T_c = 0.55 F_s \frac{Fd}{Fa} \quad (3.6)$$

Donde:

η : Razón entre la aceleración espectral S_a ($T=0.1$ s) y el PGA para el período de retorno seleccionado.

Sa: Espectro de respuesta elástico de aceleraciones (expresado como fracción de la aceleración de la gravedad g).

T: Periodo fundamental de vibración de la estructura.

To: Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño.

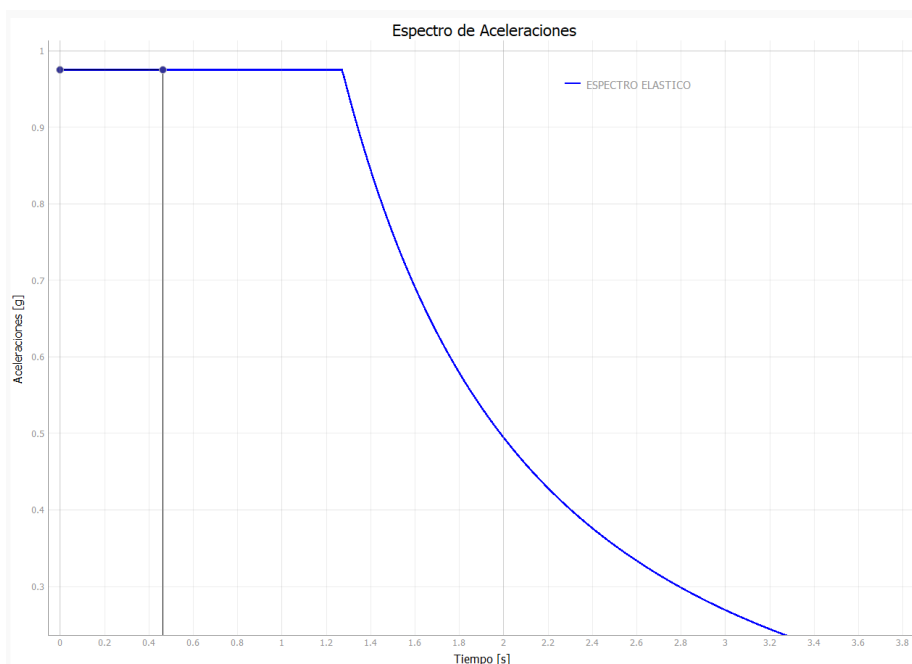
Tc: Período límite de vibración en el espectro sísmico elástico de aceleraciones que representa el sismo de diseño.

Tabla 16

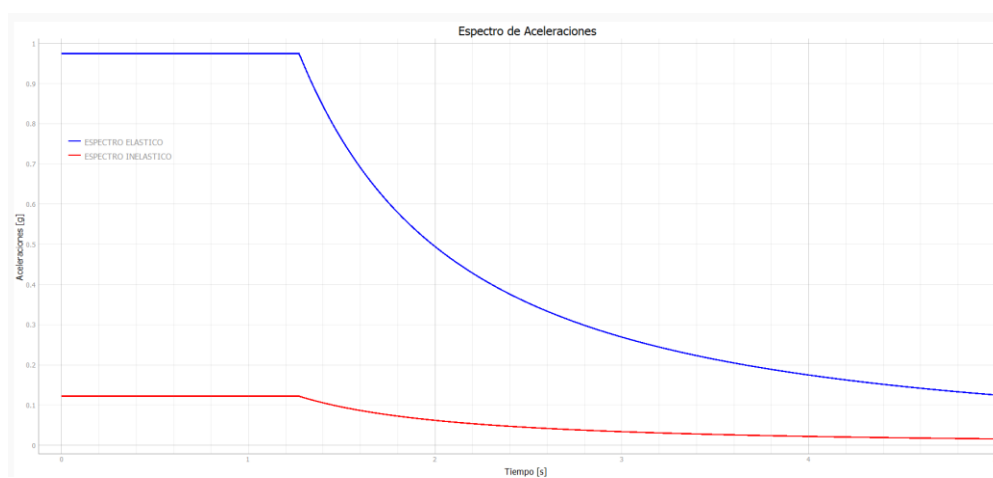
Cálculo de periodos y aceleraciones espectro inelástico

T	Sa	Cs
0.010	0.122	0.015
1.280	0.121	0.015
1.850	0.069	0.0086
2.150	0.055	0.0068
2.550	0.043	0.0053
3.000	0.034	0.0042
3.550	0.026	0.0032
4.150	0.021	0.0026
4.990	0.016	0.002

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Figura 7*Espectro elástico de diseño*

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Figura 8*Espectro elástico e inelástico de diseño*

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

3.2 Diseño de cimentación

Para el diseño de la cimentación, se tomó como referencia el eje que soporta la mayor carga de la estructura, identificado como el eje A, el cual soporta un peso total de 424.032 toneladas. Este valor es fundamental para el dimensionamiento de la cimentación. De acuerdo con el estudio de suelos, se recomendó el uso de vigas de cimentación, considerando una capacidad portante del suelo de 1.5 kgf/cm².

Utilizando el software de análisis estructural, se determinó el momento máximo que actúa sobre la cimentación, lo que permitió calcular las dimensiones necesarias para las vigas de cimentación, Se partió de una base de 55 cm y $f'c$ (resistencia del concreto a la compresión) de 210 kg/cm² para asegurar que las vigas puedan resistir las cargas aplicadas y garantizar la estabilidad y seguridad de la estructura.

$$d = \sqrt{\frac{M}{0.145 \times f'c \times b}} \quad (3.7)$$

$$d = \sqrt{\frac{4245000}{0.145 \times 210 \times 55}} = 50.35 \approx 55 \text{ cm}$$

3.2.1 Acero mínimo de cimentación

$$As_{min} = \rho \times b \times d \quad (3.8)$$

$$As_{min} = 0,0024 \times 55 \times 55 = 7,26 \text{ cm}^2$$

3.2.2 Acero superior

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \times Mu}{0.9 \times 0.85 \times b \times f'c}} = 9.57 \text{ cm} \quad (3.9)$$

$$As = \frac{Mu}{0.9 \times fy \times \left(d - \frac{a}{2}\right)} = 22.36 \text{ cm}^2 \quad (3.10)$$

$$\#Var18 = \frac{22.36}{2.545} = 8.79 \approx 9 \quad (3.11)$$

3.2.3 Acero inferior

$$a = d - \sqrt{d^2 - \frac{2 \times Mu}{0.9 \times 0.85 \times b \times f'c}} = 4.56 \text{ cm}$$

$$As = \frac{Mu}{0.9 \times fy \times \left(d - \frac{a}{2}\right)} = 10.65 \text{ cm}^2$$

$$\#Var16 = \frac{10.65}{2.011} = 5.3 \approx 6$$

3.2.4 Estribos

Asumimos varilla de 16 para los estribos

$$V_{concreto} = 0.53 \sqrt{f'c \times b \times d} = 422.42 \text{ kgf} \quad (3.12)$$

$$V_s = \frac{V_c - \phi V_c}{\phi} = 83310.9 \text{ kgf} \quad (3.13)$$

$$\text{Separación} = \frac{d \times A_s \times F_y}{V_s} = 11.15 \approx 11 \text{ cm} \quad (3.14)$$

3.3 Modelado de la estructura

Para realizar el modelado de la estructura, se utilizó un software de análisis estructural avanzado, asegurando una precisión óptima en el diseño. El proceso se basó en la distribución arquitectónica proporcionada al inicio del proyecto, la cual se ajustó y completó conforme se avanzaba con el modelado.

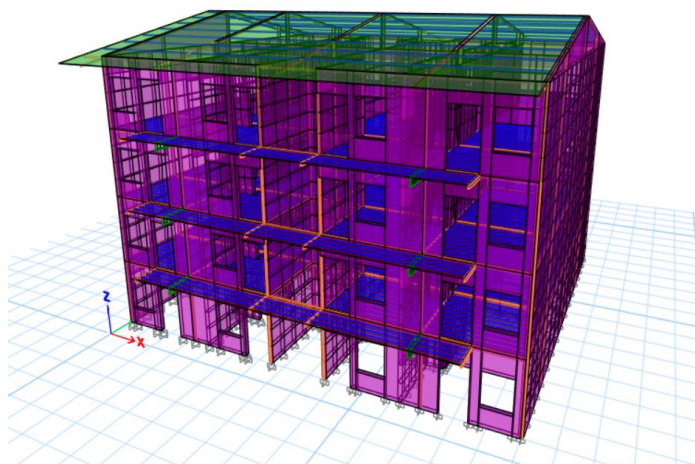
El modelo estructural del edificio incluye elementos tipo frame, tales como vigas, columnas y correas, diseñados para soportar y distribuir las cargas adecuadamente.

Adicionalmente, se incorporaron elementos tipo shell, como los muros estructurales, que proporcionan rigidez y resistencia lateral a la edificación. Se consideraron las propiedades específicas de los materiales y las condiciones del suelo para garantizar que el modelo refleje con precisión el comportamiento estructural del edificio bajo diversas cargas, incluyendo cargas sísmicas.

Este enfoque integral permite anticipar y mitigar posibles fallos estructurales, optimizando tanto la seguridad como la funcionalidad del edificio.

Figura 9

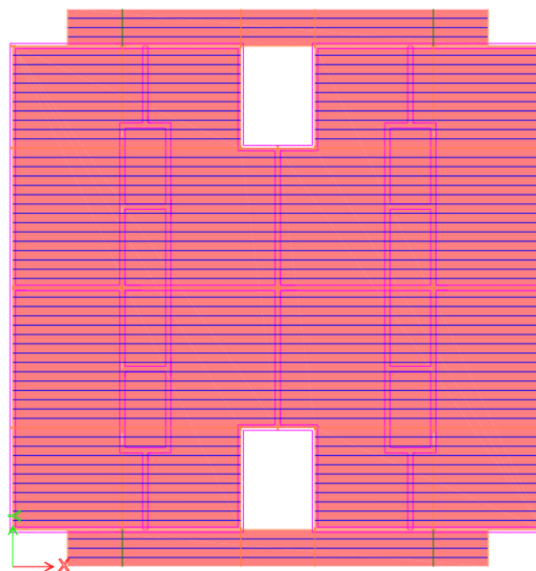
Modelado estructural del edificio



Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Figura 10

Vista de planta del edificio



Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

3.3.1 Elementos estructurales

En esta sección, se detallarán los elementos estructurales que se emplearán en la construcción del edificio, el cual será de estructura metálica y contará con muros estructurales para garantizar una buena rigidez. Los componentes estructurales principales, como vigas y columnas, están fabricados con acero estructural ASTM A36.

La losa del edificio tendrá un espesor de 6 centímetros y estará reforzada con una malla electrosoldada R64, con una separación de 15 cm x 15 cm y un diámetro de 3.5 mm. Esta losa descansará sobre viguetas “correas G” y omegas, que estarán separadas cada 28 centímetros, proporcionando un soporte adecuado para la distribución de las cargas.

La cubierta metálica del edificio, también fabricada con acero estructural ASTM A36, tendrá correas separadas cada metro, y soportará una carga muerta de 55 kgf/m² y una carga viva de 70 kgf/m². Estas características garantizan que la estructura pueda soportar adecuadamente las cargas permanentes y variables, asegurando la estabilidad y seguridad del edificio.

3.3.1.1 Materiales

En esta sección se detallarán las dimensiones y los materiales asignados al modelo estructural del edificio, como se puede observar en la Figura 5.

Tabla 17

Propiedades y dimensiones de los elementos estructurales

Elemento	Material	Dimensiones
Vigas	Acero estructural ASTM A36	IPN 100
Columnas	Acero estructural ASTM A36	IPN 100
Perfil G	Acero estructural ASTM A36	80 x 40 x 15 x 3 mm
Cubierta	Acero estructural ASTM A36	10 cm x 10 cm x 3mm
Muro enchapado 2 lados	Hormigón de resistencia a la compresión $f'c$ 210 kg/cm ² , malla de varilla de acero fluencia 6000 kg/cm ²	15 cm
Losa de hormigón armado	Hormigón de resistencia a la compresión $f'c$ 210 kg/cm ² , malla electrosoldada R64 – fluencia 5000 kg/cm ²	6 cm

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

3.3.2 Verificaciones

Una vez completado el modelado estructural y aplicadas las cargas correspondientes en el software de análisis estructural, se procederá a realizar las verificaciones necesarias. Estas verificaciones tienen como objetivo asegurar que los resultados obtenidos sean adecuados para garantizar la eficiencia y seguridad de la estructura.

En caso de que los análisis revelen inconsistencias o fallos en el diseño, se implementarán las correcciones pertinentes para optimizar el comportamiento estructural y cumplir con los requisitos normativos.

3.3.2.1 Periodo de vibración

En la sección 3.1.6, se calculó el período fundamental o período de vibración del edificio utilizando las fórmulas establecidas en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC).

El resultado obtenido indica que el período de vibración de la estructura es de 0.4615 segundos. Según la normativa NEC, el período de vibración de la estructura no debe exceder en más del 30% el valor calculado, lo que establece un período máximo permitido para el edificio de 0.599 segundo.

Figura 11

Resultados del periodo de vibración de la estructura

	Case	Mode	Period sec	Frequency cyc/sec	CircFreq rad/sec	Eigenvalue rad ² /sec ²
▶	Modal	1	0.072	13.854	87.0492	7577.5555
	Modal	2	0.051	19.71	123.8409	15336.5744
	Modal	3	0.046	21.754	136.6871	18683.3678
	Modal	4	0.024	41.581	261.2616	68257.6092
	Modal	5	0.017	57.922	363.9369	132450.0539
	Modal	6	0.016	64.044	402.4012	161926.7614
	Modal	7	0.015	68.368	429.566	184526.9795
	Modal	8	0.011	87.041	546.8933	299092.2391
	Modal	9	0.011	92.542	581.4592	338094.762
	Modal	10	0.01	102.783	645.8036	417062.2413
	Modal	11	0.009	115.56	726.0868	527201.9782
	Modal	12	0.008	124.006	779.1511	607076.3694

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Este criterio es fundamental para asegurar la estabilidad dinámica de la estructura frente a las sollicitaciones sísmicas.

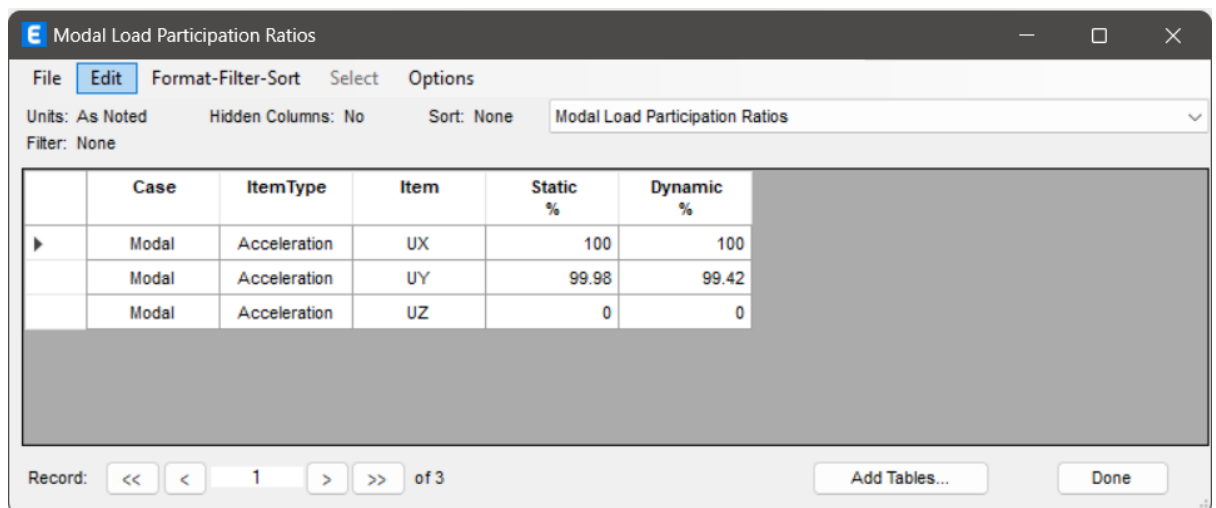
Tras ejecutar el software de análisis estructural, se obtuvieron los resultados que se presentan en la Figura 10, los cuales corresponden a los períodos de vibración de la estructura modelada. El período de vibración más alto registrado es de 0.072 segundos, mientras que el más bajo es de 0.008 segundos. Al comparar estos valores con el período máximo permitido para la estructura, que es de 0.599 segundos, se concluye que los períodos de vibración calculados están dentro del rango aceptable, cumpliendo así con los requisitos establecidos por la normativa NEC.

3.3.2.2 Masa participativa

De acuerdo con la NEC, para asegurar la participación adecuada de las masas en el análisis sísmico, se debe considerar que todos los modos de vibración involucren una participación modal acumulada de al menos el 90% de la masa total de la estructura en cada una de las direcciones horizontales principales.

Figura 12

Ratios de participación en la carga modal



	Case	ItemType	Item	Static %	Dynamic %
▶	Modal	Acceleration	UX	100	100
	Modal	Acceleration	UY	99.98	99.42
	Modal	Acceleration	UZ	0	0

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Los resultados obtenidos del software de análisis estructural confirman que se cumple con el requisito de participación modal, superando el 90% exigido por la normativa. En el eje X, la participación modal acumulada alcanza el 100%, mientras que en el eje Y se registra una participación del 99.42%.

3.3.2.3 Análisis sismo estático

Para el análisis sísmico estático es fundamental calcular el peso total de la estructura, lo cual permitirá determinar el cortante basal de forma manual. Este valor se comparará posteriormente con el resultado proporcionado por el software de análisis estructural, asegurando la coherencia y precisión en el diseño.

Tabla 18

Peso total de la estructura

Sección	Tipo de objeto	Peso (tonf)
Perfil G	Viga	10.066
IPN240	Viga	0.448
IPN100	Columna	2.75858
IPN100	Viga	5.906
Muro enchapado 2 lados	Muro	517.6951
Peso losa + SC		167.645
Total (W)		704.518

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

$$V = cc * W \quad (3.15)$$

Donde:

V: Cortante basal

Cc: coeficiente sísmico

W: Peso total de la estructura

$$V = 0.122 * 709.364 = 86.542 \text{ Tonf}$$

Figura 13

Cortante basal estático de la estructura

Name	Ecc Ratio	Top Story	Bottom Story	C	K	Weight Used tonf	Base Shear tonf
Sx	0.05	Story4	Base	0.122	1		
Sx(1/3)	0.05	Story4	Base	0.122	1	662.56939	80.8335
Sx(2/3)	0.05	Story4	Base	0.122	1	662.56939	80.8335
Sx(3/3)	0.05	Story4	Base	0.122	1	662.56939	80.8335
Sy	0.05	Story4	Base	0.122	1		
Sy(1/3)	0.05	Story4	Base	0.122	1	662.56939	80.8335
Sy(2/3)	0.05	Story4	Base	0.122	1	662.56939	80.8335
Sy(3/3)	0.05	Story4	Base	0.122	1	662.56939	80.8335

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

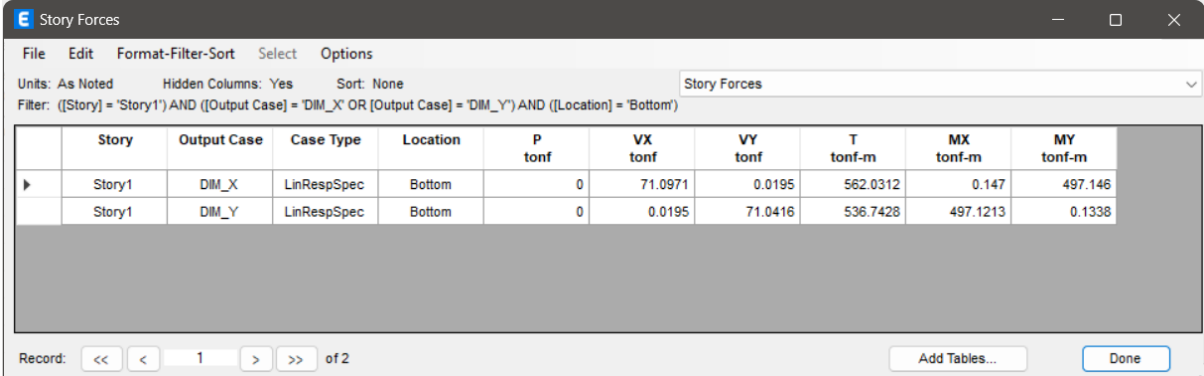
Finalmente, al comparar los resultados del cortante basal, se observa que el cálculo manual arrojó un valor de 86.542 toneladas-fuerza, mientras que el análisis realizado mediante el programa estructural proporcionó un resultado de 80.8335 toneladas-fuerza.

3.3.2.4 Análisis sísmico dinámico

De acuerdo con lo establecido en la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC), el valor del cortante dinámico total en la base, obtenido mediante cualquier método de análisis dinámico, no deber ser inferior al 80% del cortante basal estático calculado en la sección 3.2.2.3.

Figura 14

Cortante basal dinámico de la estructura



Story	Output Case	Case Type	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m
Story1	DIM_X	LinRespSpec	Bottom	0	71.0971	0.0195	562.0312	0.147	497.146
Story1	DIM_Y	LinRespSpec	Bottom	0	0.0195	71.0416	536.7428	497.1213	0.1338

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

El cortante basal dinámico obtenido es de 71.097 toneladas-fuerza. Al comparar este valor con el 80% del cortante basal estático, que equivale a 64.6668 toneladas-fuerza, se verifica que el cortante basal dinámico satisface las exigencias establecidas por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC).

3.3.2.5 Derivas

El cálculo de las derivas debe asegurar que, en cualquier piso, estas no excedan los límites de deriva inelástica establecidos por la Norma Ecuatoriana de la Construcción (NEC). Según la NEC, para estructuras de hormigón armado, metálicas y de madera, la deriva

inelástica máxima permitida es del 2% de la altura del entrepiso, tanto en el eje X como en el eje Y.

Tabla 19

Derivas dirección X

Niveles	UX mm	Deriva	Altura piso (mm)	Deriva max permitida 2% h (mm)	Chequeo
Piso 5	146.782	3.475	1370	27.4	Aprobado
Piso 4	143.307	21.787	2550	51	Aprobado
Piso 3	121.52	36.903	2550	51	Aprobado
Piso 2	84.617	45.993	2550	51	Aprobado
Piso 1	38.624	38.624	2550	51	Aprobado

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Tabla 20

Derivas dirección Y

Niveles	UY mm	Deriva	Altura piso (mm)	Deriva max permitida 2% h (mm)	Chequeo
Piso 5	61.717	3.129	1370	27.4	Aprobado
Piso 4	58.588	9.769	2550	51	Aprobado
Piso 3	48.819	15.107	2550	51	Aprobado
Piso 2	33.712	17.748	2550	51	Aprobado
Piso 1	15.964	15.964	2550	51	Aprobado

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Como resultado del análisis, se determinó que las derivas en ambas direcciones, tanto en el eje X como en el eje Y, se mantienen dentro de los límites máximos permitidos por la normativa NEC.

Además, se observó que la deriva máxima se presenta en el segundo piso, lo cual es coherente con las características de rigidez y masa distribuidas en el edificio. Este resultado asegura que la estructura puede soportar las deformaciones previstas bajo condiciones de carga sísmica sin comprometer la estabilidad global ni la seguridad de los ocupantes.

3.3.2.6 Índice de estabilidad

El índice de estabilidad es un parámetro crucial que evalúa si una estructura es estable o presenta potencial de inestabilidad bajo cargas sísmicas. En casos donde el índice indique inestabilidad, la estructura debe ser rigidizada, a menos que se puedan aplicar procedimientos más rigurosos que demuestren, con suficiencia técnica, que la estructura mantendrá su estabilidad bajo las condiciones previstas.

La Normativa Ecuatoriana de la Construcción (NEC) establece que el índice de estabilidad no debe exceder un valor de 0.30. Este índice se calcula utilizando la siguiente ecuación:

$$Q_i = \frac{P_i \Delta_i}{V_i h_i} \quad (3.16)$$

Donde:

Qi: Índice de estabilidad del piso i

Pi: Suma de la carga vertical total sin mayorar

Δ_i : Deriva del piso i

V_i : Cortante sísmico del piso i

h_i : Altura del piso i considerado

Tabla 21

Índice de estabilidad dirección X

Niveles	P (tonf)	VX (tonf)	UX (m)	h_i (m)	Q_i
5	46.4729	0.0397	0.000245	1.37	0.2093
4	185.3828	18.7222	0.000239	2.55	0.0009
3	422.4005	49.8325	0.000203	2.55	0.0007
2	657.9355	70.4998	0.000141	2.55	0.0005
1	893.4806	80.8335	0.0000640	2.55	0.0003

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Tabla 22

Índice de estabilidad dirección Y

Niveles	P (tonf)	VY (tonf)	UY (m)	h_i (m)	Q_i
5	46.4729	0.1023	0.000103	1.37	0.0342
4	185.3828	18.7118	0.0000980	2.55	0.0004
3	422.4005	49.8325	0.0000810	2.55	0.0003
2	657.9355	70.4998	0.0000560	2.55	0.0002
1	893.4806	80.8335	0.0000270	2.55	0.0001

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Tras revisar los resultados del índice de inestabilidad, se verifica el cumplimiento con los requisitos establecidos en la normativa NEC. Los valores obtenidos son consistentemente inferiores a 0.30, lo que indica que la estructura cumple con los criterios de estabilidad y está, por lo tanto, dentro de los parámetros de seguridad y funcionalidad requeridos por la normativa.

3.4 Abastecimiento y distribución de agua potable

La conexión de agua para el suministro de agua potable será tomada desde la red pública existente en la zona, dicha tubería pasa está por encima del Nivel 0.00 [m] del edificio residencial, ya que se encuentra ubicada aproximadamente al Nivel 2.50 [m]. Esta condición resulta favorable para el diseño del suministro de agua potable, ya que se reducen pérdidas por longitud y accesorios, además de pérdidas de presión, por ende, tendremos un menor diámetro de tuberías que reducirá costos de instalación y posibles mantenimientos.

El trazado de la red se realiza de forma que cada habitación tenga una llave o válvula de paso, es decir, cada habitación tendrá un ingreso independiente para que en caso de que se tenga que realizar algún mantenimiento, el resto de las habitaciones no resulte afectado y pueda seguir contando con el flujo del agua.

3.4.1 Diseño de tuberías de agua potable Nivel 4

Para el dimensionamiento de las tuberías de PVC se toma en cuenta principalmente el criterio de la velocidad, la cual se establece en 1.5 [m/s] como la recomendada, sin embargo, la velocidad se puede establecer en un rango de 0.6 [m/s] y 2.5 [m/s].

Los aparatos sanitarios que se encuentran en cada habitación se adjuntan en la siguiente tabla, junto con la altura de entrada de agua recomendada, presión recomendada y caudal instantáneo mínimo:

Tabla 23

Aparatos sanitarios en una habitación y sus recomendaciones

Aparato sanitario	Unidades	Altura recomendada [m]	Presión recomendada [m]	Caudal instantáneo mínimo [l/s]
Ducha	1	2	10	0.20
Inodoro	1	0.15	7	0.10
Lavabo	1	0.60	5	0.10
Fregadero cocina	1	0.70	5	0.20

Nota. Recomendaciones tomadas de Norma Hidrosanitaria NHE Agua.

Para el cálculo de las tuberías se empezará diseñando desde el aparato más desfavorable que se encuentre en el edificio, este se encuentra ubicado en el nivel 4 y corresponde a la ducha, a partir de este punto se traza el recorrido de la tubería hasta llegar a la acometida de agua potable ubicado en el Nivel 2 del edificio, en la parte frontal derecha del mismo. El recorrido a partir del aparato más desfavorable consta de lo siguiente:

- 1-2: Desde la ducha hasta antes de la primera tee del trazado.
- 2:3: Desde el punto anterior hasta antes de la ubicación del reductor a la salida del cuarto.
- 3-4: Desde el punto anterior hasta antes del primer Riser.
- 4-5: Riser entre Nivel 4 y Nivel 3.
- 5-6: Riser entre Nivel 3 y Nivel 2.

- 6-7: Desde el Riser anterior hasta antes de la unión de la tubería con la de las otras habitaciones.
- 7-8: Desde el punto anterior hasta la acometida de la red pública (incluye medidor).

Para un mejor entendimiento del recorrido se muestran las siguientes figuras:

Figura 15

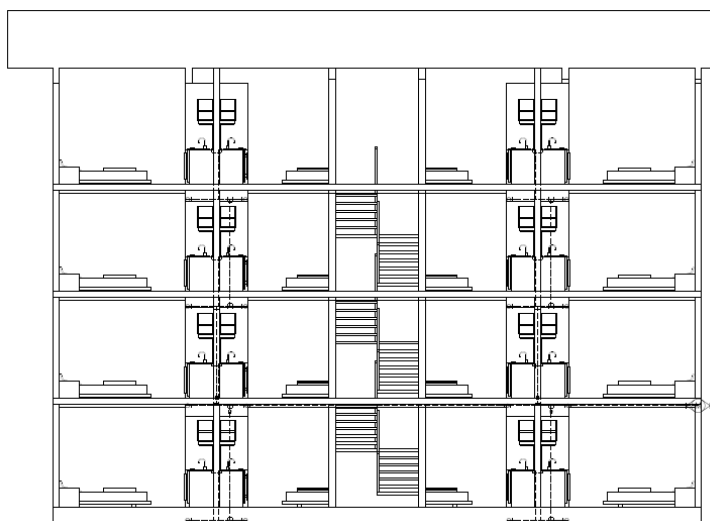
Trazado de tubería en el nivel 4



Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Figura 16*Vista en alzado del trazado de tuberías*

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Figura 17*Vista en alzado del trazado de tuberías de risers*

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Establecemos las unidades del aparato más crítico según la tabla mostrada a continuación:

Tabla 24

Unidades de suministro

Aparatos	Público			Privado		
	Fría	Caliente	Total	Fría	Caliente	Total
Ducha o tina	2	2	4	1.5	1.5	2
Bidé o lavamanos				1	1	2
Lavaplatos				1.5	1.5	2
Lavaplatos eléctrico	3	3	6	2	2	3
Lavadora	2	2	4	2	1	3
Inodoro con fluxómetro	10		10	6		6
Inodoro de tanque	5		5	3		3
Orinal de fluxómetro	5		10			
Orinal de llave	10		2			
Lavamanos de llave	2		4			
Fregadero uso hotel	4		4	1		1
Lavadero	4			2		2

Nota. Tomado de Instalaciones Hidrosanitarias y de gas para edificaciones, Pérez Carmona (2010)

Las unidades de suministro para la ducha son 2. A partir de aquí escogemos un diámetro de tubería de PVC, en este caso, el menor diámetro, finalmente, haciendo uso de las

tablas de Flamant, determinamos los valores de: caudal (Q), velocidad (V), pérdida por cabeza de velocidad (hv) y pérdida de carga en m/m (j), según los criterios establecidos:

Figura 18

Tabla de Flamant de diámetro de 1/2"

1/2" $j = 4C (V^{1.75} / D^{1.2})$ $Q = AV$ $j = 6,1C (Q^{1.75} / D^{4.75})$

Unidades	Caudal Q			V	hv	Pérdidas por fricción en m/m						
	gal/min	l/min	l/s			m/s	m	Coeficiente de fricción C				
								Fundido 0,00031	Galva- nizado 0,00031	Acero 0,00018	Cobre 0,00012	P.V.C. 0,00010
1	3,79	0,06	0,47	0,01	0,079	0,058	0,046	0,030	0,025			
2	2	7,57	0,13	1,03	0,05	0,304	0,226	0,177	0,118	0,098		
3	3	11,35	0,19	1,50	0,11	0,591	0,439	0,343	0,229	0,191		
5	4	15,14	0,25	1,97	0,20	0,956	0,709	0,555	0,370	0,308		
6	5	18,92	0,32	2,53	0,33	1,472	1,092	0,855	0,570	0,475		
7	6	22,71	0,38	3,00	0,46	1,989	1,475	1,155	0,770	0,642		
8	7	26,50	0,44	3,49	0,62	2,587	1,919	1,502	1,001	0,834		
10	8	30,28	0,50	3,98	0,81	3,267	2,424	1,897	1,265	1,054		
12	9	34,07	0,57	4,48	1,02	4,015	2,979	2,331	1,554	1,295		
14	10	37,85	0,63	4,98	1,26	4,828	3,582	2,804	1,869	1,558		
16	12	45,42	0,76	5,98	1,82	6,643	4,929	3,857	2,571	2,143		
20	14	52,99	0,88	6,97	2,48	8,700	6,455	5,052	3,368	2,806		

Nota. Tomado de Instalaciones Hidrosanitarias y de gas para edificaciones, Pérez Carmona (2010)

Con un diámetro de tubería de 1/2" y 2 unidades de suministro tenemos una velocidad de 1.03 [m/s], una velocidad aceptable, por lo que seleccionamos esta tubería como adecuada.

Ahora determinamos las longitudes horizontales y verticales, para el primer segmento tenemos:

- Longitud horizontal: 2.43 [m]
- Longitud vertical: 2 [m]

Para seguir con el dimensionamiento, determinamos la longitud equivalente según los accesorios, según nuestro material usado (PVC) y según la siguiente tabla, determinamos nuestro coeficiente de fricción:

Tabla 25

Tabla de coeficientes de fricción según material de tubería

Coeficiente de fricción	C
Según catálogo	80
Según catálogo	90
Hierro galvanizado y acerado	100
Hierro fundido	120
Asbesto cemento	130
Cobre y fibra de vidrio	140
PVC	150

Nota. Tomado de Instalaciones Hidrosanitarias y de gas para edificaciones, Pérez Carmona (2010)

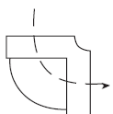
Para el primer segmento de tubería (1-2) se tienen los siguientes accesorios:

- 3 codos radio corto 90° de 1/2"

Haciendo uso de las tablas de Flamant, determinamos las pérdidas por accesorios para este caso:

Figura 19

Longitud equivalente por codo radio corto de 90°

	Codo radio corto 90° Longitudes equivalentes (m) $Le = [0,76\phi + 0,17] (120 / C)^{1,85}$				
	Coeficientes				
ϕ "	100	120	130	140	150
1/2	0,77	0,55	0,47	0,41	0,36
3/4	1,04	0,74	0,64	0,56	0,49
1	1,30	0,93	0,80	0,70	0,62
1 1/4	1,57	1,12	0,97	0,84	0,74
1 1/2	1,84	1,31	1,13	0,98	0,87
2	2,37	1,69	1,46	1,27	1,12
2 1/2	2,90	2,07	1,78	1,56	1,37
3	3,43	2,45	2,11	1,84	1,62
4	4,50	3,21	2,77	2,41	2,12
6	6,63	4,73	4,08	3,56	3,13
8	8,76	6,25	5,39	4,70	4,14
10	10,89	7,77	6,70	5,84	5,14
12	13,02	9,29	8,01	6,98	6,15
14	15,15	10,81	9,32	8,13	7,15

Nota. Tomado de Instalaciones Hidrosanitarias y de gas para edificaciones, Pérez Carmona (2010)

$$L_{\text{equivalente total accesorio}} = \# \text{accesorios} * Le_{\text{accesorio}} \quad (3.17)$$

Longitud equivalente por codo de radio corto de 90° de 1/2": $3 * (0.36) = 1.08$ [m]

Las pérdidas por accesorios es la suma total de longitudes equivalentes totales por accesorios, como en este segmento solo tenemos 1 tipo de accesorio las pérdidas serían:

$$\text{Fittings} = 1.08 \text{ [m]}$$

Entonces la pérdida total sería:

$$\text{Total} = L_{\text{horizontal}} + L_{\text{vertical}} + \text{Fitting} \quad (3.18)$$

$$\text{Total} = 2.43 + 2 + 1.08 = 5.51 \text{ [m]}$$

De aquí la pérdida por fricción:

$$J = j * \text{Total} \quad (3.19)$$

$$J = 0.098 * 5.51 = 0.54 \text{ [m]}$$

Entonces el cálculo de la presión es:

$$P = J + hv + L_{vertical} + P_{n-1} \quad (3.20)$$

Donde:

J: Pérdida por fricción

hv: Pérdida por cabeza de velocidad

L_{vertical}: Longitud vertical en el segmento

P_{n-1}: Presión final del segmento anterior

Para este último, el valor será de 10 [mca], ya que es la presión recomendada para nuestra ducha como aparato más crítico, entonces:

$$P = 0.54 + 0.05 + 2 + 10 = 12.59 \text{ [mca]}$$

Este procedimiento se realiza para todos los segmentos hasta llegar al final de la tubería, en los siguientes tramos es importante considerar los aparatos sanitarios que se encuentran en nuestra ruta crítica, el resumen de estos cálculos se presenta a continuación:

Figura 20

Pérdidas y dimensionamiento de tuberías Nivel 4

CÁLCULO DE PÉRDIDAS														
Descripción	Punto o segmento	Unidades	Q	V	hv	C	j	φ	Longitud tubería [m]				J	Presión
		[u]	[l/s]	[m/s]	[m]	fricción	[m/m]	[in]	Horiz.	Vert.	Fittings	Total	[m]	[mca]
Ducha														10
	1-2	2	0,13	1,03	0,05	0,0001	0,098	1/2	2,43	2	1,08	5,51	0,54	12,59
	2-3	5	0,25	1,97	0,20	0,0001	0,308	1/2	4,85	0	0,6	5,45	1,68	14,47
	3-4	5	0,25	1,97	0,20	0,0001	0,308	3/4	1,53	0	1,67	3,20	0,98	15,65

Nota. Tomado de Instalaciones Hidrosanitarias y de gas para edificaciones, Pérez Carmona (2010)

Tabla 26*Pérdidas por accesorios segmento 1-2*

Segmento		1-2	
Descripción	Cantidad	Longitud [m]	Total [m]
Codo radio corto 90° 1/2"	3	0.36	1.08
			1.08

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Tabla 27*Pérdidas por accesorios segmento 2-3*

Segmento		2-3	
Descripción	Cantidad	Longitud [m]	Total [m]
Reductor de 3/4" a 1/2"	1	0.06	0.06
Válvula de compuerta abierta de 3/4"	1	0.10	0.10
Codo radio corto 90° de 3/4"	1	0.49	0.49
Tee paso bilateral de 3/4"	1	1.02	1.02
			1.67

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Tabla 28*Pérdidas por accesorios segmento 3-4*

Segmento		3-4		
Descripción	Cantidad	Longitud [m]	Total [m]	
Codo radio corto 90° 1/2"	3	0.36	1.08	
			1.08	

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

3.4.2 Diseño de tuberías risers

Los risers son aquellas tuberías que conectan entre niveles, para el diseño de nuestro edificio residencial tenemos 3 risers, sin embargo, basta con diseñar 2 de ellos, ya que el último puede adoptar las dimensiones del superior ya que, al encontrarse bajo el nivel de la acometida, no sufrirá pérdidas de presión. El diseño de los risers es con la misma metodología usada anteriormente, tomando en cuenta los aparatos sanitarios que se conectan a nuestra ruta crítica, el resumen se presenta a continuación:

Figura 21*Pérdidas y dimensionamiento de Riser entre nivel 4-3*

CÁLCULO DE PÉRDIDAS														
Descripción	Punto o segmento	Unidades	Q	V	hv	C	j	φ	Longitud tubería [m]				J	Presión
		[u]	[l/s]	[m/s]	[m]	fricción	[m/m]	[in]	Horiz.	Vert.	Fittings	Total	[m]	[mca]
Riser Nivel 4-3														15,65
	4-5	9	0,47	1,65	0,14	0,0001	0,136	3/4	0	2,5	1,02	3,52	0,48	18,77

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Tabla 29*Pérdidas por accesorios Riser entre nivel 4-3*

Segmento	Riser nivel 4-3		
Descripción	Cantidad	Longitud [m]	Total [m]
Tee de paso bilateral de 3/4"	1	1.02	1.02
			1.02

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Figura 22*Pérdidas y dimensionamiento de Riser entre nivel 3-2*

CÁLCULO DE PÉRDIDAS														
Descripción	Punto o segmento	Unidades	Q	V	h _v	C	j	φ	Longitud tubería [m]			J	Presión	
		[u]	[l/s]	[m/s]	[m]	fricción	[m/m]	[in]	Horiz.	Vert.	Fittings	Total	[m]	[mca]
Riser Nivel 3-2														18,77
	5-6	17	0,79	2,78	0,39	0,0001	0,337	3/4	0,32	2,5	2,38	5,20	1,75	23,41

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Tabla 30*Pérdidas por accesorios Riser entre nivel 3-2*

Segmento	Riser nivel 4-3		
Descripción	Cantidad	Longitud [m]	Total [m]
Tee de paso bilateral de 3/4"	1	1.02	1.02
Reductor de 1" a 3/4"	1	0.08	0.08
Tee de paso bilateral de 1"	1	1.28	1.28
			2.38

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Por último, se dimensiona la tubería que se encuentra al nivel del medidor de agua, y por ende, de la acometida a la red pública:

Figura 23

Pérdidas y dimensionamiento de tubería Nivel 2

CÁLCULO DE PÉRDIDAS														
Descripción	Punto o segmento	Unidades	Q	V	hv	C	j	ϕ	Longitud tubería [m]				J	Presión
		[u]	[l/s]	[m/s]	[m]	fricción	[m/m]	[in]	Horiz.	Vert.	Fittings	Total	[m]	[mca]
Tubería Nivel 2														23,41
	6-7	57	1,97	3,88	0,77	0,0001	0,423	1	24,95	0	8,3	33,25	14,06	38,25
	7-8	121	1,97	3,88	0,77	0,0001	0,423	1 1/2	0,4	0	1,67	2,07	0,88	39,13

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Tabla 31

Pérdidas por accesorios segmento 6-7

Segmento	6-7		
Descripción	Cantidad	Longitud [m]	Total [m]
Tee de paso bilateral de 1"	4	1.28	5.12
Tee de paso directo de 1"	2	0.38	0.76
Codo radio corto 90° de 1"	1	0.62	0.62
Reductor de 1 1/4" a 1"	1	0.11	0.11
			6.50

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Tabla 32

Pérdidas por accesorios Riser entre nivel 3-2

Segmento	7-8		
Descripción	Cantidad	Longitud [m]	Total [m]

Tee de paso bilateral de 1 1/4"	1	1.54	1.54
Reductor de 1 1/2" a 1 1/4"	1	0.13	0.13
			1.67

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

3.5 Diseño de instalaciones sanitarias

Para empezar con el diseño es necesario identificar los aparatos sanitarios que se tiene en la edificación, los cuales se enlistan a continuación:

Tabla 33

Aparatos sanitarios del edificio residencial

Aparato sanitario	Unidades por cuarto	Total
Ducha	1	32
Inodoro	1	32
Lavabo	1	32
Fregadero cocina	1	32

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Ahora identificamos las unidades de descarga y su diámetro para los aparatos sanitarios que tenemos en el edificio residencia a partir de la siguiente tabla:

Tabla 34*Unidades de descarga de aparatos sanitarios*

Aparato	Diámetro en pulgadas	Unidades de descarga
Bañera o tina	1 1/2 -2	2-3
Bidé	1 1/2	2
Ducha privada	3	2
Ducha pública	3	4
Fregaderos	1 1/2	2
Inodoro	3-4	1-3
Inodoro fluxómetro	4	6
Lavaplatos	2	2
Lavadora	2	2
Lavaplatos con triturador	2	3
Fuente de agua potable	1	1-2
Lavamanos	1 1/2 – 2 1/2	1-2
Orinal	1 1/2	2
Orinal fluxómetro	3	10
Orinal de pared	2	5
Baño completo	4	3
Baño con fluxómetro	4	6

Nota. Tomado de Instalaciones Hidrosanitarias y de Gas para Instalaciones, Pérez Carmona (2010)

Tabla 35*Unidades de descarga de aparatos sanitarios para el edificio residencial*

Aparato	Diámetro en pulgadas	Unidades de descarga
Bañera o tina	1 1/2 -2	2-3
Ducha privada	3	2

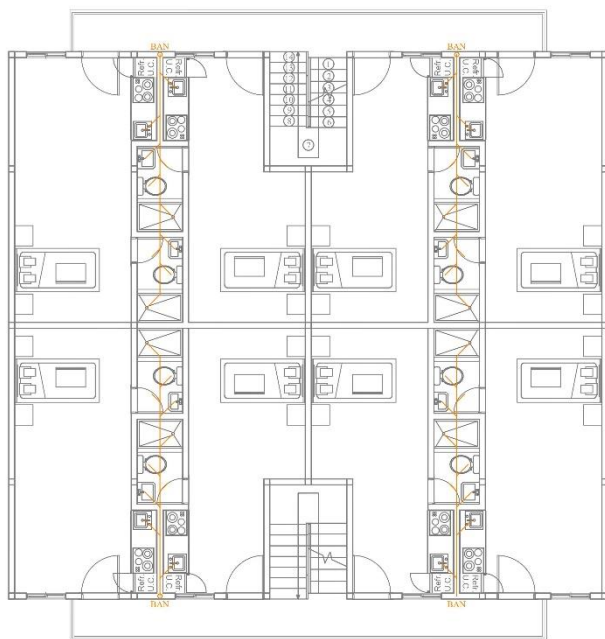
Fregaderos	1 1/2	2
Inodoro	3-4	1-3

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Se establecen la ubicación de las bajantes y se hace el trazado de la red de tubería de aguas sanitarias, la que se presenta a continuación:

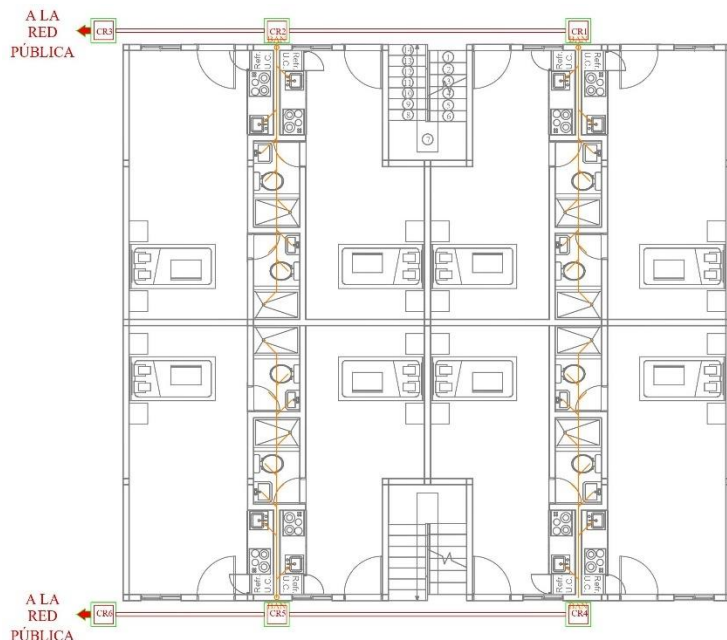
Figura 24

Bosquejo del sistema sanitario niveles 2-3-4



Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Figura 25
Bosquejo del sistema sanitario nivel 1



Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Sabiendo que el inodoro es el aparato sanitario cuyo diámetro para desagüe es el mayor, lo tomamos de referencia para buscar el número máximo de aparatos que soporta, también sabiendo que la edificación es de más de 3 pisos.

Tabla 36

Máximo número de unidades por bajante

Φ	Bajante		Más de 3 pisos	
	Hasta 3 pisos	Total por bajante	Total por piso	
3	30	60	16	
4	240	500	90	
6	960	1900	350	
8	2200	3600	360	

10	3800	5600	1000
12	6000	8400	1500

Nota. Tomado de Instalaciones Hidrosanitarias y de Gas para Instalaciones, Pérez Carmona (2010)

Como el diámetro es de 4 pulgadas, vemos en la tabla que el número máximo de unidades por piso es de 90, y el número máximo de unidades por bajante es 500, para nuestro edificio residencial tenemos que las unidades por piso son 18. Después determinamos el caudal en función de las unidades por piso según la tabla mostrada:

Figura 26

Caudales para fluxómetro según unidades

Unidades	Caudal			Unidades	Caudal		
	gal/min	l/min	l/s		gal/min	l/min	l/s
10	27,0	102,0	1,69	500	140,29	531,0	8,85
12	28,6	108,3	1,81	600	154,08	583,2	9,72
14	30,5	114,3	1,91	700	167,24	633,0	10,55
16	31,8	120,4	1,99	800	182,30	690,0	11,50
18	33,4	126,0	2,09	900	194,98	738,0	12,30
20	35,0	132,5	2,19	1.000	207,66	786,0	13,10
25	38,0	143,8	2,38	1.100	220,34	834,0	13,90
30	41,0	155,2	2,56	1.200	235,40	891,0	14,85
35	43,8	165,8	2,74	1.300	245,71	930,0	15,50
40	46,5	176,0	2,91	1.400	256,80	972,0	16,20
45	49,0	185,5	3,06	1.500	269,48	1.020,0	17,00
50	51,5	195,0	3,22	1.600	280,58	1.062,0	17,70
60	55,0	208,2	3,44	1.700	293,26	1.100,0	18,50
70	58,5	221,4	3,66	1.800	304,36	1.152,0	19,20
80	62,0	234,7	3,88	1.900	315,45	1.194,0	19,90
90	64,8	245,3	4,05	2.000	323,38	1.224,0	20,40
100	67,5	255,5	4,22	2.100	336,06	1.272,0	21,20
120	72,5	274,4	4,53	2.200	347,16	1.314,0	21,90
140	77,5	293,3	4,84	2.300	358,25	1.356,0	22,60
160	82,5	312,3	5,16	2.400	370,94	1.404,0	23,40
180	87,0	329,3	5,44	2.500	380,45	1.440,0	24,00
200	89,25	337,8	5,63	2.600	391,54	1.482,0	24,70
210	90,36	342,0	5,70	2.700	404,23	1.530,0	25,50
220	92,58	350,4	5,84	2.800	413,74	1.566,0	26,10
230	95,11	360,0	6,00	2.900	423,25	1.602,0	26,70
240	98,28	372,0	6,20	3.000	432,76	1.638,0	27,30
250	100,98	382,2	6,37	3.100	443,86	1.680,0	28,00
260	102,72	388,8	6,48	3.200	454,95	1.722,0	28,70
270	104,62	396,0	6,60	3.300	464,46	1.758,0	29,30
280	106,37	402,6	6,71	3.400	480,32	1.818,0	30,30
290	108,27	409,8	6,83	3.500	489,83	1.854,0	30,90
300	110,01	416,4	6,94	3.600	500,92	1.896,0	31,60
320	113,03	427,8	7,13	3.700	512,02	1.938,0	32,30
340	116,04	439,2	7,32	3.800	521,53	1.974,0	32,90
360	119,21	451,2	7,52	3.900	532,63	2.016,0	33,60
380	122,22	462,6	7,71	4.000	548,48	2.076,0	34,30
400	125,23	474,0	7,90	4.100	553,24	2.094,0	34,90
420	128,24	485,4	8,09	4.200	564,33	2.136,0	35,60
440	131,25	496,8	8,28	4.300	575,43	2.178,0	36,30
460	134,27	508,2	8,47	4.400	584,94	2.214,0	36,90
480	137,28	519,6	8,66	4.500	596,04	2.256,0	37,60

Nota. Tomado de Instalaciones Hidrosanitarias y de Gas para Instalaciones, Pérez Carmona (2010)

Tomando en cuenta que asignamos 4 bajantes entre los niveles, se presenta a continuación un resumen del diseño:

Figura 27

Diseño de las 4 bajantes por piso

Puntos o tramos	Pisos servidos	Por piso	Total	Máx	Q	L	Diámetro
	[u]	[u]	[u]	[u]	[l/s]	[m]	[inch]
Bajantes Entre Nivel 4-3	1	18	18	500	2,09	2,5	4
Bajantes Entre Nivel 3-2	2	18	36	500	2,77	5	4
Bajantes Entre Nivel 2-1	3	18	54	500	3,31	7,5	4

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Para el diseño de los colectores horizontales, los separamos por tramos, en este caso de acuerdo con las 6 cajas de registro/inspección. Ahora identificamos las unidades de descarga propias del colector y las acumulativas, el diseño será igual para la línea de tubería CR1 – CR2 - CR3, que la línea de tubería CR4 – CR5- CR6. Para la línea de tuberías que va desde CR1 hasta CR2 tenemos 72 unidades propias y 72 acumuladas, al igual que la tubería que va desde CR2 hasta CR3 que tiene 72 unidades propias, pero 148 unidades acumuladas, verificamos que cumpla con lo establecido en la siguiente tabla:

Tabla 37

Unidades máximas para ramales horizontales

Φ [inch]	Unidades	Q [l/s]
3	20	2.19
4	160	5.16
6	620	10.30
8	1400	23.40

Nota. Tomado de Instalaciones Hidrosanitarias y de Gas para Instalaciones, Pérez Carmona (2010)

Según la tabla adjunta, el diámetro de 4" es capaz de soportar 160 unidades, por lo que el diámetro de tubería es adecuado. Buscando optimizar el diseño, determinamos que la tubería esté al 75% de su capacidad, para esto buscamos los datos respectivos en la siguiente tabla:

Figura 28

Relaciones hidráulicas en tubería $n/N \neq 1$

Qo = Caudal a tubo lleno
Q = Caudal de diseño
Y = Profundidad de lamina
 ϕ = Diámetro de la tubería
D = Profundidad hidráulica

Vo = Velocidad a tubo lleno
V = Velocidad real
Ao = Área a tubo lleno
A = Área del agua

Q/Qo	Y/ ϕ	V/Vo	D/ ϕ	A/Ao	Q/Qo	Y/ ϕ	V/Vo	D/ ϕ	A/Ao
.010	.061	.272	.041	.025	.540	.587	.881	.487	.610
.020	.099	.327	.067	.051	.550	.594	.886	.494	.618
.030	.126	.366	.086	.073	.560	.600	.891	.502	.626
.040	.148	.398	.102	.092	.570	.600	.891	.502	.626
.050	.168	.426	.116	.110	.580	.613	.901	.518	.642
.060	.185	.450	.128	.127	.590	.619	.905	.526	.650
.070	.200	.473	.140	.143	.600	.625	.910	.534	.658
.080	.215	.495	.151	.157	.610	.632	.915	.542	.666
.090	.228	.515	.161	.172	.620	.638	.919	.550	.674
.100	.241	.534	.170	.185	.630	.644	.924	.559	.681
.110	.253	.553	.179	.199	.640	.651	.928	.561	.689
.120	.264	.564	.180	.211	.650	.657	.933	.575	.697
.130	.275	.575	.197	.224	.660	.663	.937	.585	.704
.140	.286	.586	.205	.236	.670	.670	.942	.595	.712
.150	.296	.596	.213	.248	.680	.676	.946	.604	.720
.160	.306	.606	.221	.259	.690	.683	.950	.614	.727
.170	.316	.616	.229	.271	.700	.689	.954	.623	.735
.180	.325	.626	.236	.282	.710	.695	.959	.633	.742
.190	.334	.636	.244	.293	.720	.702	.963	.644	.750
.200	.343	.645	.251	.304	.730	.709	.967	.654	.757
.210	.352	.655	.258	.314	.740	.715	.971	.665	.765
.220	.361	.664	.266	.325	.750	.721	.975	.677	.772
.230	.369	.673	.273	.335	.760	.728	.978	.688	.780
.240	.377	.681	.280	.345	.770	.735	.982	.700	.787
.250	.385	.690	.287	.355	.780	.741	.986	.713	.795
.260	.393	.699	.294	.365	.790	.748	.990	.725	.802
.270	.401	.707	.300	.375	.800	.755	.993	.739	.810
.280	.409	.715	.307	.385	.810	.761	.997	.753	.817
.290	.417	.724	.314	.394	.820	.768	1.000	.767	.824
.300	.424	.732	.321	.404	.830	.775	1.003	.783	.832
.310	.432	.740	.328	.413	.840	.782	1.007	.798	.839
.320	.439	.747	.334	.422	.850	.789	1.010	.815	.847
.330	.446	.755	.341	.432	.860	.796	1.013	.833	.854
.340	.453	.763	.348	.441	.870	.804	1.016	.852	.861
.350	.460	.770	.354	.450	.880	.811	1.019	.871	.869
.360	.468	.778	.361	.459	.890	.818	1.022	.892	.876
.370	.475	.785	.368	.468	.900	.826	1.024	.915	.883
.380	.482	.792	.374	.476	.910	.834	1.027	.940	.891
.390	.488	.799	.381	.485	.920	.842	1.029	.966	.896
.400	.495	.806	.388	.494	.930	.850	1.032	.995	.906
.410	.502	.813	.395	.503	.940	.858	1.034	1.027	.913
.420	.509	.820	.402	.511	.950	.867	1.036	1.063	.921
.430	.516	.827	.408	.520	.960	.875	1.037	1.103	.928
.440	.522	.833	.415	.528	.970	.884	1.039	1.149	.936
.450	.529	.840	.422	.537	.980	.894	1.040	1.202	.943
.460	.535	.846	.429	.545	.990	.904	1.047	1.265	.951
.470	.542	.853	.436	.553	1.000	.914	1.047	1.344	.958
.480	.549	.859	.443	.562	1.010	.925	1.047	1.445	.966
.490	.555	.865	.450	.570	1.020	.938	1.046	1.584	.974
.500	.561	.861	.458	.578	1.030	.952	1.044	1.803	.982
.510	.568	.866	.465	.586	1.040	.969	1.040	2.242	.991
.520	.574	.871	.472	.594					
.530	.581	.876	.479	.602					

Nota. Tomado de Instalaciones Hidrosanitarias y de Gas para Instalaciones, Pérez Carmona (2010)

Verificamos que se cumplan los requisitos de diseño:

$y < 0.75 \times \emptyset$	(3.21)
$V > 0.6 \times V_0$	(3.22)

En nuestro caso tenemos:

$$\frac{y}{\emptyset} = 0.741 \quad \rightarrow \quad y = 0.741 \times \emptyset \quad (\text{CUMPLE})$$

$$\frac{V}{V_0} = 0.986 \quad \rightarrow \quad V = 0.986 \times V_0 \quad (\text{CUMPLE})$$

Y calculando el caudal tenemos:

$$\frac{Q}{Q_0} = 0.780 \quad \rightarrow \quad Q_0 = \frac{3.31}{0.780} \quad \rightarrow \quad Q_0 = 4.24 \left[\frac{l^3}{s} \right]$$

Con este caudal, o en su defecto, el más aproximado, ingresamos a la tabla de Manning para determinar la velocidad y la pendiente correspondiente, en la siguiente tabla:

Figura 29

Tabla de Manning para tubería ϕ 4'' para determinar velocidad, caudal y tensión tractiva según una pendiente

4''				n = 0.009			Manning				
S %	9,60vs	77,84vs	250qS	S %	9,60vs	77,84vs	250qS	S %	9,60vs	77,84vs	250qS
	V	Q	F _t		V	Q	F _t		V	Q	F _t
	m/s	l/s	kg/m ²		m/s	l/s	kg/m ²		m/s	l/s	kg/m ²
0,4	0,61	4,92	0,10	5,2	2,19	17,75	1,32				
0,5	0,68	5,50	0,13	5,4	2,23	18,09	1,37				
0,6	0,74	6,03	0,15	5,6	2,27	18,42	1,42				
0,7	0,80	6,51	0,18	5,8	2,31	18,75	1,47				
0,8	0,86	6,96	0,20	6,0	2,35	19,07	1,52				
0,9	0,91	7,38	0,23	6,2	2,39	19,38	1,57				
1,0	0,96	7,78	0,25	6,4	2,43	19,69	1,63				
1,1	1,01	8,16	0,28	6,6	2,47	20,00	1,68				
1,2	1,05	8,53	0,30	6,8	2,50	20,30	1,73				
1,3	1,09	8,88	0,33	7,0	2,54	20,59	1,78				
1,4	1,14	9,21	0,36	7,2	2,58	20,89	1,83				
1,5	1,18	9,53	0,38	7,4	2,61	21,17	1,88				
1,6	1,21	9,85	0,41	7,6	2,65	21,46	1,93				
1,7	1,25	10,15	0,43	7,8	2,68	21,74	1,98				
1,8	1,29	10,44	0,46	8,0	2,72	22,02	2,03				
1,9	1,32	10,73	0,48	8,2	2,75	22,29	2,08				
2,0	1,36	11,01	0,51	8,4	2,78	22,56	2,13				
2,1	1,39	11,28	0,53	8,6	2,82	22,83	2,18				
2,2	1,42	11,55	0,56	8,8	2,85	23,09	2,24				
2,3	1,46	11,81	0,58	9,0	2,88	23,35	2,29				
2,4	1,49	12,06	0,61	9,2	2,91	23,61	2,34				
2,5	1,52	12,31	0,64	9,4	2,94	23,87	2,39				
2,6	1,55	12,55	0,66	9,6	2,97	24,12	2,44				
2,7	1,58	12,79	0,69	9,8	3,01	24,37	2,49				
2,8	1,61	13,03	0,71	10,0	3,04	24,62	2,54				
2,9	1,63	13,26	0,74	10,5	3,11	25,22	2,67				
3,0	1,66	13,48	0,76	11,0	3,18	25,82	2,79				
3,1	1,69	13,71	0,79	11,5	3,26	26,40	2,92				
3,2	1,72	13,92	0,81	12,0	3,33	26,96	3,05				
3,3	1,74	14,14	0,84	12,5	3,39	27,52	3,18				
3,4	1,77	14,35	0,86	13,0	3,46	28,07	3,30				
3,5	1,80	14,56	0,89	13,5	3,53	28,60	3,43				
3,6	1,82	14,77	0,91	14,0	3,59	29,13	3,56				
3,7	1,85	14,97	0,94	14,5	3,66	29,64	3,68				
3,8	1,87	15,17	0,97	15,0	3,72	30,15	3,81				
3,9	1,90	15,37	0,99	15,5	3,78	30,65	3,94				
4,0	1,92	15,57	1,02	16,0	3,84	31,14	4,06				
4,1	1,94	15,76	1,04	16,5	3,90	31,62	4,19				
4,2	1,97	15,95	1,07	17,0	3,96	32,09	4,32				
4,3	1,99	16,14	1,09	17,5	4,02	32,56	4,45				
4,4	2,01	16,33	1,12	18,0	4,07	33,02	4,57				
4,5	2,04	16,51	1,14	18,5	4,13	33,48	4,70				
4,6	2,06	16,69	1,17	19,0	4,18	33,93	4,83				
4,7	2,08	16,88	1,19	19,5	4,24	34,37	4,95				
4,8	2,10	17,05	1,22	20,0	4,29	34,81	5,08				
4,9	2,13	17,23	1,24	20,5	4,35	35,24	5,21				
5,0	2,15	17,41	1,27	21,0	4,40	35,67	5,33				

Nota. Tomado de Instalaciones Hidrosanitarias y de Gas para Instalaciones, Pérez Carmona (2010)

Finalmente, el diseño de los ramales horizontales se presenta a continuación:

Figura 30

Diseño de los ramales horizontales

SEGMENTO	UNIDADES			S	L	Diámetro	Q ₀₀	V	Δh	Elevaciones	
	PROPIO	ACUMULADO	MÁX							Inicial	Final
CR1- CR2	72	72	160	0,4	6,89	4	4,92	0,61	0,0420	-0,4	-0,44
CR2 -CR3	72	144	160	0,4	3,69	4	4,92	0,61	0,0225	-0,44	-0,46
CR4 - CR5	72	72	160	0,4	6,89	4	4,92	0,61	0,0420	-0,4	-0,44
CR5 - CR6	72	144	160	0,4	3,69	4	4,92	0,61	0,0225	-0,44	-0,46

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Tabla 38

Cálculo de caudal y velocidad para ramal horizontal CR1 – CR2 al 75% de capacidad

TRAMO CR1-CR2 (0.75φ)	
Q/Qo	0.78
Q	2.42
S	0.4
Qo	4.92
Vo	0.61

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Tabla 39

Cálculo de caudal y velocidad para ramal horizontal CR2 – CR3 al 75% de capacidad

TRAMO CR2-CR3 (0.75φ)	
Q/Qo	0.78
Q	2.42
S	0.4
Qo	4.92
Vo	0.61

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Tabla 40

Cálculo de caudal y velocidad para ramal horizontal CR4 – CR5 al 75% de capacidad

TRAMO CR4-CR5 (0.75φ)	
Q/Qo	0.78
Q	2.42

S	0.4
Q _o	4.92
V _o	0.61

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Tabla 41

Cálculo de caudal y velocidad para ramal horizontal CR5 – CR6 al 75% de capacidad

TRAMO CR5-CR6 (0.75φ)	
Q/Q _o	0.78
Q	2.42
S	0.4
Q _o	4.92
V _o	0.61

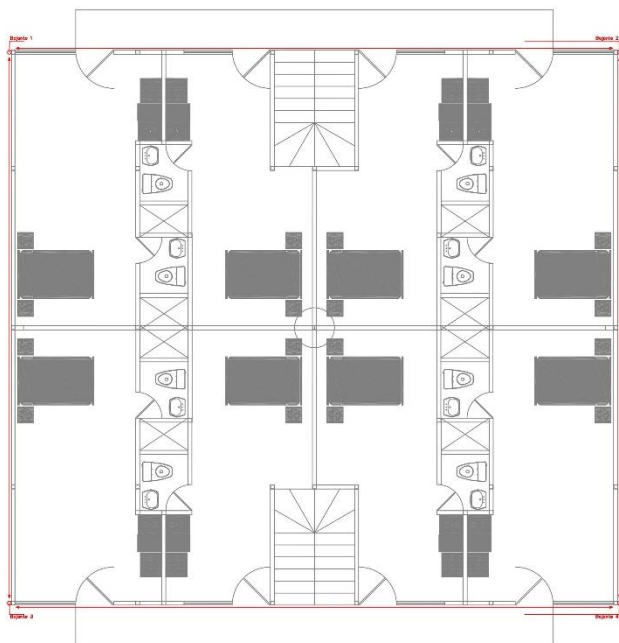
Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

3.6 Diseño de tubería de aguas lluvias

Se tendrán 4 bajantes de aguas lluvias en cada esquina del edificio residencial, para lo cual cada uno contará con 2 colectores en ambas direcciones según el bosquejo presentado a continuación:

Figura 31

Esquema de ubicación de bajantes de aguas lluvias



Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Primero calculamos la intensidad de lluvia según la estación más cercana al lugar del proyecto, esta estación es:

Figura 32

Intensidad, duración, frecuencia, Estación M0008 PUYO

ESTACIÓN		INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES	R	R ²
CÓDIGO	NOMBRE				
M0008	PUYO	5 < 120	$i = 279.762 * T^{0.1201} * t^{-0.4262}$	0.9916	0.9832
		120 < 1440	$i = 1610.1434 * T^{0.1334} * t^{-0.8093}$	0.9985	0.9970

Nota. Tomado de Determinación de ecuaciones para el cálculo de intensidades máximas de precipitación, INAMHI (2019)

En base a las estadísticas presentadas de la estación, calculamos la intensidad de lluvia correspondiente:

Figura 33

Intensidad de lluvia para el edificio residencial

INTERVALOS	A	B	C	TR [años]	t [min]	I [mm/h]	I selec	I adop
I [mm/h] 5-120 [min]	279,762	0,1201	0,4262	10	5	185,78	185,78	200,00
I [mm/h] 120<1440 [min]	1610,1434	0,1334	0,8093			595,10		

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Adoptamos una intensidad de 200 [mm/h] y escogemos un diámetro de 4" según la tabla mostrada:

Figura 34

Cálculo de bajantes de aguas lluvias

Ø"	Intensidad de la lluvia en mm/h					
	50	75	100	125	150	200
2	130	85	65	50	40	30
2.5	240	160	120	95	80	60
3	400	270	200	160	135	100
4	850	570	425	340	285	210
5	1.570	1.050	800	640	535	400
6	2.450	1.650	1.200	980	835	625
8	5.300	3.500	2.600	2.120	1.760	1.300
C	0.0139	0.0208	0.0278	0.0347	0.0417	0.0556

Nota. Tomado de Instalaciones Hidrosanitarias y de Gas para Instalaciones, Pérez Carmona (2010)

El área para de aporte para cada bajante es de 63.43 [m²]. Para el cálculo del caudal hacemos uso de la siguiente ecuación:

$$Q = C * I * A \quad (3.23)$$

Entonces

$$Q = C * I * A = 1 * \left(\frac{200}{3600}\right) * 63.43 \rightarrow Q = 3.52 \text{ [l/s]}$$

La distribución de áreas y diámetro para cada una de las bajantes de aguas lluvias es la siguiente:

Tabla 42

Distribución de áreas, caudal y diámetros de bajantes aguas lluvias

DSPT	Áreas		Diseño	
	Local	Acumulada	Caudal	Diámetro
	[m2]	[m2]	[l/s]	[in]
1	63.43	63.43	3.52	4
2	63.43	63.43	3.52	4
3	63.43	63.43	3.52	4
4	63.43	63.43	3.52	4

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Para los colectores horizontales de aguas lluvias repartimos el área de las bajantes para los 2 colectores que contribuirán con la recolección de las aguas lluvias, a partir debemos cumplir criterios como:

$$y < 0.7 * \emptyset \quad (3.24)$$

$$0.8 \text{ [m/s]} < V < 1 \text{ [m/s]} \quad (3.25)$$

Establecemos una pendiente del 2% y buscamos la velocidad y caudal de diseño en la tabla siguiente:

Figura 35

Tabla de Manning para ϕ 3" para determinar velocidad, caudal y tensión tractiva según una pendiente

3"		n = 0.009			Manning		
S %	7.93 vs	36.14 vs	250qS	S %	7.93 vs	36.14 vs	250qS
	V	Q	F _t		V	Q	F _t
	m/s	l/s	kg/m ²		m/s	l/s	kg/m ²
0.6	0.61	2.80	0.11	5.6	1.88	8.55	1.07
0.7	0.66	3.02	0.13	5.8	1.91	8.70	1.10
0.8	0.71	3.23	0.15	6.0	1.94	8.85	1.14
0.9	0.75	3.43	0.17	6.2	1.97	9.00	1.18
1.0	0.79	3.61	0.19	6.4	2.01	9.14	1.22
1.1	0.83	3.79	0.21	6.6	2.04	9.28	1.26
1.2	0.87	3.96	0.23	6.8	2.07	9.42	1.30
1.3	0.90	4.12	0.25	7.0	2.10	9.56	1.33
1.4	0.94	4.28	0.27	7.2	2.13	9.70	1.37
1.5	0.97	4.43	0.29	7.4	2.16	9.83	1.41
1.6	1.00	4.57	0.30	7.6	2.19	9.96	1.45
1.7	1.03	4.71	0.32	7.8	2.21	10.09	1.49
1.8	1.06	4.85	0.34	8.0	2.24	10.22	1.52
1.9	1.09	4.98	0.36	8.2	2.27	10.35	1.56
2.0	1.12	5.11	0.38	8.4	2.30	10.47	1.60
2.1	1.15	5.24	0.40	8.6	2.33	10.60	1.64
2.2	1.18	5.36	0.42	8.8	2.35	10.72	1.68
2.3	1.20	5.48	0.44	9.0	2.38	10.84	1.71
2.4	1.23	5.60	0.46	9.2	2.41	10.96	1.75
2.5	1.25	5.71	0.48	9.4	2.43	11.08	1.79
2.6	1.28	5.83	0.50	9.6	2.46	11.20	1.83
2.7	1.30	5.94	0.51	9.8	2.48	11.31	1.87
2.8	1.33	6.05	0.53	10.0	2.51	11.43	1.91
2.9	1.35	6.15	0.55	10.5	2.57	11.71	2.00
3.0	1.37	6.26	0.57	11.0	2.63	11.99	2.10
3.1	1.40	6.36	0.59	11.5	2.69	12.26	2.19
3.2	1.42	6.46	0.61	12.0	2.75	12.52	2.29
3.3	1.44	6.57	0.63	12.5	2.80	12.78	2.38
3.4	1.46	6.66	0.65	13.0	2.86	13.03	2.48
3.5	1.48	6.76	0.67	13.5	2.91	13.28	2.57
3.6	1.50	6.86	0.69	14.0	2.97	13.52	2.67
3.7	1.53	6.95	0.70	14.5	3.02	13.76	2.76
3.8	1.55	7.04	0.72	15.0	3.07	14.00	2.86
3.9	1.57	7.14	0.74	15.5	3.12	14.23	2.95
4.0	1.59	7.23	0.76	16.0	3.17	14.46	3.05
4.1	1.61	7.32	0.78	16.5	3.22	14.68	3.14
4.2	1.63	7.41	0.80	17.0	3.27	14.90	3.24
4.3	1.64	7.49	0.82	17.5	3.32	15.12	3.33
4.4	1.66	7.58	0.84	18.0	3.36	15.33	3.43
4.5	1.68	7.67	0.86	18.5	3.41	15.54	3.52
4.6	1.70	7.75	0.88	19.0	3.46	15.75	3.62
4.7	1.72	7.83	0.90	19.5	3.50	15.96	3.71
4.8	1.74	7.92	0.91	20.0	3.55	16.16	3.81
4.9	1.76	8.00	0.93	20.5	3.59	16.36	3.91
5.0	1.77	8.08	0.95	21.0	3.63	16.56	4.00
5.2	1.81	8.24	0.99	21.5	3.68	16.76	4.10
5.4	1.84	8.40	1.03	22.0	3.72	16.95	4.19

Nota. Tomado de Instalaciones Hidrosanitarias y de Gas para Instalaciones, Pérez Carmona (2010)

Con la pendiente establecida tenemos $V=1.12$ [m/s] y $Q=5.11$ [l/s].

Entonces hacemos las comprobaciones correspondientes:

Tabla 43

Comprobación de Y y Q para tramo A-1 aguas lluvias

TRAMO A-1		
q	1.76	[l/s]
V _o	1.12	[m/s]
Q _o	5.11	[l/s]

q/Q_0	0.34	
y/ϕ	0.446	
v/V_0	0.755	
Y [in]	1.34	CUMPLE
V [m/s]	0.85	CUMPLE

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Como el área que contribuye cada colector es igual, y se establece el mismo diámetro, la comprobación hecha es igual para los demás colectores, entonces se presenta el resumen:

Figura 36

Dimensionamiento de colectores horizontales

COLECTOR HORIZONTAL												
SEG.	ÁREA			CAUDAL	DIMENSIÓN		PENDIENTE	DISEÑO			ELEVACIONES	
	Parcial	Acumulado	Max	Q	L	ϕ	S	V_0	Q_0	Δh	INICIAL	FINAL
	[m ²]	[m ²]	[m ²]	[l/s]	[m]	[in]	%	[m/s]	[l/s]	[m]	[m]	[m]
A-1	31,71	31,71	105	1,76	8,03	3	2	1,12	5,11	0,1606	10,20	10,04
D-1	31,71	31,71	105	1,76	7,90	3	2	1,12	5,11	0,1580	10,20	10,04
A-2	31,71	31,71	105	1,76	8,03	3	2	1,12	5,11	0,1606	10,20	10,04
B-2	31,71	31,71	105	1,76	7,90	3	2	1,12	5,11	0,1580	10,20	10,04
D-3	31,71	31,71	105	1,76	7,90	3	2	1,12	5,11	0,1580	10,20	10,04
C-3	31,71	31,71	105	1,76	8,03	3	2	1,12	5,11	0,1606	10,20	10,04
B-4	31,71	31,71	105	1,76	7,90	3	2	1,12	5,11	0,1580	10,20	10,04
C-4	31,71	31,71	105	1,76	8,03	3	2	1,12	5,11	0,1606	10,20	10,04

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

3.7 Diseño de instalaciones eléctricas

3.7.1 Distribución eléctrica del edificio

La distribución de los 4 pisos de la edificación es la misma, cada piso consta de 8 habitaciones separadas entre sí, se va a hacer la colocación de 2 paneles de control por piso, por lo que a cada panel le corresponde 4 habitaciones y el alumbrado exterior, lo cual se resume en la siguiente tabla:

Figura 37

Distribución eléctrica para un panel de control

NOMBRE DEL CIRCUITO	VOLTAJE [V]	PUNTOS	DESCRIPCIÓN
A1-1.1	120	2	Luces Cocina y puerta Cuarto 1
A1-1.2	120	2	Luces Cama y baño Cuarto 1
D1	240	1	Ducha Eléctrica Cuarto 1
T1-120	120	6	Tomacorriente Cuarto 1-120
T1-240	240	1	Tomacorriente Cuarto 1-240
A2-2.1	120	2	Luces Cocina y puerta Cuarto 2
A1-2.2	120	2	Luces Cama y baño Cuarto 2
D2	240	1	Ducha Eléctrica Cuarto 2
T2-120	120	6	Tomacorriente Cuarto 2-120
T2-240	240	1	Tomacorriente Cuarto 2-240
A3-3.1	120	2	Luces Cocina y puerta Cuarto 3
A3-3.2	120	2	Luces Cama y baño Cuarto 3
D3	240	1	Ducha Eléctrica Cuarto 3
T3-120	120	6	Tomacorriente Cuarto 3-120
T3-240	240	1	Tomacorriente Cuarto 3-240
A4-4.1	120	2	Luces Cocina y puerta Cuarto 4
A4-4.2	120	2	Luces Cama y baño Cuarto 4
D4	240	1	Ducha Eléctrica Cuarto 4
T4-120	120	6	Tomacorriente Cuarto 4-120
T4-240	240	1	Tomacorriente Cuarto 4-240
L.I.A. Com	120	4	Luces Área Comunal
T-120-A. Com	120	2	Tomacorrientes Área Comunal 120
T-240-1-A. Com	240	1	Tomacorrientes Área Comunal 240-1
T-240-2-A. Com	240	1	Tomacorrientes Área Comunal 240-2

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Debemos tomar en cuenta que cada cuarto va a tener su propio panel de control, un ejemplo sería:

Tabla 44

Distribución eléctrica para un panel secundario

PANEL SECUNDARIO	CIRCUITO	DESCRIPCIÓN
PS1-CUARTO 1	A1-1.1	Luces cocina y puerta, cuarto 1
	D1	Luces cama y baño, cuarto 1
	T1-120	Tomacorriente Cuarto 1-120
	T1-240	Tomacorriente Cuarto 1-240

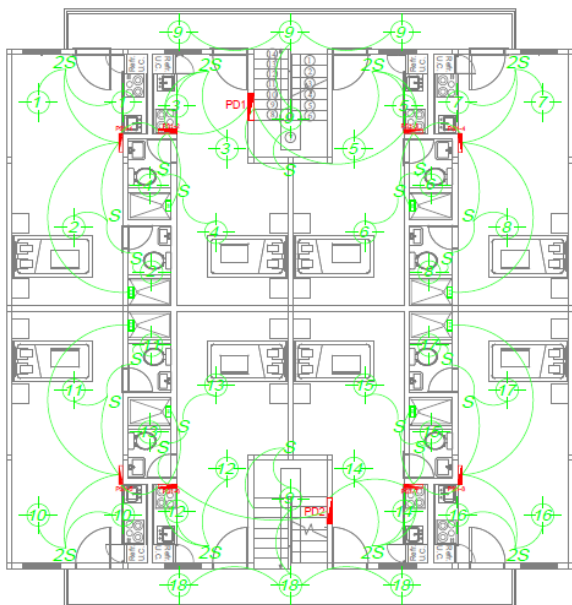
Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

3.7.2 Estimación de la demanda eléctrica para un circuito

A continuación, se presenta un bosquejo en planta de la distribución eléctrica de uno los pisos, esta distribución será la misma para todos los pisos:

Figura 38

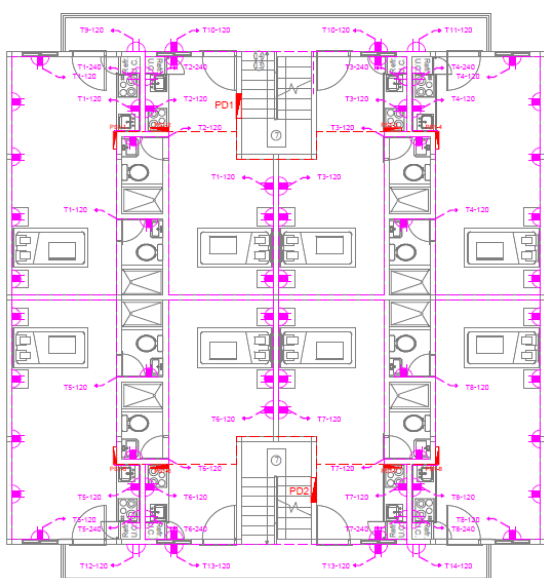
Distribución de iluminación para cada nivel



Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Figura 39

Distribución de tomacorrientes para cada nivel



Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

A manera de ejemplo, se va a realizar el cálculo de la demanda eléctrica para un circuito de iluminación, uno de tomacorriente de 120 [V] y uno de 240 [V].

3.7.2.1 Circuito de iluminación

Circuito A1-1.1: Luces cocina y puerta, cuarto 1.

- Voltaje: 120 [V]
- Fase: A
- Polos: 1
- Cantidad: 2
- Potencia: 30 [W]

Para calcular la demanda total de potencia, es necesario saber que en el panel de control se va a contar con 2 fases: A y B.

Potencia Fase A: 60 [W]

Potencia Fase B: 0 [W]

Para el cálculo de la demanda máxima unitaria (DMU) se necesita un factor de demanda, que para nuestro caso es 0.7 para iluminación y 0.8 para tomacorrientes.

DMU: 42 [W]

La corriente (en amperios [A]) es la relación entre DMU y el Voltaje:

Corriente: 1 [A]

Ahora debemos buscar la corriente comercial según la siguiente tabla:

Tabla 45*Capacidad de protección en función del calibre del conductor*

Calibre del conductor AWG	14	12	10	8	6
Capacidad máxima del interruptor [A]	15/16	20	30/32	40	50

Nota. Tomado de National Electrical Code

Nuestra corriente comercial es de 15 [A].

Además, se calcula la corriente de reserva, que resulta de un incremento del 25% de la corriente comercial, esto es: 19 [A].

3.7.2.2 Circuito de tomacorrientes de 120 [V]

Circuito T1-120: Tomacorrientes cuarto 1-120 [V].

- Voltaje: 120 [V]
- Fase: A
- Polos: 1
- Cantidad: 7
- Potencia: 200 [W]

Potencia Fase A: 0 [W]

Potencia Fase B: 1400 [W]

El factor de demanda es de 0.8 para tomacorrientes, por lo que se tiene:

DMU: 1120 [W]

Corriente: 9 [A]

Corriente comercial: 15 [A].

Corriente de reserva: 19 [A].

3.7.2.3 Circuito de tomacorrientes de 240 [V]

Circuito T1-240: Circuito de tomacorrientes de 240 [V] del cuarto 1, este será para el uso de la cocina de inducción.

- Voltaje: 240 [V]
- Fase: AB
- Polos: 2
- Cantidad: 1
- Potencia: 7200 [W]

Potencia Fase A: 3600 [W]

Potencia Fase B: 3600 [W]

El factor de demanda de las cargas especiales que se tenga, para esto tenemos la siguiente tabla:

Tabla 46

Factores de descarga para cargas especiales

	Para 1 carga		Para 2 cargas o más	
	CE < 10 [kW]	10 [kW] < CE < 20 [kW]	CE > 20 [kW]	
1	0.80	0.75	0.65	

Nota. Tomado de NEC-SB-IE

Para este caso, tenemos 1 sola carga especial, por lo que nuestro factor de demanda es 1, entonces:

DMU: 7200 [W]

Corriente: 30 [A]

Corriente comercial: 30 [A].

Corriente de reserva: 38 [A].

Este mismo proceso se deberá seguir para la ducha eléctrica

3.7.3 Demanda eléctrica para el panel de control

Los cálculos realizados se hacen para todos los cuartos y exterior que corresponden al panel de control, el resumen se presenta a continuación:

Figura 40

Demanda eléctrica para un panel de control principal

PANEL PRINC	PS	CIRCUITO	DESCRIPCION	VOLTAJE [V]	FASE	POLOS	CANTIDAD	POTENCIA [W]	TOTAL POTENCIA [W]		FACTOR DEMANDA	DMU [W]	CORRIENTE [A]	CORRIENTE COMERCIAL [A]	CORRIENTE RESERVA [A]	
									Fase A	Fase B						
PANEL PRINCIPAL - NIVEL 1	PN-1	A1-1.1	Luces Cocina y puerta Cuarto 1	120	A	1	2	30	60	60	0,7	42	0,4	14	18	
		A1-1.2	Luces Cama y baño Cuarto 1	120	B	1	2	30	60	60	0,7	42	0,4	14	18	
		D1	Ducha Eléctrica Cuarto 1	240	AB	2	1	3500	1750	1750	1,0	3500	15	15	19	
		T1-120	Tomacorriente Cuarto 1-120	120	A	1	7	200	1400	1400	0,8	1120	9	15	19	
	T1-240	Tomacorriente Cuarto 1-240	240	AB	2	1	7200	3600	3600	1,0	7200	30	30	38		
	PN-2	A2-2.1	Luces Cocina y puerta Cuarto 2	120	B	1	2	30	60	60	0,7	42	0,4	14	18	
		A2-2.2	Luces Cama y baño Cuarto 2	120	A	1	2	30	60	60	0,7	42	0,4	14	18	
		D2	Ducha Eléctrica Cuarto 2	240	AB	2	1	3500	1750	1750	1,0	3500	15	15	19	
		T2-120	Tomacorriente Cuarto 2-120	120	B	1	6	200	1200	1200	0,8	960	8	15	19	
	T2-240	Tomacorriente Cuarto 2-240	240	AB	2	1	7200	3600	3600	1,0	7200	30	30	38		
	PN-3	A3-1.1	Luces Cocina y puerta Cuarto 3	120	A	1	2	30	60	60	0,7	42	0,4	14	18	
		A3-1.2	Luces Cama y baño Cuarto 3	120	B	1	2	30	60	60	0,7	42	0,4	14	18	
		D3	Ducha Eléctrica Cuarto 3	240	AB	2	1	3500	1750	1750	1,0	3500	15	15	19	
		T3-120	Tomacorriente Cuarto 3-120	120	A	1	7	200	1400	1400	0,8	1120	9	15	19	
	T3-240	Tomacorriente Cuarto 3-240	240	AB	2	1	7200	3600	3600	1,0	7200	30	30	38		
	PN-4	A4-2.1	Luces Cocina y puerta Cuarto 4	120	B	1	2	30	60	60	0,7	42	0,4	14	18	
		A4-2.2	Luces Cama y baño Cuarto 4	120	A	1	2	30	60	60	0,7	42	0,4	14	18	
		D4	Ducha Eléctrica Cuarto 4	240	AB	2	1	3500	1750	1750	1,0	3500	15	15	19	
		T4-120	Tomacorriente Cuarto 4-120	120	B	1	6	200	1200	1200	0,8	960	8	15	19	
	T4-240	Tomacorriente Cuarto 4-240	240	AB	2	1	7200	3600	3600	1,0	7200	30	30	38		
	Luces Área Comunal				120	A	1	4	30	120	120	0,7	84	1	14	18
	Tomacorrientes Área Comunal 120				120	B	1	2	200	400	400	0,8	320	3	14	18
	Tomacorrientes Área Comunal 240-1				240	AB	2	1	2500	1250	1250	1,0	2500	10	14	18
	Tomacorrientes Área Comunal 240-2				240	AB	2	1	2500	1250	1250	1,0	2500	10	14	18

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

3.7.4 Selección de los cables y conducto

Para seleccionar el calibre del conductor AWG hacemos uso de la tabla Capacidad de protección en función del calibre del conductor, además dependiendo de la existencia de cargas especiales se seleccionará fase (F), neutro (N) y tierra (T) según corresponda. La selección del conducto tipo PVC depende del área de los cables, en base a esa área se busca un diámetro comercial del conducto.

El resumen de la selección para cada circuito del panel se presenta a continuación:

Figura 41

Selección de cables y conducto para un panel principal de control

PANEL PRINC	PS	CIRCUITO	DESCRIPCIÓN	CORRIENTE COMERCIAL [A]	CABLES	CONDUCTO PVC
PANEL PRINCIPAL-Norte NIVEL 1	PN-1	A1-1.1	Luces Cocina y puerta Cuarto 1	14	1F14+1N14 AWG THHN	3/8"
		A1-1.2	Luces Cama y baño Cuarto 1	14	1F14+1N14 AWG THHN	3/8"
		D1	Ducha Eléctrica Cuarto 1	15	2F14+1T12 AWG THHN	3/8"
		T1-120	Tomacorriente Cuarto 1-120	15	1F14+1N14 AWG THHN	3/8"
		T1-240	Tomacorriente Cuarto 1-240	30	2F10+1T8 AWG THHN	1/2"
	PN-2	A2-2.1	Luces Cocina y puerta Cuarto 2	14	1F14+1N14 AWG THHN	3/8"
		A2-2.2	Luces Cama y baño Cuarto 2	14	1F14+1N14 AWG THHN	3/8"
		D2	Ducha Eléctrica Cuarto 2	15	2F14+1T12 AWG THHN	3/8"
		T2-120	Tomacorriente Cuarto 2-120	15	1F14+1N14 AWG THHN	3/8"
		T2-240	Tomacorriente Cuarto 2-240	30	2F10+1T8 AWG THHN	1/2"
	PN-3	A3-1.1	Luces Cocina y puerta Cuarto 3	14	1F14+1N14 AWG THHN	3/8"
		A3-1.2	Luces Cama y baño Cuarto 3	14	1F14+1N14 AWG THHN	3/8"
		D3	Ducha Eléctrica Cuarto 3	15	2F14+1T12 AWG THHN	3/8"
		T3-120	Tomacorriente Cuarto 3-120	15	1F14+1N14 AWG THHN	3/8"
		T3-240	Tomacorriente Cuarto 3-240	30	2F10+1T8 AWG THHN	1/2"
	PN-4	A4-2.1	Luces Cocina y puerta Cuarto 4	14	1F14+1N14 AWG THHN	3/8"
		A4-2.2	Luces Cama y baño Cuarto 4	14	1F14+1N14 AWG THHN	3/8"
		D4	Ducha Eléctrica Cuarto 4	15	2F14+1T12 AWG THHN	3/8"
		T4-120	Tomacorriente Cuarto 4-120	15	1F14+1N14 AWG THHN	3/8"
		T4-240	Tomacorriente Cuarto 4-240	30	2F10+1T8 AWG THHN	1/2"
			Luces Área Comunal	14	1F14+1N14 AWG THHN	3/8"
			Tomacorrientes Área Comunal 120	14	1F14+1N14 AWG THHN	3/8"
			Tomacorrientes Área Comunal 240-1	14	2F14+1T12 AWG THHN	3/8"
			Tomacorrientes Área Comunal 240-2	14	2F14+1T12 AWG THHN	3/8"

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

3.7.5 Selección de breakers para un panel de control

Cada circuito va a tener su propio breaker, tomando en cuenta el circuito A1-1.1:

- Potencia instalada: 120 [W]
- Factor demanda: 0.7 [W]
- DMU: 42 [W]
- Demanda total: 42 [W]

Por normativa NEC-SB-IE, se tiene un factor de potencia correspondiente a 0.92.

La demanda será: 38.64 [W]

La carga será la demanda/240, esto es: 0.16 [A]

Finalmente, el umbral de disparo es 1.25 veces la carga, entonces será: 0.20 [A].

En base a este último valor y los polos que tenga el circuito se escoge el breaker adecuado, a continuación, se presenta una tabla resumen para un panel de control:

Tabla 47

Circuitos con breaker 1P-10A

CIRCUITOS: A1-1.1/A1-1.2/T1-120/A2-2.1/A2-2.2/T2-120/A3-3.1/A3-3.2/T1-120/A4-4.1/A4-4.2/T4-120	
Potencia instalada	60
Factor demanda	0.7
DMU (W)	42
Demanda total (W)	42
Factor potencia	0.92
Demanda (W)	38.64
I carga (A)	0.16
Umbral de disparo (A)	0.20
Polos	1
I Breaker	1P-10A

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Tabla 48*Circuitos con breaker 2P-20A*

CIRCUITOS: D1/D2/D3/D4	
Potencia instalada	3500
Factor demanda	1
DMU (W)	3500
Demanda total (W)	3500
Factor potencia	0.92
Demanda (W)	3220
I carga (A)	13.42
Umbral de disparo (A)	16.77
Polos	2
I Breaker	2P-20A

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Tabla 49*Circuitos con breaker 2P-40A*

CIRCUITOS: T1-240/T2-240/T3-240/T4-240	
Potencia instalada	7200
Factor demanda	1
DMU (W)	7200
Demanda total (W)	7200
Factor potencia	0.92
Demanda (W)	6224

I carga (A)	27.60
Umbral de disparo (A)	34.50
Polos	2
I Breaker	2P-40A

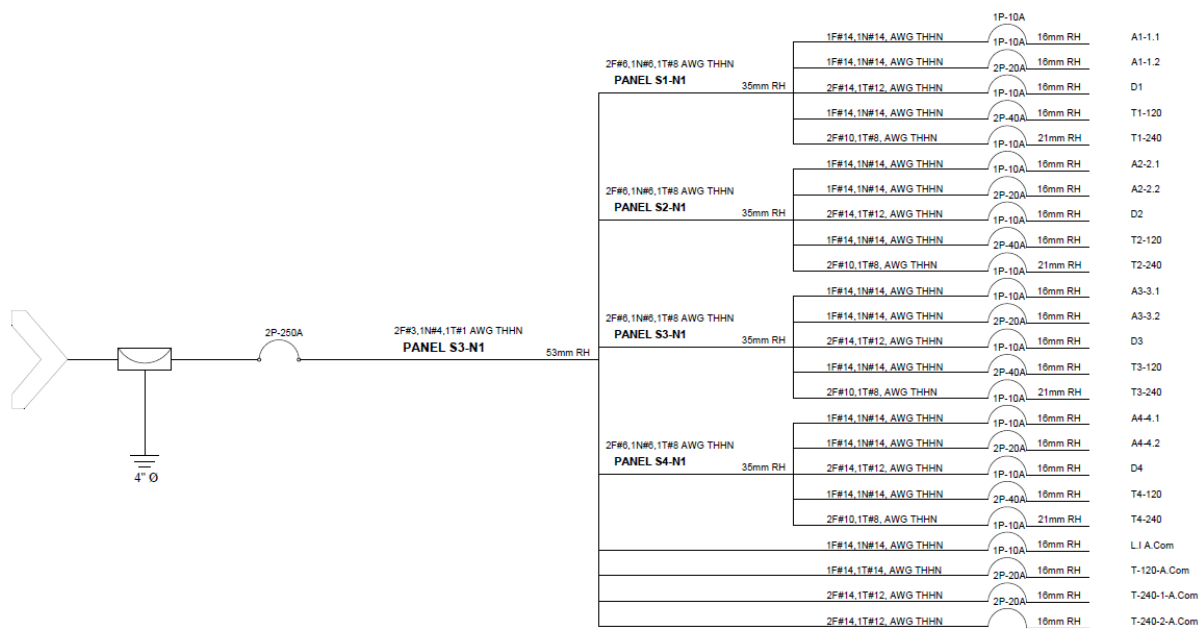
Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

3.8 Diagrama unifilar

A continuación, se muestra el diagrama unifilar para un panel de control principal:

Figura 42

Diagrama unifilar para un panel de control principal



Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi y Bryan Hermenegildo

Capítulo 4

4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

4.1 Descripción del proyecto

El proyecto se centra en el diseño estructural y las instalaciones de agua potable y electricidad para un edificio residencial de cuatro pisos, ubicado en Puyo, provincia de Pastaza. Dentro del proyecto se busca optimizar el diseño para maximizar el uso del espacio y reducir los costos de residencia, además de buscar la eficiencia en el uso de recursos durante la construcción, asegurando que el edificio cumpla con las expectativas de confort y funcionalidad de sus ocupantes. El diseño del proyecto incorporará prácticas limpias y sostenibles, fomentará la inclusión social, y gestionará adecuadamente los recursos. Estas características alinean el proyecto con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 11: Ciudades y Comunidades Sostenibles, y 12: Producción y Consumo Responsables.

Se empleará la metodología BIM (Building Information Modeling), mediante el uso del programa Revit para simular y visualizar el diseño arquitectónico, hidrosanitario y eléctrico del edificio. Para el desarrollo del proyecto y los materiales necesarios, se hará uso de recursos naturales como: arena, grava (piedra triturada), agua y cemento. Azulejos, pinturas, y acabados también requieren recursos naturales para su producción, por ejemplo, las cerámicas usan arcilla. Asimismo metales como cobre y aluminio para cables, y diversos componentes eléctricos.

Se utilizará una matriz causa-efecto para poder analizar, medir y caracterizar los impactos ambientales asociados a las respectivas etapas del ciclo de vida. Debido a las condiciones del proyecto, arquitectura, área y localización, la autorización necesaria será el Certificado de Intersección, el cual certifica que un proyecto intercepta o no con un Área

Protegida, perteneciente al Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SNAP), Bosques Protectores (BP) o Patrimonio Forestal del Estado (PFE).

4.2 Línea base ambiental

4.2.1 Medio Físico

4.2.1.1 Suelo.

Los suelos en el área de construcción están compuestos principalmente por limos arenoso-arcillosos, caracterizados por una alta compresibilidad. En la superficie, se encuentra una capa de material granular. La capacidad portante admisible es de 1.50 kg/cm², lo que clasifica el perfil del suelo como tipo E según la normativa NEC. Este factor podría verse afectado durante la cimentación, ya que la necesidad de excavar para las vigas de cimentación podría requerir mayor excavación y la adición de material de mejoramiento para asegurar la estabilidad de la estructura.

4.2.1.2 Agua.

Con respecto al agua actualmente no se está consumiendo en el lugar ya que es un terreno baldío que no tiene construcción alguna y ni hace uso del agua, solo tiene la acometida para futuras construcciones que se puedan realizar en el terreno.

4.2.1.3 Drenaje.

Durante la construcción, se incrementará la cantidad de aguas residuales, lo que podría afectar el sistema de drenaje existente. Además, el funcionamiento del edificio también generará un aumento en las aguas residuales, lo que requiere una revisión y posible mejora del sistema de drenaje pluvial para manejar este incremento de manera efectiva.

4.2.1.4 Aire. La calidad del aire puede verse afectada durante la construcción debido a las emisiones de gases de los vehículos de transporte y maquinaria utilizada, así como los compuestos liberados durante la manipulación y mezcla de hormigón. Estos factores pueden contribuir a la contaminación del aire en el área circundante.

4.2.2 Medio Biológico

4.2.2.1 Flora y Fauna.

La construcción del edificio puede impactar negativamente en la flora y fauna local, alterando hábitats naturales y potencialmente reduciendo la biodiversidad en el área.

4.2.3 Medio Socioeconómico y Cultural

4.2.3.1 Población.

La llegada de nuevos residentes al área puede modificar la composición demográfica de la comunidad, lo que podría influir en la dinámica social y económica local, generando cambios en las interacciones y necesidades de la población.

4.2.3.2 Economía.

La fase de construcción del edificio requerirá mano de obra, creando empleos temporales para trabajadores del sector de la construcción, como albañiles, electricistas, plomeros y carpinteros.

4.2.3.3 Comercio.

La incorporación de nuevos residentes en el área puede aumentar la clientela de negocios locales, como tiendas, restaurantes y servicios. Este incremento en la demanda puede contribuir positivamente a la economía local, beneficiando a los comercios establecidos en la zona.

4.3 Actividades del proyecto

4.3.1 Preliminares

4.3.1.1 Limpieza del terreno.

Se elimina todo aquello que sea obstrucción para el desarrollo del proyecto, puede ser eliminada la vegetación existente, afectando la flora y el posible hábitat de especies de la zona.

4.3.1.2 Movimiento de tierra.

Aquí se involucra actividades de excavación, remoción de tierra, transporte de material para obra. Aquí se involucran impactos como: alteración de propiedades del suelo, generación de polvo, ruido, vibraciones y emisiones de CO₂ por la maquinaria.

4.3.1.3 Mejoramiento del suelo.

Los materiales que se usan para el mejoramiento afectan la composición natural del suelo, sus propiedades físicas y químicas.

4.3.1.4 Cerramiento y bodega.

Implica remoción de vegetación y alteración al suelo, emisiones de polvo, CO₂ en caso de que se construya un cerramiento a base de hormigón, además del desperdicio que se genera.

4.3.2 Construcción

4.3.2.1 Consumo de agua para construcción.

Para la realización de concreto y otros materiales de construcción, es necesario del agua, por lo que al ser un edificio de 4 niveles se va a tener mucha demanda de este elemento que muchas veces se desperdicia.

4.3.2.2 Armado y fundición de elementos estructurales.

Para el armado de elementos como la cimentación, muros, es necesario el uso de herramientas que faciliten su construcción, como herramientas cortadoras de varillas, concretera de hormigón, mezcladora y bombeadora de mortero, entre otras, generan ruido, residuos y algunas generan CO₂ por el combustible necesario para su funcionamiento.

4.3.2.3 Colocación de estructura metálica.

Para armar una estructura metálica es necesario soldarla, muchas veces quedan restos de electrodos que son desperdicios, además, las máquinas necesarias para soldar generan mucho ruido y chispas peligrosas para los trabajadores que estén in situ, por último, pueden generar gases contaminantes.

4.3.2.4 Colocación de acabado.

Debido a los detalles que se toman en cuenta, el material que se usa y su forma de colocación, los acabados generan residuos de mortero, piezas desechadas, polvo y ruido por las herramientas que se usan.

4.3.2.5 Montaje de instalaciones.

En esta fase se generan residuos provenientes de la instalación de sistemas eléctricos, hidráulicos y de climatización. Además, la maquinaria que se usa puede generar ruido y polvo.

4.3.2.6 Derrumbe y desalojo de obras temporales.

El derrumbe genera escombros que, a su vez, provocan la emisión de polvo y ruido. Además, el proceso de desalojo de estos escombros contribuye a la emisión de CO₂ debido al transporte de los materiales y las vibraciones del suelo generadas por la maquinaria utilizada.

4.3.3 Operación

4.3.3.1 Generación de aguas residuales.

En toda vivienda se generan aguas residuales, su mal disposición final y no tratado puede generar gases contaminantes, malos olores, incluso si su disposición final es bajo tierra, puede cambiar las propiedades del suelo.

4.3.3.2 Consumo de agua potable.

Las actividades diarias humanas pueden hacer que el consumo de agua potable sufra un exceso que hace que se genere un agotamiento hídrico de este recurso.

4.3.3.3 Consumo de energía eléctrica.

El consumo en exceso de energía eléctrica también genera un agotamiento hídrico, ya que para su producción depende de hidroeléctricas que deberán aumentar su capacidad para satisfacer la demanda.

4.3.4 Abandono

4.3.4.1 Demolición de la estructura.

El proceso de demolición de una estructura puede tener afectaciones al ambiente tales como: polvo, ruido, vibraciones, además de la generación de escombros.

4.3.4.2 Reciclar material.

Parte de lo generado por la demolición puede desmontarse antes, estos materiales pueden reciclarse y darle otra vida útil, como muebles permanentes (puertas o ventanas), madera, metal, entre otros.

4.3.4.3 Desalojo de escombros.

Aquellos elementos que ya no pueden ser reutilizables deben ser removidos del lugar, llevándolos comúnmente en volquetas o camiones que generan ruido, vibraciones, polvo y emisiones de CO₂. Estos escombros también deben tener una correcta disposición final, caso contrario podrían volverse contaminantes.

4.4 Identificación de impactos ambientales

Una descripción inicial de los impactos ambientales que se identificaron en el proyecto se describe a continuación:

Suelo: Al hacer cambio de suelo en la zona de construcción ya sea para cimentación o para relleno afecta en cierta medida al medio ambiente y es realizar esto para realizar un buen proyecto

Agua: El agua será utilizada en todo momento durante la construcción por lo que genera igualmente un impacto ambiental si no se la utiliza con responsabilidad.

Drenaje: Por donde será desechada toda esa agua contaminada que se deseche de la construcción y si es debidamente tratada.

Aire: El CO₂ estará presente en la construcción ya sea por maquinaria necesaria que se utilice o medios de transporte para los materiales.

Flora y Fauna: Al ser un terreno baldío con muy poca vegetación no genera mucho impacto ambiental pero igual hay que tenerlo en cuenta.

Población: En cuanto a la población se podrá ver afectada o beneficiada por el uso que se de a la estructura en construcción

Economía: No afecta mucho este proyecto a la economía ya que va a atraer personas para habitar el lugar donde se construirá.

Comercio: El comercio va a crecer en medida de que lleguen habitantes al edificio.

Para la identificación de los impactos ambientales del proyecto se va a realizar un análisis causa-efecto mediante una matriz de Leopold. Esta matriz tiene doble entrada, donde en las filas se colocan los factores ambientales afectados y en las columnas las actividades que se realizarán en el proyecto. Se plantean 2 criterios los cuales corresponden a: magnitud e importancia. En la parte superior se coloca la magnitud, el cual va de una escala del 0 al 10, a la vez acompañado de un signo que será (+) cuando el impacto sea positivo y (-) cuando el impacto sea negativo. En la parte inferior se coloca la importancia, el cual será evaluado de forma objetiva según los criterios que se enuncian a continuación:

- Extensión (E): Se toma en cuenta la extensión del impacto en la zona de afectación y sus alrededores.
- Duración (D): El tiempo que va a durar el impacto por la afectación.
- Reversibilidad (R): Posibilidad de que se pueda volver a su estado inicial después del proyecto.

El rango de valoración de estos criterios se define a continuación:

Tabla 50

Escala de valoración cualitativa para determinar la importancia de un factor ambiental

Características	Puntaje				
	1	2	3	4	5
Extensión (E)	Puntual	Particular	Local	Generalizada	Regional

Duración (D)	Esporádica	Temporal	Periódica	Recurrente	Permanente
Reversibilidad (R)	Completamente reversible	Medianamente reversible	Parcialmente irreversible	Medianamente irreversible	Completamente irreversible

Nota. Tabla tomada del artículo Como hacer una Matriz de Leopold, según Boris Tito (2020)

Finalmente, para determinar el valor de la importancia se hace el uso de la siguiente fórmula:

$$Imp = (WE \times E) + (WD \times D) + (WR \times R) \quad (4.1)$$

Donde:

Imp: Importancia

WE: Peso del criterio Extensión

E: Puntaje del criterio extensión

WD: Peso del criterio Duración

D: Puntaje del criterio Duración

WR: Peso del criterio Reversibilidad

R: Puntaje del criterio Reversibilidad

Los pesos que se le dan a los criterios se muestran a continuación:

Tabla 51

Peso o valor de los criterios de importancia

Criterio	Peso o valor
Extensión (E)	0.4
Duración (D)	0.3

Reversibilidad (R)	0.3
--------------------	-----

Nota. Tabla tomada del artículo Como hacer una Matriz de Leopold, según Boris Tito (2020)

Una vez que se describió el proceso de cómo se realiza la matriz de Leopold, se muestra la siguiente aplicada al proyecto:

Tabla 52

Matriz Leopold del proyecto

ELEMENTOS AMBIENTALES	Medio	Factor	ACCIONES CON POSIBLE IMPACTO AMBIENTAL															VALORES POSITIVOS	VALORES NEGATIVOS	TOTAL				
			PRELIMINARES			CONSTRUCCIÓN					OPERACIÓN					Abandono								
			Limpeza del terreno	Movimiento de tierra	Mejoramiento del suelo	Cerramiento y bodega	Consumo de agua para construcción	Armado y fundición de cimentación	Colocación de estructura metálica y muros	Colocación de acabados	Montaje de instalaciones	Derrumbe y desalojo de obras temporales	Generación de aguas residuales	Consumo de agua potable	Consumo de energía eléctrica	Mantenimiento del edificio	Demolición de la estructura				Reciclar material	Desalojo de escombros		
Medio físico	Suelo	-4	-10	6	-1	-2	-4	-2	0	0	-2	-2	0	0	-2	-2	0	0	-4	-2	-2	1	11	12
	Agua	0	0	-1	-1	-10	-2	-2	-2	0	-1	-1	-6	-8	-2	2	0	0	0	0	-2	1	11	12
	Drenaje	0	-2	4	5,5	-1	-2	0	0	0	-1	-1	-10	-6	0	2	-2	0	0	0	-2	2	8	10
	Aire	-2	1,6	-4	-1	0	-2	0	0	-2	-2	-2	-2	0	-2	0	-4	0	0	-4	0	1	12	13
Medio biótico	Flora y fauna	-4	-2	-2	-1	-2	0	0	0	-2	-1	-6	-2	-2	0	-2	0	-2	0	-2	-2	0	11	11
	Población	0	0	0	1	-1	2	2	4	0	1	-6	-8	-8	0	0	0	0	0	0	0	5	4	9
Medio Socioeconómico y Cultural	Economía	4	4	2	2	-2	6	6	4	2	2	-2	2	2	2	2	2	2	2	2	4	2	17	
	Comercio	2	2	2	2	-1	2	4	2	6	2	-2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	17	
	Valores positivos	2	2	4	3	0	3	3	3	2	3	0	2	2	4	2	3	2	2	2	2	15	2	17
Valores negativos	3	4	3	5	7	3	3	1	1	5	8	4	4	0	4	1	5	5	5	5	5	5	5	
Total	5	6	7	8	7	6	6	4	3	8	8	6	6	4	6	4	6	4	7	7	15	2	17	
TOTAL IMPACTOS																					101			

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi & Bryan Hermenegildo

4.5 Valoración de impactos ambientales

Siguiendo la Literatura usada anteriormente, la fórmula de valoración cualitativa del índice de importancia es:

$$IA = \pm\sqrt{Imp \times |Mag|} \tag{4.2}$$

Donde:

IA: Valoración impacto ambiental

Imp: Importancia

Imp: Magnitud

Bajo esta fórmula se sigue el siguiente rango de valoración cualitativa de Impacto

Ambiental:

Tabla 53

Rango de valoración de Impacto Ambiental

Clasificación	Rango
Altamente significativo	$ IA \geq 6.5$
Significativo	$6.5 > IA > 4.5$
Despreciable	$ IA \leq 4.5$
Benéfico	$IA > 0$

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi & Bryan Hermenegildo

A continuación, se muestra el valor cuantitativo del Impacto Ambiental por cada factor y actividad del proyecto:

Tabla 54

Matriz de IA de los factores y actividades del proyecto

ELEMENTOS AMBIENTALES	Medio	Factor	ACCIONES CON POSIBLE IMPACTO AMBIENTAL															VALORES POSITIVOS	VALORES NEGATIVOS	TOTAL	
			PRELIMINARES				CONSTRUCCIÓN					OPERACIÓN				ABANDONO					
			Limpieza del terreno	Movimiento de tierra	Mejoramiento del suelo	Cerramiento y bodega	Consumo de agua para construcción	Armado y fundición de cimentación	Colocación de estructura metálica y muros	Colocación de acabados	Montaje de instalaciones	Derribo y desalojo de obras temporales	Generación de aguas residuales	Consumo de agua potable	Consumo de energía eléctrica	Mantenimiento del edificio	Colocación de estructura metálica y muros				Colocación de estructura metálica y muros
Medio físico	Suelo	-3,85	-6,52	6,48	-1,63	-2,83	-5,29	-3,58	0,00	0,00	-1,70	-3,32	0,00	0,00	0,00	-3,61	-1,41	-2,02	6,48	-35,76	42,24
	Agua	0,00	0,00	-2,21	-1,48	-7,58	-2,88	-2,88	-2,10	0,00	-1,00	-6,60	-7,62	-3,61	2,24	0,00	0,00	-1,70	2,24	-39,66	41,90
	Drenaje	0,00	-1,41	4,69	-1,63	-2,83	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,00	-8,94	-6,60	0,00	2,24	-1,79	0,00	-1,41	6,93	-25,61	32,54
	Aire	-1,79	-3,90	-2,35	-1,26	0,00	-2,88	-4,15	0,00	-1,70	-1,41	-2,83	0,00	-3,08	0,00	-2,86	1,70	-1,41	1,70	-29,63	31,33
Medio biótico	Flora y fauna	-5,06	-2,47	-3,32	-1,20	-3,08	0,00	0,00	0,00	0,00	-1,41	-5,74	-3,32	-2,93	0,00	-1,79	0,00	-2,37	0,00	-32,70	32,70
Medio Socioeconómico y Cultural	Población	0,00	0,00	0,00	1,20	-2,00	1,70	2,37	2,86	0,00	1,00	-6,60	-7,62	-7,62	0,00	0,00	0,00	0,00	9,14	-23,83	32,96
	Economía	3,49	2,86	1,79	1,79	-3,16	2,95	4,77	2,86	1,41	1,41	-3,26	2,02	3,39	1,41	1,79	2,41	1,79	36,17	-6,42	42,58
	Comercio	2,47	2,02	1,79	1,79	-2,24	1,70	3,35	2,02	2,45	1,41	-3,26	2,24	3,39	1,41	1,79	1,79	1,79	31,42	-5,49	36,91
Subtotal positivos		5,96	4,89	14,75	4,78	0,00	6,36	10,49	7,75	3,86	3,83	0,00	4,26	6,78	7,30	3,58	5,90	3,58			
Subtotal negativos		-10,70	-14,30	-7,88	-7,21	-23,72	-11,05	-10,61	-2,10	-1,70	-6,53	-40,54	-25,14	-17,24	0,00	-10,05	-1,41	-8,92	TOTAL		293,16
Total		16,66	19,19	22,62	11,99	23,72	17,41	21,09	9,85	5,57	10,36	40,54	29,40	24,02	7,30	13,62	7,31	12,50			

Nota. Elaborado por Kevin Pullupaxi & Bryan Hermenegildo

Para poder determinar el valor cuantitativo del Impacto Ambiental de la totalidad del proyecto, se debe dividir el total de esta matriz (tabla 4.5) para el número total de impactos del proyecto (tabla 4.3), esto se presenta a continuación:

$$|IA| = \frac{\text{Total de IA por factor y actividad del proyecto}}{\text{Total de impactos del proyecto}} \quad (4.3)$$

Total, de IA del proyecto: 293.16

Total, de impactos del proyecto: 101

El nivel de Impacto Ambiental del proyecto es 2.90, por lo que se concluye que es “Despreciable” según el rango anteriormente establecido en la tabla 4.4.

4.6 Medidas de prevención/mitigación

4.6.1 Suelo

El suelo va a ser mejorado, pero en una capa de espesor de 50 [cm], esta afectación es buena para sus propiedades mecánicas, logrando que la estructura y el suelo en general sea estable, sin embargo, se deben tomar medidas como: control de nivel de compactación y manejo de residuos de la obra.

4.6.2 Agua

En la etapa de construcción se deberá: controlar una correcta dosificación de mezclas, avisos que concienticen su uso, minimizando su desperdicio, además de la correcta elección de los materiales y accesorios para el sistema de agua potable. Durante la operación del edificio se propone: instalar equipos sanitarios que ahorren agua, proporcionar a los residentes guías sobre el uso eficiente del agua y realizar inspecciones periódicas al sistema.

4.6.3 Drenaje

Consideraciones necesarias como: correcta elección de materiales y accesorios, además de un diseño de drenaje eficiente y un buen mantenimiento.

4.6.4 Aire

Se puede realizar la aplicación de agua en áreas polvorosas para tener control del polvo alzado por los vehículos. Además, prácticas que reduzcan las emisiones de gases, como utilizar maquinaria eficiente en combustible, además de darle mantenimiento a estas.

4.6.5 Flora y fauna

El impacto previsto sobre la flora y fauna en el proyecto es mínimo, casi despreciable ya que se encuentra en una zona urbana, sin embargo, se adoptan las siguientes medidas:

implementar prácticas de manejo de residuos, medidas de reducción de ruido y contaminación que afecten directamente a la flora y fauna del sitio y sus alrededores.

4.6.6 Población

Informar a la población sobre la ejecución del proyecto y su cronograma para minimizar molestias y gestionar otros posibles impactos como: desvíos, mayor presencia de transeúntes, ocupación de calle, ruido por la maquinaria y herramienta, entre otros. Un correcto cerramiento y señalética ayudará a prevenir accidentes.

4.6.7 Economía

Proponer mejoras y promover los negocios y proveedores locales, contratación de mano de obra local para apoyar la economía local y su desarrollo.

4.6.8 Comercio

Ante la llegada de los residentes y/o trabajadores temporales para la construcción del edificio residencial, adecuar los negocios locales como: restaurantes, mercados, tiendas, ferreterías, entre otros, para satisfacer las necesidades de estos.

Capítulo 5

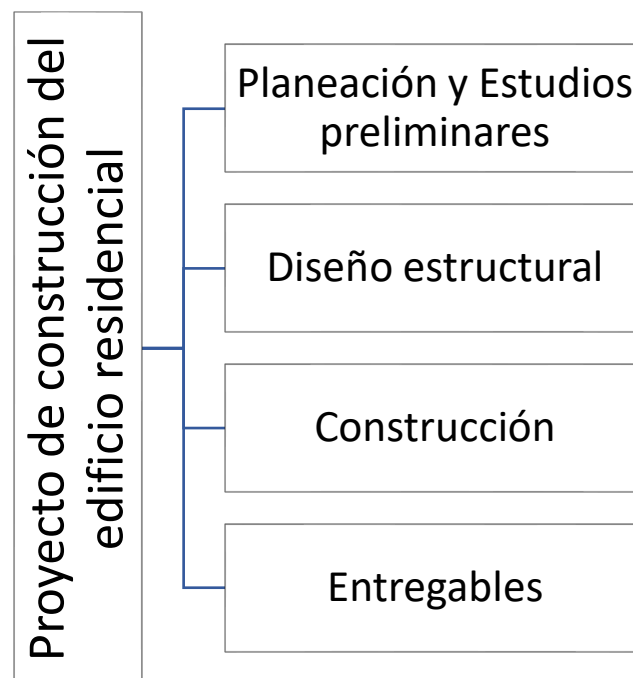
5. PRESUPUESTO

5.1 Estructura Desglosada de Trabajo

Para desarrollar la estructura desglosada de trabajo (EDT), se divide el proyecto en entregables de tareas más pequeñas, organizadas de forma jerárquica:

Figura 43

Estructura desglosada de trabajo

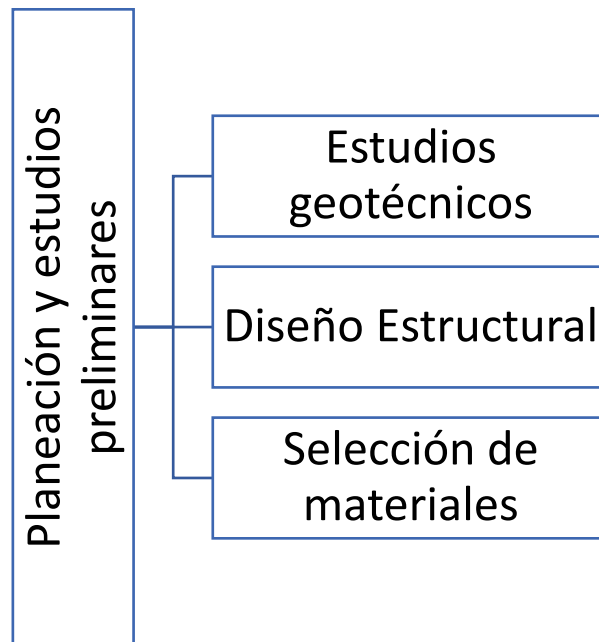


Nota: Elaborado por: Kevin Pullupaxi & Bryan Hermenegildo

Continuando con el desglose del proyecto, se procederá a detallar las tareas específicas que conforman cada fase del proceso comenzando primero con lo referente a planeación y estudios preliminares:

Figura 44

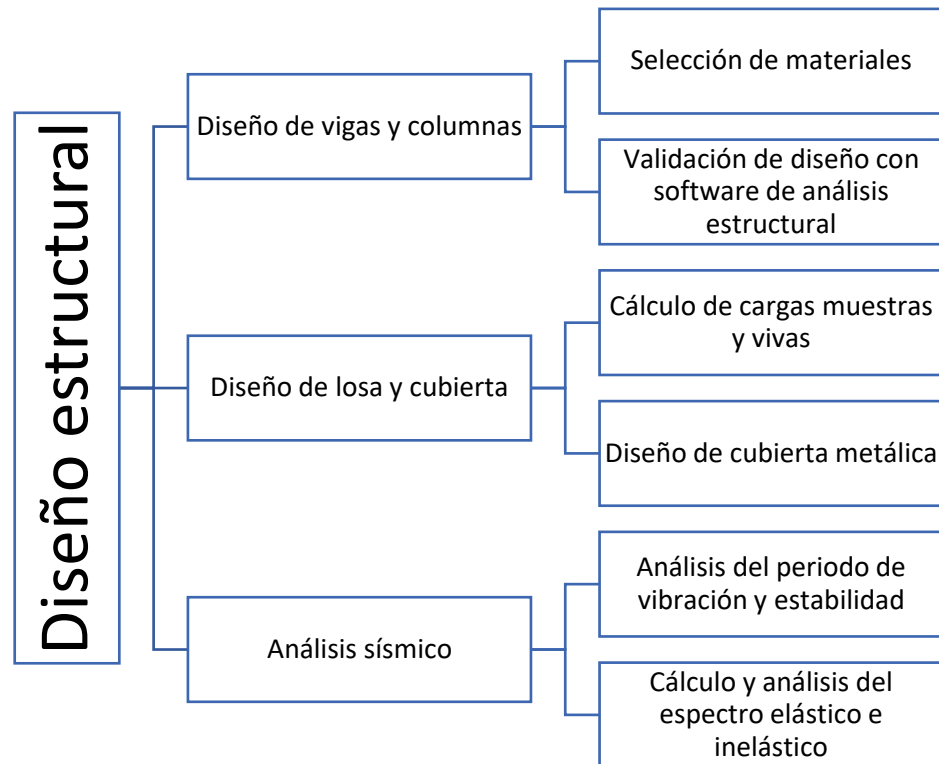
Estructura desglosada de trabajo - Diseño



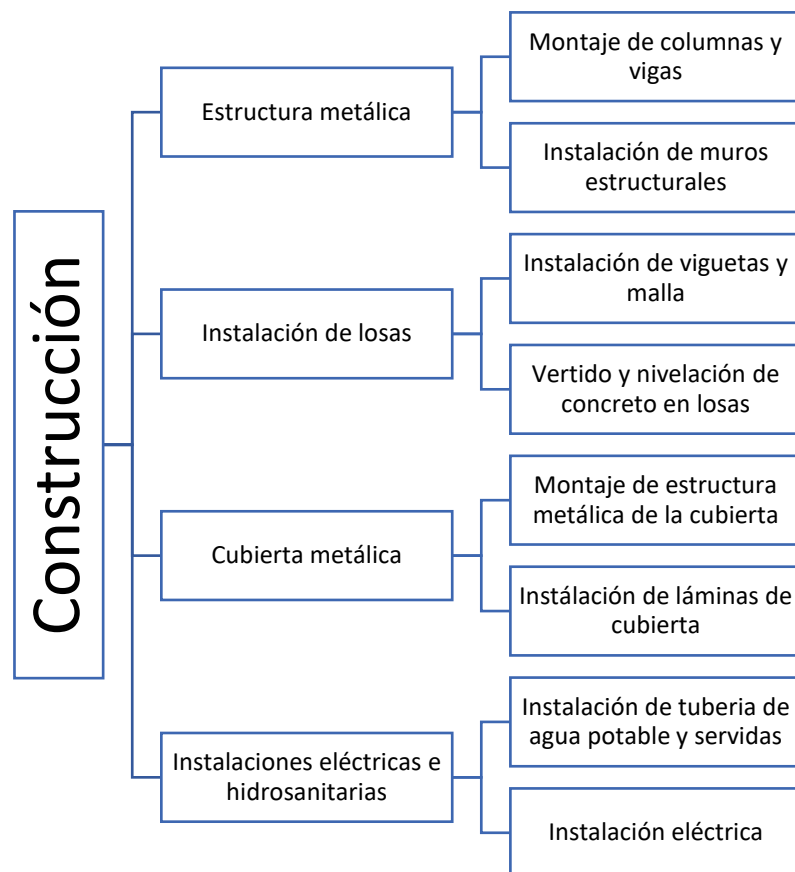
Nota: Elaborado por: Kevin Pullupaxi & Bryan Hermenegildo

Figura 45

Estructura desglosada de trabajo - Diseño estructural



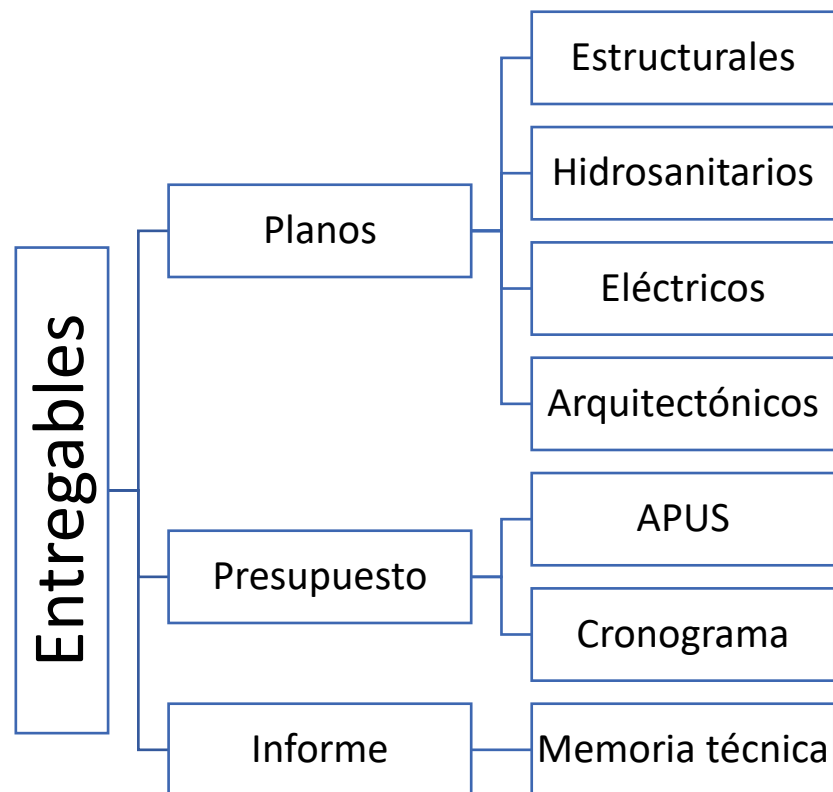
Nota: Elaborado por: Kevin Pullupaxi & Bryan Hermenegildo

Figura 46*Estructura de trabajo desglosada - Construcción*

Nota: Elaborado por: Kevin Pullupaxi & Bryan Hermenegildo

Figura 47

Estructura de trabajo desglosada - Entregables



Nota: Elaborado por: Kevin Pullupaxi & Bryan Hermenegildo

5.2 Rubros y análisis de precios unitarios (fusión)

RUBRO:		CÓDIGO		1.1		
Limpieza y desbroce manual del terreno		UNIDAD		m2		
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo	
	A	B	C = A * B	R	D = C * R	
Herramienta manual (5% M-O)					0,06	
SUBTOTAL M					0,06	
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
	A	B	C = A * B	R	D = C * R	
Peón	0,40	4,05	1,62	0,80	1,30	
Albañil	0,12	0,00	0,00	0,30	0,00	
SUBTOTAL N					1,30	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo		
		A	B	C = A * B		
SUBTOTAL O					0,00	
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA	Costo		
		A	B	C = A * B		
SUBTOTAL P					0,00	
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			1,36	
		INDIRECTOS %			15,00 %	0,20
		UTILIDAD %			,00 %	0,00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			1,56	
		VALOR DEL RUBRO			1,56	

RUBRO:		CÓDIGO		1.2		
Replanteo y nivelación con equipo topográfico		UNIDAD		m2		
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo	
	A	B	C = A * B	R	D = C * R	
Herramienta manual (5% M-O)					0,05	
Equipo de topografía	0,08	3,75	0,30	1,00	0,30	
SUBTOTAL M					0,35	
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
	A	B	C = A * B	R	D = C * R	
Cadenero	0,24	4,10	0,98	0,70	0,69	
Maestro de Obra	0,01	4,33	0,04	0,70	0,03	
Topógrafo	0,08	4,55	0,36	0,70	0,25	
SUBTOTAL N					0,97	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo		
		A	B	C = A * B		
Estacas de madera 40x40x4 cm	u	0,25	0,40	0,10		
Clavos de 2" a 4"	kg	0,02	2,20	0,04		
Pintura de esmalte	gal	0,01	14,88	0,15		
Cementina	kg	0,10	0,20	0,02		
SUBTOTAL O					0,31	
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA	Costo		
		A	B	C = A * B		
SUBTOTAL P					0,00	
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			1,64	
		INDIRECTOS %			15,00 %	0,25
		UTILIDAD %			,00 %	0,00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			1,88	
		VALOR DEL RUBRO			1,88	

RUBRO:		CÓDIGO	1.3				
Instalación de cerramiento provisional en lona verde altura 2.1 m		UNIDAD	ml				
EQUIPOS							
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
HERRAMIENTA MANUAL (5% M-O)					0,22		
SUBTOTAL M					0,22		
MANO DE OBRA							
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
Peón	1,50	4,05	6,08	0,55	3,34		
Albañil	0,50	4,10	2,05	0,55	1,13		
SUBTOTAL N					4,47		
MATERIALES							
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo			
		A	B	C = A * B			
Tela verde para cerramiento 210cm x 1m	m	1,00	0,91	0,91			
Pingos de madera	u	0,55	1,10	0,61			
Clavo de 1"	kg	0,01	1,80	0,02			
SUBTOTAL O					1,53		
TRANSPORTE							
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA	Costo			
		A	B	C = A * B			
SUBTOTAL P					0,00		
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	6,23	
					INDIRECTOS %	15,00 %	0,93
					UTILIDAD %	,00 %	0,00
					COSTO TOTAL DEL RUBRO		7,16
					VALOR DEL RUBRO		7,16

RUBRO:		CÓDIGO	1.4				
Oficina y bodegas temporales		UNIDAD	m2				
EQUIPOS							
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
Herramienta manual (5% M-O)					0,51		
SUBTOTAL M					0,51		
MANO DE OBRA							
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
Peón	2,00	4,05	8,10	1,00	8,10		
Albañil	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
Maestro de Obra	0,50	4,33	2,17	1,00	2,17		
SUBTOTAL N					10,27		
MATERIALES							
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo			
		A	B	C = A * B			
Tabla dura de encofrado de 0,2m	u	5,00	2,97	14,85			
Cuartón 4 x 2	u	2,00	1,50	3,00			
Clavos de 2"	kg	0,40	1,80	0,72			
Plancha de zinc	u	1,00	9,73	9,73			
Varios (bisagras, etc)	global	1,00	2,50	2,50			
SUBTOTAL O					30,80		
TRANSPORTE							
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA	Costo			
		A	B	C = A * B			
SUBTOTAL P					0,00		
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	41,58	
					INDIRECTOS %	15,00 %	6,24
					UTILIDAD %	,00 %	0,00
					COSTO TOTAL DEL RUBRO		47,81
					VALOR DEL RUBRO		47,81

RUBRO:				CÓDIGO	1,5	
Batería sanitaria Obreros				UNIDAD	mes	
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo	
	A	B	C = A * B	R	D = C * R	
Herramienta manual (5% M-O)					0,42	
SUBTOTAL M					0,42	
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
	A	B	C = A * B	R	D = C * R	
Peón	1,00	4,05	4,05	1,00	4,05	
Maestro de Obra	1,00	4,33	4,33	1,00	4,33	
SUBTOTAL N					8,38	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo		
		A	B	C = A * B		
Cabaña sencilla sanitaria	mes	1,00	134,40	134,40		
SUBTOTAL O					134,40	
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA	Costo		
		A	B	C = A * B		
SUBTOTAL P					0,00	
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	143,20	
				INDIRECTOS %	15,00 %	21,48
				UTILIDAD %	,00 %	0,00
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	164,68	
				VALOR DEL RUBRO	164,68	

RUBRO:				CÓDIGO	1.6	
Señalización				UNIDAD	u	
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo	
	A	B	C = A * B	R	D = C * R	
Herramienta manual (5% M-O)					0,06	
SUBTOTAL M					0,06	
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
	A	B	C = A * B	R	D = C * R	
Peón	0,50	4,05	2,03	0,60	1,22	
SUBTOTAL N					1,22	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo		
		A	B	C = A * B		
Letrero de señalización	u	1,00	15,00	15,00		
SUBTOTAL O					15,00	
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA	Costo		
		A	B	C = A * B		
SUBTOTAL P					0,00	
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	16,28	
				INDIRECTOS %	15,00 %	2,44
				UTILIDAD %	,00 %	0,00
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	18,72	
				VALOR DEL RUBRO	18,72	

RUBRO:		CÓDIGO	2.1		
Excavación a máquina en suelo sin clasificar (0-2)m		UNIDAD	m3		
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Herramienta manual (5% M-O)					0,04
Retroexcavadora 75 HP	1,00	35,00	35,00	0,06	2,17
SUBTOTAL M					2,21
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Peón	1,00	4,05	4,05	0,10	0,41
Operador de retroexcavadora	1,00	4,65	4,65	0,10	0,47
SUBTOTAL N					0,87
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C = A * B	
SUBTOTAL O					0,00
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA	Costo	
		A	B	C = A * B	
SUBTOTAL P					0,00
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					3,08
INDIRECTOS %					15,00 %
UTILIDAD %					,00 %
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3,55
VALOR DEL RUBRO					3,55

RUBRO:		CÓDIGO	2.2		
Relleno compactado con Sub-Base Clase 3		UNIDAD	m3		
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Herramienta manual (5% M-O)					0,15
Plancha vibroapisonadora	0,40	6,26	2,50	1,00	2,50
SUBTOTAL M					2,66
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Peón	0,80	4,05	3,24	0,60	1,94
Operador de equipo	0,40	4,10	1,64	0,60	0,98
Maestro de Obra	0,04	4,33	0,17	0,60	0,10
SUBTOTAL N					3,03
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C = A * B	
Agua	m3	0,03	0,85	0,03	
Sub-Base Clase 3	m3	1,25	13,50	16,88	
SUBTOTAL O					16,90
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA	Costo	
		A	B	C = A * B	
SUBTOTAL P					0,00
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					22,59
INDIRECTOS %					15,00 %
UTILIDAD %					,00 %
COSTO TOTAL DEL RUBRO					25,98
VALOR DEL RUBRO					25,98

RUBRO:		CÓDIGO	2.3			
Desalojo de material, con volqueta cargado mecánico (transporte 10 km)		UNIDAD	m3			
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo	
	A	B	C = A * B	R	D = C * R	
HERRAMIENTA MANUAL (5% M-O)					0,04	
Retroexcavadora 75 HP	0,10	35,00	3,50	1,00	3,50	
Volqueta 8m3	0,15	30,00	4,50	1,00	4,50	
SUBTOTAL M					8,04	
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
	A	B	C = A * B	R	D = C * R	
Operador equipo	0,03	4,55	0,14	1,00	0,14	
Chofer	0,10	5,95	0,60	1,00	0,60	
Peón	0,03	4,05	0,12	1,00	0,12	
SUBTOTAL N					0,85	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo		
		A	B	C = A * B		
SUBTOTAL O					0,00	
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA	Costo		
		A	B	C = A * B		
SUBTOTAL P					0,00	
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				8,90	
	INDIRECTOS %				15,00 %	1,33
	UTILIDAD %				,00 %	0,00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				10,23	
	VALOR DEL RUBRO				10,23	

RUBRO:		CÓDIGO	3.1			
Capa de replantillo de hormigón E= 10cm		UNIDAD	m3			
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo	
	A	B	C = A * B	R	D = C * R	
Herramienta manual (5% M-O)					0,12	
Concretera eléctrica capacidad de 160 L	0,07	12,57	0,93	1,00	0,93	
SUBTOTAL M					1,05	
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
	A	B	C = A * B	R	D = C * R	
Peón	2,00	4,05	8,10	0,20	1,62	
Maestro de Obra	1,00	4,65	4,65	0,15	0,70	
SUBTOTAL N					2,32	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	recio unitari	Costo		
		A	B	C = A * B		
Agua	m3	0,02	1,83	0,04		
Areana cribada	m3	0,06	8,12	0,45		
Agregado grueso de tamaño máximo 19 mm	m3	0,07	12,57	0,93		
Cemento gris en sacos	kg	27,93	0,17	4,75		
SUBTOTAL O					6,17	
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA	Costo		
		A	B	C = A * B		
SUBTOTAL P					0,00	
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				9,53	
	INDIRECTOS %				15,00 %	1,43
	UTILIDAD %				,00 %	0,00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO				10,96	
	VALOR DEL RUBRO				10,96	

RUBRO:				CÓDIGO	3.2		
Acero de refuerzo fy=4200 kg-cm2 (figurado y colocado)				UNIDAD	kg		
EQUIPOS							
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
Herramienta manual (5% M-O)					0,07		
Cortadora dobladora de hierro	0,03	0,51	0,02	1,00	0,02		
SUBTOTAL M					0,09		
MANO DE OBRA							
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
Peón	0,15	4,05	0,61	1,00	0,61		
Fierrero	0,10	4,10	0,41	1,00	0,41		
Maestro de Obra	0,10	4,33	0,43	1,00	0,43		
SUBTOTAL N					1,45		
MATERIALES							
Descripción	Unidad	Cantidad	recio unitari	Costo			
		A	B	C = A * B			
Alambre galvanizado No. 18	kg	0,05	2,54	0,13			
Acero de refuerzo fy=4200kg/cm2	kg	1,05	0,81	0,85			
SUBTOTAL O					0,98		
TRANSPORTE							
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA	Costo			
		A	B	C = A * B			
SUBTOTAL P					0,00		
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2,52	
					INDIRECTOS %	15,00 %	0,38
					UTILIDAD %	,00 %	0,00
					COSTO TOTAL DEL RUBRO		2,89
					VALOR DEL RUBRO		2,89

RUBRO:				CÓDIGO	3.3		
Hormigon simple vigas de cimentación f'c=210kg/cm2				UNIDAD	m3		
EQUIPOS							
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
Herramienta manual (5% M-O)					0,81		
Vibrador de manguera	1,00	4,06	4,06	1,00	4,06		
SUBTOTAL M					4,87		
MANO DE OBRA							
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
Peón	4,00	4,05	16,20	1,00	16,20		
SUBTOTAL N					16,20		
MATERIALES							
Descripción	Unidad	Cantidad	recio unitari	Costo			
		A	B	C = A * B			
H. Premezclado 210 kg/cm2	m3	1,00	119,53	119,53			
SUBTOTAL O					119,53		
TRANSPORTE							
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA	Costo			
		A	B	C = A * B			
SUBTOTAL P					0,00		
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	140,60	
					INDIRECTOS %	15,00 %	21,09
					UTILIDAD %	,00 %	0,00
					COSTO TOTAL DEL RUBRO		161,69
					VALOR DEL RUBRO		161,69

RUBRO:				CÓDIGO	3,4		
Encofrado y desencofrado de vigas de cimentación				UNIDAD	m2		
EQUIPOS							
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
Herramienta manual (5% M-O)					0,56		
SUBTOTAL M					0,56		
MANO DE OBRA							
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
Peón	0,46	4,05	1,86	1,00	1,86		
Carpintero	2,15	4,10	8,82	1,00	8,82		
Maestro de Obra	0,10	4,33	0,43	1,00	0,43		
SUBTOTAL N					11,11		
MATERIALES							
Descripción	Unidad	Cantidad	recio unitari	Costo			
		A	B	C = A * B			
Tabla dura de encofrado de 0.20 m	u	5,47	2,97	16,25			
Alambre galvanizado No. 18	kg	0,30	2,54	0,76			
Clavos	kg	0,15	1,03	0,15			
SUBTOTAL O					17,16		
TRANSPORTE							
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA	Costo			
		A	B	C = A * B			
SUBTOTAL P					0,00		
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		28,83	
				INDIRECTOS %		15,00 %	4,32
				UTILIDAD %		,00 %	0,00
				COSTO TOTAL DEL RUBRO			33,15
				VALOR DEL RUBRO			33,15

RUBRO:				CÓDIGO	4,1		
Acero estructural A36 (incluye montaje)				UNIDAD	kg		
EQUIPOS							
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
Amoladora eléctrica	0,11	1,10	0,12	1,00	0,12		
Soldadora eléctrica 300 A	0,11	1,00	0,11	1,00	0,11		
Andamios	0,80	0,12	0,10	0,80	0,08		
Equipo oxicorte	0,11	1,54	0,17	0,80	0,14		
SUBTOTAL M					0,44		
MANO DE OBRA							
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
Peón	0,11	3,41	0,38	0,60	0,23		
Perfilero	0,11	3,64	0,40	0,60	0,24		
Maestro de obra	0,01	3,82	0,04	0,60	0,02		
Operador de Equipo (soldador)	0,11	3,82	0,42	0,10	0,04		
Engrasador o abastecedor responsable	0,11	3,55	0,39	0,60	0,23		
SUBTOTAL N					0,76		
MATERIALES							
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo			
		A	B	C = A * B			
Anticorrosivo Azarcón		4000 cc	0,01	15,56			
Thinner comercial		4000 cc	0,01	13,95			
Disco de corte		u	0,01	1,65			
Acero en perfil		kg	1,05	1,10			
Electrodo E 7018		kg	0,05	8,98			
SUBTOTAL O					1,86		
TRANSPORTE							
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA	Costo			
		A	B	C = A * B			
SUBTOTAL P					0,00		
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		3,07	
				INDIRECTOS %		15,00 %	0,46
				UTILIDAD %		,00 %	0,00
				COSTO TOTAL DEL RUBRO			3,53
				VALOR DEL RUBRO			3,53

RUBRO:					CÓDIGO	4,2
Mampostería enchapada con malla electrosoldada + enlucido					UNIDAD	m2
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo	
	A	B	C = A * B	R	D = C * R	
Herramienta manual (5% M-O)					0,22	
Andamio	0,62	0,06	0,04	2,00	0,07	
Mezcladora-bombearora para morteros y yesos proyectados, de 3 m³/h	0,53	9,25	4,94	2,00	9,88	
SUBTOTAL M					10,17	
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
	A	B	C = A * B	R	D = C * R	
Peón	1,00	4,05	4,05	0,50	2,03	
Maestro de obra	1,00	4,55	4,55	0,50	2,28	
SUBTOTAL N					4,30	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo		
		A	B	C = A * B		
Cemento Fuerte Tipo GU 50kg Holcim	Saco	0,72	7,80	5,62		
Bloque victoria de 7x20x40 cm	u	13,00	0,39	5,07		
Malla electrosoldada 3.5 mm 15x15 cm	pln	0,13	25,74	3,43		
Alambre galvanizado #18	kg	0,40	2,26	0,90		
Arena gruesa	m3	0,03	13,50	0,41		
Arena fina	m3	0,09	10,75	0,97		
Agua	m3	0,04	0,85	0,03		
Cuartones de encofrado	u	0,06	4,00	0,24		
SUBTOTAL O					16,67	
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA	Costo		
		A	B	C = A * B		
SUBTOTAL P					0,00	
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	31,14	
				INDIRECTOS %	15,00 %	4,67
				UTILIDAD %	,00 %	0,00
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	35,81	
				VALOR DEL RUBRO	35,81	

RUBRO:					CÓDIGO	4,3
Hormigón f'c 21 Mpa para columna - con encofrado					UNIDAD	m3
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo	
	A	B	C = A * B	R	D = C * R	
Herramienta manual (5% M-O)					4,12	
Concretera 1 saco	1,00	3,50	3,50	2,00	7,00	
Vibrador de manguera	1,00	3,25	3,25	2,00	6,50	
SUBTOTAL M					17,62	
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
	A	B	C = A * B	R	D = C * R	
Maestro de obra	1,00	4,55	4,55	2,00	9,10	
Albañil	2,00	4,10	8,20	2,00	16,40	
Carpintero	1,00	4,10	4,10	2,00	8,20	
Operador equipo liviano	1,00	4,10	4,10	2,00	8,20	
Peón	5,00	4,05	20,25	2,00	40,50	
SUBTOTAL N					82,40	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo		
		A	B	C = A * B		
Cemento Fuerte Tipo GU 50kg Holcim	kg	9,00	7,80	70,20		
Ripio triturado 3/4"	m3	0,95	18,57	17,64		
Arena gruesa	m3	0,65	16,25	10,56		
Agua potable	m3	0,22	0,85	0,19		
Plastiment BV-40 10 Kg - Sika DISENSA	kg	0,30	3,88	1,16		
Tabla de encofrado 20x400 cm	u	5,00	4,75	23,75		
Cuartón de encofrado	u	3,00	3,20	9,60		
Tiras de encofrado	u	5,00	1,88	9,40		
Clavos de 2" a 4"	kg	1,75	2,20	3,85		
SUBTOTAL O					146,36	
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA	Costo		
		A	B	C = A * B		
SUBTOTAL P					0,00	
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	246,38	
				INDIRECTOS %	15,00 %	36,96
				UTILIDAD %	,00 %	0,00
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	283,33	
				VALOR DEL RUBRO	283,33	

RUBRO:					CÓDIGO	4.4	
Hormigón de f'c 21 Mpa para viga - con encofrado					UNIDAD	m3	
EQUIPOS							
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
Herramienta manual (5% M-O)					3,30		
Concretera 1 saco	1,00	3,50	3,50	1,60	5,60		
Vibrador de manguera	1,00	3,25	3,25	1,60	5,20		
SUBTOTAL M						14,10	
MANO DE OBRA							
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
Maestro de obra	1,00	4,55	4,55	1,60	7,28		
Albañil	2,00	4,10	8,20	1,60	13,12		
Carpintero	1,00	4,10	4,10	1,60	6,56		
Operador equipo liviano	1,00	4,10	4,10	1,60	6,56		
Peón	5,00	4,05	20,25	1,60	32,40		
SUBTOTAL N						65,92	
MATERIALES							
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario		Costo		
		A	B	C = A * B			
Cemento Fuerte Tipo GU 50kg Holcim	kg	9,00	7,80	70,20			
Ripio triturado 3/4"	m3	0,95	18,57	17,64			
Arena gruesa	m3	0,65	16,25	10,56			
Agua potable	m3	0,22	0,85	0,19			
Plastiment BV-40 10 Kg - Sika DISENSA	kg	0,30	3,88	1,16			
Tabla de encofrado 20x400 cm	u	5,00	4,75	23,75			
Cuartón de encofrado	u	3,00	3,20	9,60			
Tiras de encofrado	u	5,00	1,88	9,40			
Clavos de 2" a 4"	kg	1,75	2,20	3,85			
Caña de apuntalar	u	10,00	1,50	15,00			
SUBTOTAL O						161,36	
TRANSPORTE							
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA		Costo		
		A	B	C = A * B			
SUBTOTAL P						0,00	
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	241,37	
					INDIRECTOS %	15,00 %	36,21
					UTILIDAD %	,00 %	0,00
					COSTO TOTAL DEL RUBRO	277,58	
					VALOR DEL RUBRO	277,58	

RUBRO:					CÓDIGO	4.5	
Hormigón de f'c 21 Mpa para losa - con encofrado					UNIDAD	m3	
EQUIPOS							
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
Herramienta manual (5% M-O)					3,30		
Concretera 1 saco	1,00	3,50	3,50	1,60	5,60		
Vibrador de manguera	1,00	3,25	3,25	1,60	5,20		
SUBTOTAL M						14,10	
MANO DE OBRA							
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
Maestro de obra	1,00	4,55	4,55	1,60	7,28		
Albañil	2,00	4,10	8,20	1,60	13,12		
Carpintero	1,00	4,10	4,10	1,60	6,56		
Operador equipo liviano	1,00	4,10	4,10	1,60	6,56		
Peón	5,00	4,05	20,25	1,60	32,40		
SUBTOTAL N						65,92	
MATERIALES							
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario		Costo		
		A	B	C = A * B			
Cemento Fuerte Tipo GU 50kg Holcim	kg	9,00	7,80	70,20			
Ripio triturado 3/4"	m3	0,95	18,57	17,64			
Arena gruesa	m3	0,65	16,25	10,56			
Agua potable	m3	0,22	2,25	0,50			
Plastiment BV-40 10 Kg - Sika DISENSA	kg	0,30	3,88	1,16			
Tabla de encofrado 20x400 cm	u	5,00	4,75	23,75			
Cuartón de encofrado	u	3,00	3,20	9,60			
Tiras de encofrado	u	5,00	1,88	9,40			
Clavos de 2" a 4"	kg	1,75	2,20	3,85			
Caña de apuntalar	u	10,00	1,50	15,00			
Malla electrosoldada d3.5mm 15x15cm	pln	0,13	25,74	3,35			
SUBTOTAL O						165,01	
TRANSPORTE							
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA		Costo		
		A	B	C = A * B			
SUBTOTAL P						0,00	
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	245,03	
					INDIRECTOS %	15,00 %	36,75
					UTILIDAD %	,00 %	0,00
					COSTO TOTAL DEL RUBRO	281,78	
					VALOR DEL RUBRO	281,78	

RUBRO:					CÓDIGO	4.6	
Anclaje con varilla - inyección de resina mampostería reforzada					UNIDAD	u	
EQUIPOS							
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
Herramienta manual (5% M-O)					0,02		
Soldadora 300 A	0,11	1,00	0,11	1,00	0,11		
Andamios	0,80	0,12	0,10	0,80	0,08		
SUBTOTAL M					0,21		
MANO DE OBRA							
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
Peón	0,20	3,83	0,77	0,25	0,19		
Soldador	0,20	4,55	0,91	0,25	0,23		
SUBTOTAL N					0,42		
MATERIALES							
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo			
		A	B	C = A * B			
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	kg	0,18	1,28	0,23			
Electrodo E 7018	kg	0,05	8,98	0,45			
SUBTOTAL O					0,68		
TRANSPORTE							
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA	Costo			
		A	B	C = A * B			
SUBTOTAL P					0,00		
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		1,30	
				INDIRECTOS %		15,00 %	0,20
				UTILIDAD %		,00 %	0,00
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		1,50	
				VALOR DEL RUBRO		1,50	

RUBRO:					CÓDIGO	4.7	
Acero de refuerzo en huecos de puertas y ventanas d10mm					UNIDAD	kg	
EQUIPOS							
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
Herramienta manual (5% M-O)					0,03		
Cortadora/dobladora de hierro	1,00	0,51	0,51	0,04	0,02		
SUBTOTAL M					0,05		
MANO DE OBRA							
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
Peón	1,00	4,05	4,05	0,04	0,16		
Fierrero	1,00	4,10	4,10	0,04	0,16		
Maestro de obra	1,00	4,55	4,55	0,04	0,18		
SUBTOTAL N					0,51		
MATERIALES							
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo			
		A	B	C = A * B			
Alambre galvanizado No. 18	kg	0,05	2,40	0,12			
Acero de refuerzo fy=4200 kg/cm2	gal	1,00	1,28	1,28			
SUBTOTAL O					1,40		
TRANSPORTE							
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA	Costo			
		A	B	C = A * B			
SUBTOTAL P					0,00		
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		1,95	
				INDIRECTOS %		15,00 %	0,29
				UTILIDAD %		,00 %	0,00
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		2,25	
				VALOR DEL RUBRO		2,25	

RUBRO:		CÓDIGO	4.8		
Escalera		UNIDAD	m2		
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Herramienta manual (5% M-O)					0,63
Concretera 1 saco	1,00	3,50	3,50	0,25	0,88
Equipo de suelda	0,13	2,00	0,26	1,00	0,26
SUBTOTAL M					1,76
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Peón	3,00	4,05	12,15	1,00	12,15
Maestro de Obra	0,10	4,33	0,43	1,00	0,43
SUBTOTAL N					12,58
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C = A * B	
Cemento Fuerte Tipo GU Saco 50 Kg	saco	0,67	7,68	5,15	
Area	m3	0,07	13,50	0,95	
Ripio	m3	0,10	18,00	1,80	
Agua	m3	0,02	0,85	0,02	
Thinner comercial	4000 cc	0,10	13,95	1,40	
Electrodo 6011	kg	0,50	4,40	2,20	
Disco de corte	u	0,10	1,65	0,17	
Pintura anticorrosiva	gl	0,20	17,15	3,43	
Disco de desbaste	u	0,05	3,19	0,16	
Malla electrosoldada 15 x 15 cm x3,5 mm	pln	0,07	25,74	1,80	
Perfil C 50x25x2mm de 6m	u	0,50	14,63	7,32	
SUBTOTAL O					24,37
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA	Costo	
		A	B	C = A * B	
SUBTOTAL P					0,00
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					38,72
INDIRECTOS %					15,00 % 5,81
UTILIDAD %					,00 % 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					44,53
VALOR DEL RUBRO					44,53

RUBRO:		CÓDIGO	4.9		
Cubierta de galvalumen E = 30mm		UNIDAD	m2		
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Herramienta manual (5% M-O)					0,03
Taladro eléctrico	0,30	1,10	0,33	0,30	0,10
SUBTOTAL M					0,13
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Peón	0,50	4,05	2,03	0,30	0,61
Albañil	0,50				
Maestro de Obra	0,03	4,33	0,13	0,30	0,04
SUBTOTAL N					0,65
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C = A * B	
Alutecho ancho util 1030mm e=30mm long2400 mm	pln	0,50	17,00	8,50	
Tornillos 1 a 2 pulg	u	2,00	0,04	0,08	
SUBTOTAL O					8,58
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA	Costo	
		A	B	C = A * B	
SUBTOTAL P					0,00
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					9,36
INDIRECTOS %					15,00 % 1,40
UTILIDAD %					,00 % 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					10,76
VALOR DEL RUBRO					10,76

RUBRO:		CÓDIGO	4.10		
Cumbrero		UNIDAD	ml		
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Herramienta manual (5% M-O)					0,03
SUBTOTAL M					0,03
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Peón	0,50	4,05	2,03	0,30	0,61
Albañil	0,50				
SUBTOTAL N					0,61
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C = A * B	
Cumbrero tipo estilpanel	m	1,00	4,00	4,00	
Varios	glp	0,50	1,00	0,50	
SUBTOTAL O					4,50
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA	Costo	
		A	B	C = A * B	
SUBTOTAL P					0,00
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					5,14
INDIRECTOS %					15,00 %
UTILIDAD %					,00 %
COSTO TOTAL DEL RUBRO					5,91
VALOR DEL RUBRO					5,91

RUBRO:		CÓDIGO	5.1		
Enlucido interior		UNIDAD	m2		
EQUIPOS					
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Herramienta manual (5% de M-O)					0,21
Andamio	1,00	2,00	2,00	0,50	1,00
SUBTOTAL M					1,21
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo
	A	B	C = A * B	R	D = C * R
Peón	1,00	4,05	4,05	0,50	2,03
Albañil	0,50	4,10	2,05	0,50	1,03
Maestro de obra	0,50	4,55	2,28	0,50	1,14
SUBTOTAL N					4,19
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo	
		A	B	C = A * B	
Cemento Fuerte Tipo GU 50kg Holcim	saco	0,10	7,80	0,78	
Arena fina	m3	0,02	10,75	0,22	
Cuartones de encofrado	u	0,06	4,00	0,24	
Agua potable	m3	0,01	2,25	0,02	
SUBTOTAL O					1,26
TRANSPORTE					
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA	Costo	
		A	B	C = A * B	
SUBTOTAL P					0,00
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					6,65
INDIRECTOS %					15,00 %
UTILIDAD %					,00 %
COSTO TOTAL DEL RUBRO					7,65
VALOR DEL RUBRO					7,65

RUBRO:					CÓDIGO	5.2	
Enlucido exterior					UNIDAD	m2	
EQUIPOS							
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
Herramienta manual (5% de M-O)						0,24	
Andamio	1,00	2,00	2,00	0,58		1,16	
SUBTOTAL M						1,40	
MANO DE OBRA							
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
Peón	1,00	4,05	4,05	0,58		2,35	
Albañil	0,50	4,10	2,05	0,58		1,19	
Maestro de obra	0,50	4,55	2,28	0,58		1,32	
SUBTOTAL N						4,86	
MATERIALES							
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo			
		A	B	C = A * B			
Cemento Fuerte Tipo GU 50kg Holcim	saco	0,10	7,80	0,78			
Arena fina	m3	0,02	10,75	0,22			
Cuartones de encofrado	u	0,06	4,00	0,24			
Agua potable	m3	0,01	2,25	0,02			
SUBTOTAL O						1,26	
TRANSPORTE							
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA	Costo			
		A	B	C = A * B			
SUBTOTAL P						0,00	
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		7,52	
				INDIRECTOS %		15,00 %	1,13
				UTILIDAD %		,00 %	0,00
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		8,65	
				VALOR DEL RUBRO		8,65	

RUBRO:					CÓDIGO	5.3	
Cerámica 30x30cm					UNIDAD	m2	
EQUIPOS							
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
Herramienta manual (5% de M-O)						0,43	
SUBTOTAL M						0,43	
MANO DE OBRA							
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
Maestro mayor	0,10	4,55	0,46	1,00		0,46	
Instalador de revestimiento	1,00	4,10	4,10	1,00		4,10	
Peón	1,00	4,05	4,05	1,00		4,05	
SUBTOTAL N						8,61	
MATERIALES							
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo			
		A	B	C = A * B			
Cerámica de piso 30x30cm	m2	1,05	9,89	10,38			
Bondex Plus Cerámica 25 kg	kg	0,20	6,90	1,38			
Emporador de cerámica Porcelana blanca	2 kg	0,04	1,33	0,05			
Agua potable	m3	0,01	2,25	0,02			
SUBTOTAL O						11,84	
TRANSPORTE							
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA	Costo			
		A	B	C = A * B			
SUBTOTAL P						0,00	
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		20,88	
				INDIRECTOS %		15,00 %	3,13
				UTILIDAD %		,00 %	0,00
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		24,01	
				VALOR DEL RUBRO		24,01	

RUBRO:					CÓDIGO	5.4	
Empaste y pintura interior					UNIDAD	m2	
EQUIPOS							
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
Herramienta manual (5% de M-O)					0,17		
Andamio	0,56	0,06	0,03	1,00	0,03		
SUBTOTAL M						0,21	
MANO DE OBRA							
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
Maestro de obra	1,00	4,33	4,33	0,28	1,21		
Pintor	1,00	4,10	4,10	0,28	1,15		
Peón	1,00	4,05	4,05	0,28	1,13		
SUBTOTAL N						3,49	
MATERIALES							
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo			
		A	B	C = A * B			
Resina y empaste 20 kg	kg	0,07	9,60	0,67			
Agua potable	m3	0,03	0,85	0,03			
Lija de agua N80	u	0,20	0,39	0,08			
Pintura de caucho vinil acrílico	gal	0,04	18,21	0,73			
SUBTOTAL O						1,50	
TRANSPORTE							
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA	Costo			
		A	B	C = A * B			
SUBTOTAL P						0,00	
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		5,21	
				INDIRECTOS %		15,00 %	0,78
				UTILIDAD %		,00 %	0,00
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		5,99	
				VALOR DEL RUBRO		5,99	

RUBRO:					CÓDIGO	5.5	
Empaste y pintura exterior					UNIDAD	m2	
EQUIPOS							
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
Herramienta manual (5% de M-O)					0,25		
Andamio	0,80	0,06	0,05	1,00	0,05		
SUBTOTAL M						0,30	
MANO DE OBRA							
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
Maestro de obra	1,00	4,55	4,55	0,40	1,82		
Pintor	1,00	4,10	4,10	0,40	1,64		
Peón	1,00	4,05	4,05	0,40	1,62		
SUBTOTAL N						5,08	
MATERIALES							
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo			
		A	B	C = A * B			
Resina y empaste 20 kg	kg	0,07	9,60	0,67			
Agua potable	m3	0,03	0,85	0,03			
Lija de agua N80	u	0,20	0,39	0,08			
Pintura de caucho vinil acrílico	gal	0,04	18,21	0,73			
SUBTOTAL O						1,50	
TRANSPORTE							
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA	Costo			
		A	B	C = A * B			
SUBTOTAL P						0,00	
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		6,89	
				INDIRECTOS %		15,00 %	1,03
				UTILIDAD %		,00 %	0,00
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		7,92	
				VALOR DEL RUBRO		7,92	

RUBRO:					CÓDIGO	5.6	
Mesones de hormigón e=0.10m con encofrado, A=0.70m					UNIDAD	m	
EQUIPOS							
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
Herramienta manual (5% de M-O)					0,71		
Concretera 1 saco	1,00	1,20	1,20	0,62	0,74		
SUBTOTAL M					1,45		
MANO DE OBRA							
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
Maestro de obra	1,00	4,55	4,55	0,62	2,82		
Peón	2,50	4,05	10,13	0,62	6,28		
Fierrero	1,00	4,10	4,10	0,62	2,54		
Carpintero	1,00	4,10	4,10	0,62	2,54		
SUBTOTAL N					14,18		
MATERIALES							
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo			
		A	B	C = A * B			
Cemento Fuerte Tipo GU 50kg	saco	0,36	7,68	2,76			
Alambre galvanizado # 18 20KG	kg	0,09	5,03	0,45			
Agua	m3	0,02	0,85	0,02			
Arena gruesa	m3	0,04	13,75	0,55			
Ripio	m3	0,06	12,50	0,75			
Clavos	kg	0,41	2,13	0,87			
Tabla dura de encofrado de 0.30 m	u	1,60	6,00	9,60			
Acero de refuerzo fy=4200 kg	kg	4,80	0,81	3,89			
Alambre de amarre # 18	kg	0,05	1,60	0,08			
Tiras 2.5*2.5*250 cm	u	0,02	0,38	0,01			
Cuartones de encofrado	u	2,50	4,00	10,00			
SUBTOTAL O					28,98		
TRANSPORTE							
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA	Costo			
		A	B	C = A * B			
SUBTOTAL P					0,00		
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	44,62		
				INDIRECTOS %	15,00 %	6,69	
				UTILIDAD %	,00 %	0,00	
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	51,31		
				VALOR DEL RUBRO	51,31		

RUBRO:					CÓDIGO	5.7	
Tumbado Gypsum Placa Standard					UNIDAD	m2	
EQUIPOS							
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
Herramienta manual (5% de M-O)					0,20		
SUBTOTAL M					0,20		
MANO DE OBRA							
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
Maestro de obra	1,00	4,55	4,55	0,05	0,23		
Instalador de revestimiento en general	1,00	4,10	4,10	0,33	1,35		
Pintor	1,00	4,10	4,10	0,24	0,98		
Peón	1,00	4,05	4,05	0,33	1,34		
SUBTOTAL N					3,90		
MATERIALES							
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo			
		A	B	C = A * B			
Alambre galvanizado N18	kg	0,10	2,54	0,25			
Plancha Gypsum yeso carton regular 4x18x1/2"	u	0,37	10,05	3,72			
Perfil primario 15/8"x12"x0,7mm	u	0,20	2,73	0,55			
Perfil secundario	u	0,50	2,60	1,30			
Latex supremo int/ext	4000cc	0,04	16,00	0,64			
Aditec Empaste interior	20 kg	0,13	12,41	1,61			
Clavo de acero negro	lb	0,02	1,50	0,03			
Angulo perimetral galvanizado	u	0,35	0,85	0,30			
Tornillos BH para plancha	u	14,82	0,02	0,30			
Fulminantes y clavo	u	0,70	0,55	0,39			
Tornillos LH para estructura	u	4,58	0,01	0,05			
Cinta para junta de papel	u	0,03	4,66	0,14			
Masilla Romeral 30 kg	saco	0,03	16,68	0,50			
SUBTOTAL O					9,77		
TRANSPORTE							
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA	Costo			
		A	B	C = A * B			
SUBTOTAL P					0,00		
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	13,86		
				INDIRECTOS %	15,00 %	2,08	
				UTILIDAD %	,00 %	0,00	
				COSTO TOTAL DEL RUBRO	15,94		
				VALOR DEL RUBRO	15,94		

RUBRO:		CÓDIGO	5.8			
Puerta tipo 1 e instalación: 0.95x2.1m		UNIDAD	u			
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo	
	A	B	C = A * B	R	D = C * R	
Herramienta manual (5% de M-O)					0,31	
SUBTOTAL M					0,31	
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
	A	B	C = A * B	R	D = C * R	
Peón	1,00	4,05	4,05	1,00	4,05	
Carpintero	0,50	4,10	2,05	1,00	2,05	
SUBTOTAL N					6,10	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo		
		A	B	C = A * B		
Puerta panelada laurel (con marco y tapamarco)	u	1,00	70,00	70,00		
Clavos	kg	0,50	1,03	0,52		
Laca transparente brillante	4000 cc	0,05	20,54	1,03		
SUBTOTAL O					71,54	
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA	Costo		
		A	B	C = A * B		
SUBTOTAL P					0,00	
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			77,95	
		INDIRECTOS %			15,00 %	11,69
		UTILIDAD %			,00 %	0,00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			89,64	
		VALOR DEL RUBRO			89,64	

RUBRO:		CÓDIGO	5.9			
Puerta tipo 2 e instalación: 0.65x2.1m		UNIDAD	u			
EQUIPOS						
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo	
	A	B	C = A * B	R	D = C * R	
Herramienta manual (5% de M-O)					0,43	
SUBTOTAL M					0,43	
MANO DE OBRA						
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo	
	A	B	C = A * B	R	D = C * R	
Maestro de obra	0,10	4,55	0,46	1,00	0,46	
Carpintero	1,00	4,10	4,10	1,00	4,10	
Peón	1,00	4,05	4,05	1,00	4,05	
SUBTOTAL N					8,61	
MATERIALES						
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo		
		A	B	C = A * B		
Puerta panelada laurel (con marco y tapamarco)	u	0,75	70,00	52,50		
Clavos	kg	0,50	1,03	0,52		
Laca transparente brillante	4000 cc	0,05	20,54	1,03		
SUBTOTAL O					54,04	
TRANSPORTE						
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA	Costo		
		A	B	C = A * B		
SUBTOTAL P					0,00	
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			63,08	
		INDIRECTOS %			15,00 %	9,46
		UTILIDAD %			,00 %	0,00
		COSTO TOTAL DEL RUBRO			72,54	
		VALOR DEL RUBRO			72,54	

RUBRO:					CÓDIGO	5.10		
Ventana, suministro e instalación: 1.2x1.2 m					UNIDAD	u		
EQUIPOS								
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo			
	A	B	C = A * B	R	D = C * R			
Herramienta manual (5% de M-O)					0,43			
SUBTOTAL M						0,43		
MANO DE OBRA								
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo			
	A	B	C = A * B	R	D = C * R			
Maestro de obra	0,10	4,55	0,46	1,00	0,46			
Carpintero	1,00	4,10	4,10	1,00	4,10			
Peón	1,00	4,05	4,05	1,00	4,05			
SUBTOTAL N						8,61		
MATERIALES								
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario		Costo			
		A	B		C = A * B			
Ventana aluminio natural corrediza	u	1,00	44,00		44,00			
Vidrio, azul reflectivo de 6 mm DIM = 2.14X3.3 M	u	0,21	148,00		31,08			
SUBTOTAL O						75,08		
TRANSPORTE								
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA		Costo			
		A	B		C = A * B			
SUBTOTAL P						0,00		
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		84,12	
					INDIRECTOS %		15,00 %	12,62
					UTILIDAD %		,00 %	0,00
					COSTO TOTAL DEL RUBRO			96,73
					VALOR DEL RUBRO			96,73

RUBRO:					CÓDIGO	5.11		
Pasamano de acero inoxidable					UNIDAD	ml		
EQUIPOS								
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo			
	A	B	C = A * B	R	D = C * R			
Herramienta manual (5% M-O)					0,72			
Soldadora eléctrica 300 A	1,60	1,98	3,17	1,00	3,17			
SUBTOTAL M						3,89		
MANO DE OBRA								
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo			
	A	B	C = A * B	R	D = C * R			
Peón	3,20	4,05	12,96	1,00	12,96			
Maestro de Obra	0,32	4,33	1,39	1,00	1,39			
SUBTOTAL N						14,35		
MATERIALES								
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario		Costo			
		A	B		C = A * B			
Thiner comercial	4000 cc	0,08	13,95		1,12			
Electrodo Aga 6011	kg	0,15	4,40		0,66			
Platina 25 x3mm	6m	0,17	4,61		0,78			
Tubo cuadrado 50x3mm	6m	0,62	41,51		25,74			
Agua	m3	0,01	0,85		0,01			
Pintura Anticorrosiva	gl	0,05	17,15		0,86			
SUBTOTAL O						29,16		
TRANSPORTE								
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA		Costo			
		A	B		C = A * B			
SUBTOTAL P						0,00		
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		47,39	
					INDIRECTOS %		15,00 %	7,11
					UTILIDAD %		,00 %	0,00
					COSTO TOTAL DEL RUBRO			54,50
					VALOR DEL RUBRO			54,50

RUBRO:					CÓDIGO	5.12			
Mueble alto de cocina					UNIDAD	ml			
EQUIPOS									
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo				
	A	B	C = A * B	R	D = C * R				
Herramienta manual (5% M-O)					3,50				
SUBTOTAL M					3,50				
MANO DE OBRA									
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo				
	A	B	C = A * B	R	D = C * R				
Peón	8,15	4,05	33,01	1,00	33,01				
Maestro de Obra	0,82	4,33	3,55	1,00	3,55				
Carpintero	8,15	4,10	33,42	1,00	33,42				
SUBTOTAL N					69,97				
MATERIALES									
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario		Costo				
		A	B		C = A * B				
Tableros MDP KOR 7x8x15mm	u	0,55	53,49		29,42				
Taco fisher con tornillo	u	6,00	0,08		0,48				
Clavos	kg	0,25	2,13		0,53				
Tiradera cromada sencilla	u	2,00	0,82		1,64				
Bisagra cazoleta	u	4,00	2,00		8,00				
SUBTOTAL O					40,07				
TRANSPORTE									
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA	Costo					
		A	B	C = A * B					
SUBTOTAL P					0,00				
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		113,54		
					INDIRECTOS %		15,00 %	17,03	
					UTILIDAD %		,00 %	0,00	
					COSTO TOTAL DEL RUBRO		130,58		
					VALOR DEL RUBRO		130,58		

RUBRO:					CÓDIGO	6.1			
Tubería PVC Ø=4" incluye accesorios					UNIDAD	ml			
EQUIPOS									
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo				
	A	B	C = A * B	R	D = C * R				
HERRAMIENTA MANUAL (5% M-O)					0,32				
SUBTOTAL M					0,32				
MANO DE OBRA									
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo				
	A	B	C = A * B	R	D = C * R				
Peón	1,00	4,55	4,05	0,67	2,71				
Plomero	1,00	4,10	4,10	0,67	2,75				
Maestro de Obra	1,00	4,05	4,33	0,22	0,95				
SUBTOTAL N					6,41				
MATERIALES									
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario		Costo				
		A	B		C = A * B				
Tubo PVC 110 mm x 3m desagüe	u	0,33	14,99		4,95				
Soldadura P/TUB PVC 3.785cc	3.785cc	0,01	54,82		0,55				
SUBTOTAL O					5,49				
TRANSPORTE									
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA	Costo					
		A	B	C = A * B					
SUBTOTAL P					0,00				
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		12,23		
					INDIRECTOS %		15,00 %	1,83	
					UTILIDAD %		,00 %	0,00	
					COSTO TOTAL DEL RUBRO		14,06		
					VALOR DEL RUBRO		14,06		

RUBRO:					CÓDIGO	6.2	
Tubería PVC Ø=2" incluye accesorios					UNIDAD	ml	
EQUIPOS							
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
HERRAMIENTA MANUAL (5% M-O)					0,24		
SUBTOTAL M						0,24	
MANO DE OBRA							
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
Peón	1,00	4,05	4,05	0,50	2,03		
Plomero	1,00	4,10	4,10	0,50	2,05		
Maestro de Obra	1,00	4,33	4,33	0,17	0,74		
SUBTOTAL N						4,81	
MATERIALES							
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo			
		A	B	C = A * B			
Tubo PVC de desague 50 MM x 3 M	u	0,33	6,06	2,00			
Soldadura P/TUB PVC 3.785 cc	3.785 cc	0,01	54,82	0,55			
SUBTOTAL O						2,55	
TRANSPORTE							
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA	Costo			
		A	B	C = A * B			
SUBTOTAL P						0,00	
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		7,60	
				INDIRECTOS %		15,00 %	1,14
				UTILIDAD %		,00 %	0,00
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		8,74	
				VALOR DEL RUBRO		8,74	

RUBRO:					CÓDIGO	6.3	
Codo PVC Ø=110 mm desague 45°					UNIDAD	u	
EQUIPOS							
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
HERRAMIENTA MANUAL (5% M-O)					0,06		
SUBTOTAL M						0,06	
MANO DE OBRA							
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
Peón	1,00	4,55	4,05	0,30	1,22		
SUBTOTAL N						1,22	
MATERIALES							
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo			
		A	B	C = A * B			
Codo PVC 110 mm desague 45°	u	1,00	3,50	3,50			
Soldadura P/TUB PVC 3.785cc	3.785cc	0,01	54,82	0,55			
SUBTOTAL O						4,05	
TRANSPORTE							
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA	Costo			
		A	B	C = A * B			
SUBTOTAL P						0,00	
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		5,32	
				INDIRECTOS %		15,00 %	0,80
				UTILIDAD %		,00 %	0,00
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		6,12	
				VALOR DEL RUBRO		6,12	

RUBRO:					CÓDIGO	6.4	
Yee reductor desague de 110 a 50 mm					UNIDAD	u	
EQUIPOS							
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
HERRAMIENTA MANUAL (5% M-O)					0,02		
SUBTOTAL M						0,02	
MANO DE OBRA							
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
Peón	1,00	4,55	4,05	0,10	0,41		
SUBTOTAL N						0,41	
MATERIALES							
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo			
		A	B	C = A * B			
Yee reductor desague de 110 a 50 mm	u	1,00	2,11	2,11			
Soldadura P/TUB PVC 3.785cc		3.785cc	0,01	54,82			
SUBTOTAL O						2,66	
TRANSPORTE							
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA	Costo			
		A	B	C = A * B			
SUBTOTAL P						0,00	
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		3,08	
				INDIRECTOS %		15,00 %	0,46
				UTILIDAD %		,00 %	0,00
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		3,55	
				VALOR DEL RUBRO		3,55	

RUBRO:					CÓDIGO	6.5	
Yee de desague 110 mm					UNIDAD	u	
EQUIPOS							
Descripción	Cantidad	Tarifa	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
HERRAMIENTA MANUAL (5% M-O)					0,02		
SUBTOTAL M						0,02	
MANO DE OBRA							
Descripción	Cantidad	Jornal/hr	Costo hora	Rendimiento	Costo		
	A	B	C = A * B	R	D = C * R		
Peón	1,00	4,55	4,05	0,10	0,41		
SUBTOTAL N						0,41	
MATERIALES							
Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Costo			
		A	B	C = A * B			
Yee de desague 110 mm	u	1,00	4,50	4,50			
Soldadura P/TUB PVC 3.785cc		3.785cc	0,00	54,82			
SUBTOTAL O						4,55	
TRANSPORTE							
Descripción	Unidad	Cantidad	TARIFA	Costo			
		A	B	C = A * B			
SUBTOTAL P						0,00	
ESTE PRECIO NO INCLUYE IVA.				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		4,98	
				INDIRECTOS %		15,00 %	0,75
				UTILIDAD %		,00 %	0,00
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		5,73	
				VALOR DEL RUBRO		5,73	

5.3 Descripción de cantidades de obra

Las cantidades de obra necesarias para la elaboración del presupuesto fueron obtenidas utilizando diversos programas especializados en diseño y análisis estructural a lo largo del proyecto, tales como AutoCAD, Revit 2023, y el software de análisis estructural.

En Revit, se realizó el modelado detallado de la estructura, replicando fielmente el diseño del edificio con todos los materiales y componentes involucrados en la construcción. Este modelado permitió la cuantificación precisa de áreas de muros, losas, cubiertas, vigas, columnas, viguetas, y la cantidad de acero necesario, entre otros elementos.

El software de análisis estructural también fue empleado para modelar la estructura, enfocándose específicamente en los elementos estructurales con sus respectivas propiedades materiales. Este enfoque permitió corroborar y complementar las cantidades obtenidas en Revit, asegurando que se consideraran todas las especificaciones técnicas.

La integración de estos datos facilitó la elaboración de un presupuesto estimado de construcción de manera más rápida, precisa y eficiente. Esta es una de las ventajas clave que ofrecen los diferentes softwares especializados en la construcción, especialmente dentro del marco de la metodología BIM, que proporciona una visión más amplia y una mayor cantidad de beneficios en la gestión y ejecución de proyectos constructivos.

5.4 Valoración integral del costo del proyecto

Figura 48

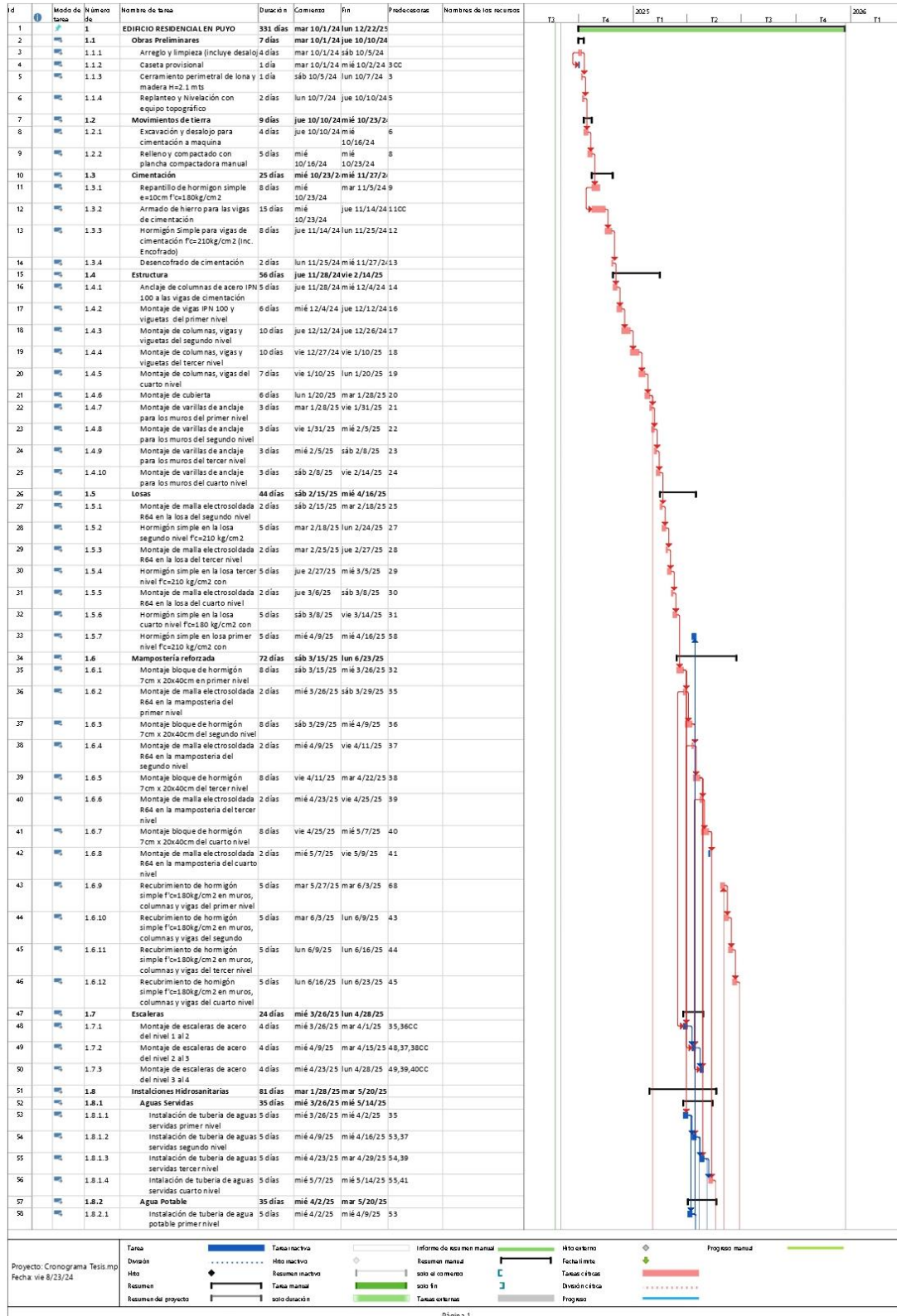
Presupuesto total del edificio

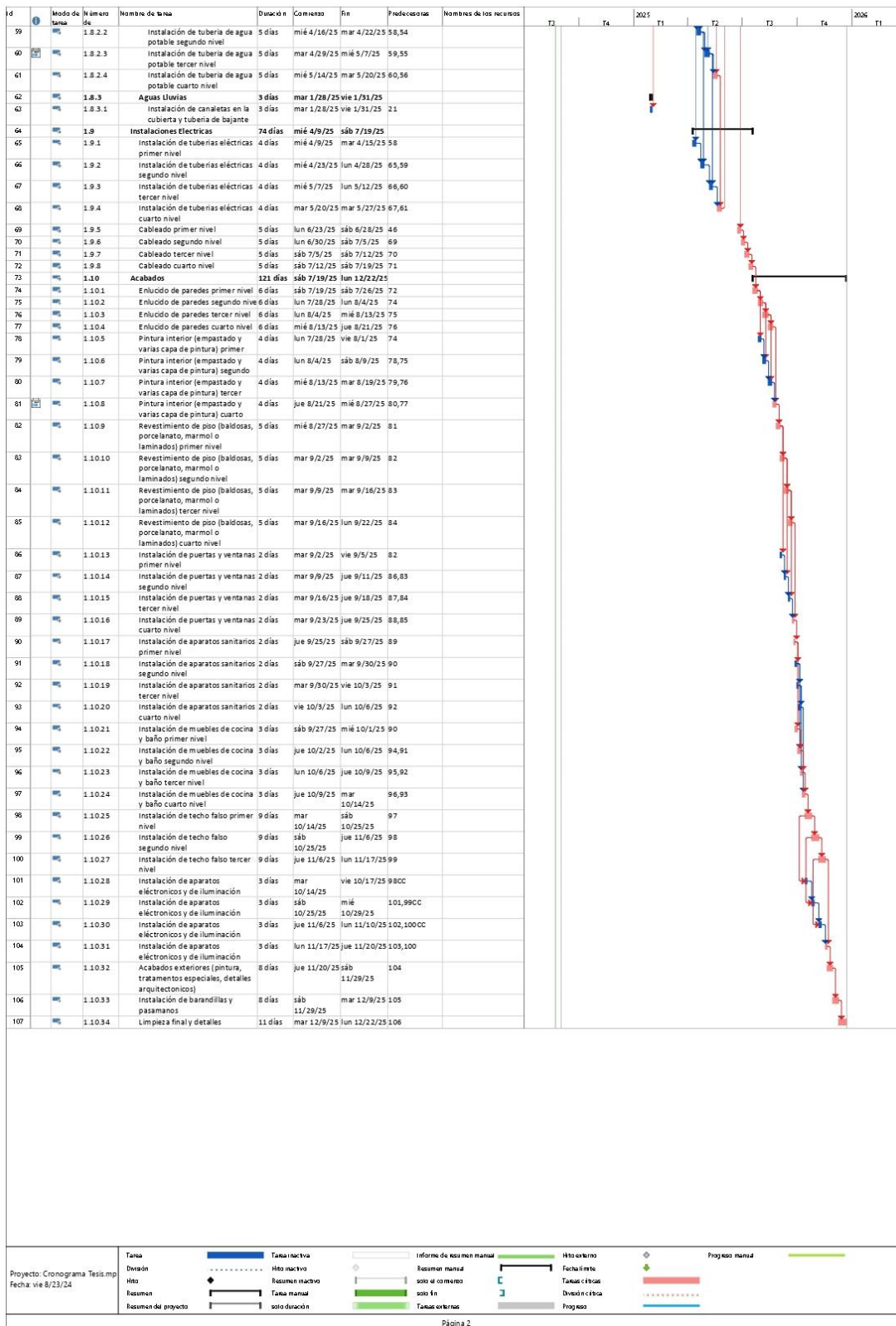
RUBRO	DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	PRELIMINARES				\$ 3.367,43
1.1	Limpieza y desbroce manual del terreno	250,00	m2	\$1,56	\$391,23
1.2	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	250,00	m2	\$1,88	\$470,18
1.3	Instalación de cerramiento provisional en lona verde altura 2.1 m	25,00	ml	\$7,16	\$178,97
1.4	Oficina y bodegas temporales	10,00	m2	\$47,81	\$478,15
1.5	Bateria sanitaria Obreros	11,00	mes	\$164,68	\$1.811,47
1.6	Señalización	2,00	u	\$18,72	\$37,43
2	MOVIMIENTO DE TIERRA				\$ 2.755,50
2.1	Excavación a máquina en suelo sin clasificar (0-2)m	155,00	m3	\$3,55	\$549,63
2.2	Relleno compactado con Sub-Base Clase 3	16,00	m3	\$25,98	\$415,62
2.3	Desalojo de material, con volqueta cargado mecánico (transporte 10 km)	175,00	m3	\$10,23	\$1.790,25
3	CIMENTACIÓN				\$ 37.156,94
3.1	Capa de replantillo de hormigón E= 10cm	16,00	m3	\$10,96	\$175,36
3.2	Acero de refuerzo fy=4200 kg-cm2 (figurado y colocado)	8563,00	kg	\$2,89	\$24.774,46
3.3	Hormigon simple vigas de cimentación f'c=210kg/cm2	41,46	m3	\$161,69	\$6.703,67
3.4	Encofrado y desencofrado de vigas de cimentación	166,00	m2	\$33,15	\$5.503,45
4	ESTRUCTURAS				\$ 160.121,44
4.1	Acero estructural A36 (incluye montaje)	19180,00	kg	\$3,53	\$67.736,16
4.2	Mampostería enchapada con malla electrosoldada + enlucido	1440,00	m2	\$35,81	\$51.562,71
4.3	Hormigón f'c 21 Mpa para columna - con encofrado	7,05	m3	\$283,33	\$1.997,49
4.4	Hormigón de f'c 21 Mpa para viga - con encofrado	15,46	m3	\$277,58	\$4.291,34
4.5	Hormigón de f'c 21 Mpa para losa - con encofrado	82,97	m3	\$281,78	\$23.379,20
4.6	Anclaje con varilla - inyección de resina mampostería reforzada	4283,00	u	\$1,50	\$6.420,77
4.7	Acero de refuerzo en huecos de puertas y ventanas d10mm	507,90	kg	\$2,25	\$1.141,19
4.8	Escalera	16,95	m2	\$44,53	\$754,77
4.9	Cubierta de galvalumen E = 30mm	256,18	m2	\$10,76	\$2.756,87
4.10	Cumbrero	13,70	m	\$5,91	\$80,95
5	ACABADOS				\$ 97.653,62
5.1	Enlucido interior	1440,00	m2	\$7,65	\$11.019,65
5.2	Enlucido exterior	1440,00	m2	\$8,65	\$12.449,60
5.3	Cerámica 30x30cm	874,00	m2	\$24,01	\$20.981,91
5.4	Empaste y pintura interior	1440,00	m2	\$5,99	\$8.622,16
5.5	Empaste y pintura exterior	1440,00	m2	\$7,92	\$11.403,05
5.6	Mesones de hormigón e=0.10m con encofrado, A=0.70m	50,88	m	\$51,31	\$2.610,75
5.7	Tumbado Gypsum Placa Standard	911,26	m2	\$15,94	\$14.527,45
5.8	Puerta tipo 1 e instalación: 0.95x2.1m	32,00	u	\$89,64	\$2.868,45
5.9	Puerta tipo 2 e instalación: 0.65x2.1m	32,00	u	\$72,54	\$2.321,24
5.10	Ventana, suministro e instalación: 1.2x1.2 m	32,00	u	\$96,73	\$3.095,44
5.11	Pasamano de acero inoxidable	10,50	ml	\$54,50	\$572,27
5.12	Mueble alto de cocina	55,00	ml	\$130,58	\$7.181,64

6	INSTALACIONES AA.SS				\$	17.262,28
6.1	Tubería PVC Ø=4" incluye accesorios	160,80	ml	\$14,06		\$2.261,32
6.2	Tubería PVC Ø=2" incluye accesorios	80,00	ml	\$8,74		\$699,17
6.3	Codo PVC Ø=110 mm desague 45°	16,00	u	\$6,12		\$97,96
6.4	Yee reductor desague de 110 a 50 mm	112,00	u	\$3,55		\$397,15
6.5	Yee de desague 110 mm	32,00	u	\$5,73		\$183,27
6.6	Caja de revisión 60x60cm con tapa de H.A	6,00	u	\$82,80		\$496,77
6.7	Inodoro blanco tanque bajo	32,00	u	\$76,04		\$2.433,26
6.8	Lavamanos	32,00	u	\$82,06		\$2.626,03
6.9	Ducha eléctrica	32,00	u	\$43,37		\$1.387,96
6.10	Lavaplatos 1 pozo	32,00	u	\$208,73		\$6.679,39
7	INSTALACIONES AA.PP				\$	3.477,03
7.1	Tubería de agua potable PVC roscable Ø = 1/2" incluye accesorios	630,00	ml	\$3,71		\$2.338,49
7.2	Tubería de agua potable PVC roscable Ø =3/4" incluye accesorios	40,30	ml	\$6,69		\$269,52
7.3	Tubería de agua potable PVC roscable Ø =1" incluye accesorios	19,50	ml	\$10,19		\$198,70
7.4	Llave de paso de 3/4"	32,00	u	\$15,66		\$501,09
7.5	Valvula Check 1"	4,00	u	\$42,31		\$169,23
8	INSTALACIONES AA.LL				\$	695,95
8.1	Canal recolector de agua lluvia	30,00	ml	\$8,86		\$265,85
8.2	Bajante de agua lluvia PVC 110mm	42,00	ml	\$10,24		\$430,10
9	INSTALACIONES ELECTRICAS				\$	40.631,08
9.1	Tubería conduit con cables - Iluminación cuarto	307,52	ml	\$3,40		\$1.044,69
9.2	Tubería conduit con cables - Ducha	123,20	ml	\$8,51		\$1.047,94
9.3	Tubería conduit con cables - Tomacorrientes 120V	612,80	ml	\$4,50		\$2.755,48
9.4	Tubería conduit con cables - Tomacorrientes 240V	71,20	ml	\$8,15		\$580,25
9.5	Tubería conduit con cables - Iluminación área común	74,62	ml	\$3,03		\$226,03
9.6	Tubería conduit con cables - Tomacorrientes 120V Área común	56,00	ml	\$4,49		\$251,42
9.7	Tubería conduit con cables - Tomacorrientes 240V Área común	32,00	ml	\$8,15		\$260,78
9.8	Tubería conduit con cables - de PS-PPN	88,00	ml	\$10,40		\$915,59
9.9	Tubería conduit con cables - de PPN-PP_ER	255,00	ml	\$19,81		\$5.051,92
9.10	Tomacorriente 120 [V]	240,00	pto	\$40,75		\$9.780,27
9.11	Tomacorriente 240 [V]	40,00	pto	\$51,52		\$2.060,60
9.12	Interruptor simple	72,00	pto	\$28,37		\$2.042,92
9.13	Interruptor doble	32,00	pto	\$29,47		\$942,92
9.14	Foco led alta potencia ECO 30W 100-240V (Provisión e instalación)	160,00	u	\$2,88		\$460,18
9.15	Breaker Sobrepuesto 2P-80A THQC2180WL General Electric	32,00	u	\$40,51		\$1.296,21
9.16	Breaker 2P-330A	8,00	u	\$673,60		\$5.388,84
9.17	Breaker 1P-10A	48,00	u	\$11,37		\$545,54
9.18	Breaker 1P-32A	32,00	u	\$14,55		\$465,63
9.19	Breaker 1P-16A	32,00	u	\$11,00		\$351,92
9.20	Breaker 2P-32A	40,00	u	\$25,33		\$1.013,06
9.21	Tablero de control cuartos	32,00	u	\$95,67		\$3.061,39
9.22	Tablero de control principal en nivel	8,00	u	\$110,34		\$882,74
9.23	Tablero de control principal del edificio	1,00	u	\$110,34		\$110,34
9.24	Puesta a tierra	1,00	u	\$94,41		\$94,41
SUB TOTAL						\$ 363.121,29
SUB TOTAL						\$363.121,29
IVA						12,00%
IVA						\$43.574,55
TOTAL PROYECTO						\$406.695,84

Nota: Elaborado por: Kevin Pullupaxi & Bryan Hermenegildo

5.5 Cronograma de obra





Capítulo 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

- La implementación de la estrategia usada en este proyecto para la optimización de espacios en el diseño estructural fue el uso de muros de corte y vigas de gran alcance, con eso se permitió minimizar la presencia de columnas en el edificio y estas soluciones han sido fundamentales para enseñar un diseño moderno y funcional.
- La integración de BIM en el proceso del presupuesto nos ha ayudado a tener un análisis mucho más exacto de los precios unitarios de materiales y otros recursos. Esto nos dio como resultado una estimación financiera un poco más precisa y detallada, que proporciona una base sólida para la gestión del presupuesto y la toma de decisiones durante el desarrollo del proyecto.
- Debido al análisis realizado, se determina que el nivel del Impacto Ambiental del proyecto es de 2.90, lo que corresponde a un impacto ambiental “Despreciable”, esto debido a las medidas adoptadas como el uso de columnas de acero y muro estructural para la estructura del edificio, elementos cuya materia prima pueden ser reciclados (acero y EPS), incluso después de haber cumplido su vida útil. Además, con el tipo de muro adoptado se puede minimizar dimensiones, que en consecuencia disminuyen impactos como: emisión de CO₂, huella de carbono, generación de desechos, entre otros.
- La correcta elección de materiales y procesos constructivos son fundamentales para minimizar los posibles impactos ambientales, ya que estos están presentes en la

ejecución de la obra y la vida útil del edificio, lo que corresponde a una mayor presencia y, por ende, emisión de impactos ambientales.

6.2 Recomendaciones

- Evaluar posibles tales como: seguridad en la construcción, prevención de riesgos laborales, rutas de evacuación, entre otros. La simulación de procesos constructivos en BIM es fundamentales para prevenir este tipo de riesgos.
- Diseñar el edificio ubicando estratégicamente puntos y accesos adecuados para mantenimientos de todos los sistemas y así tener una respuesta rápida ante posibles contravenciones, evitando y/o minimizando las consecuencias ambientales de estos.
- Establecer una evaluación post-construcción del edificio, esto con el fin de verificar que los impactos evaluados hayan sido prevenidos correctamente, y asegurarse de que no existan impactos inesperados que afecten el ambiente de la zona.
- Actualizarse continuamente con las normativas establecidas, a la vez de estar al tanto de las nuevas tecnologías de construcción que no solo facilitan el proceso constructivo, sino que también establecen estándares de calidad, seguridad y eficiencia energética. Las nuevas técnicas de construcción optimizan desde las actividades preliminares, materiales, lo que resulta en un menor costo económico.
- La constante capacitación del equipo de trabajo con las nuevas técnicas de diseño, modelado, debe ser primordial para asegurar que todas las partes involucradas como: ingeniería, diseño, construcción; entiendan la metodología, y hagan un buen uso de esta en futuros proyectos.

Referencias

- Claudio, Y., & Salazar, R. (2022). Causas del bajo nivel de uso de la metodología BIM, sujeto de estudio 23 proyectos privados del Ecuador. In *Universidad Nacional de Chimborazo*.
- Cordova Arteaga, S. (2014). *SISTEMA HORMI2: UNA SOLUCIÓN INNOVADORA PARA LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDAS DE INTERÉS SOCIAL EN EL ECUADOR*. Universidad Espíritu Santo UEES.
- Cunalata, F., Caiza, P., Cunalata, F., & Caiza, P. (2022). Estado del Arte de Estudios de Vulnerabilidad Sísmica en Ecuador. *Revista Politécnica*, 50(1), 55–64.
<https://doi.org/10.33333/RP.VOL50N1.06>
- De, N. E., & Construcción, L. A. (2014). *PELIGRO SÍSMICO DISEÑO SISMO RESISTENTE*.
- ElDiario. (2023, January 2). *El hormigón provoca el 8% de las emisiones mundiales de CO2: ¿qué alternativas existen?* https://www.eldiario.es/consumoclaro/hormigon-provoca-8-emisiones-mundiales-co2-alternativas-existen_1_9827092.html
- Fernández, A. (2018). *El déficit habitacional y su incidencia en el impacto socioeconómico de las familias de bajos recursos económicos de la ciudad de puyo, provincia de Pastaza* [Universidad Regional Autónoma de los Andes UNIANDES].
<https://dspace.uniandes.edu.ec/bitstream/123456789/8953/1/PEXCUPADM0014-2018.pdf>
- Hurtado Coronel, Á. P. (2015). *Estudio de deflexiones en muros de ladrillo portantes con reforzamiento de malla electro-soldada para edificaciones de hasta 4 pisos aplicando la NEC 2011*. Universidad Internacional del Ecuador.

Martín, N. J., Pérez, G., & Martín, C. N. J. (2009). EVALUACIÓN AGROPRODUCTIVA DE CUATRO SECTORES DE LA PROVINCIA DE PASTAZA EN LA AMAZONÍA ECUATORIANA. In *Cultivos Tropicales* (Vol. 30, Issue 1).

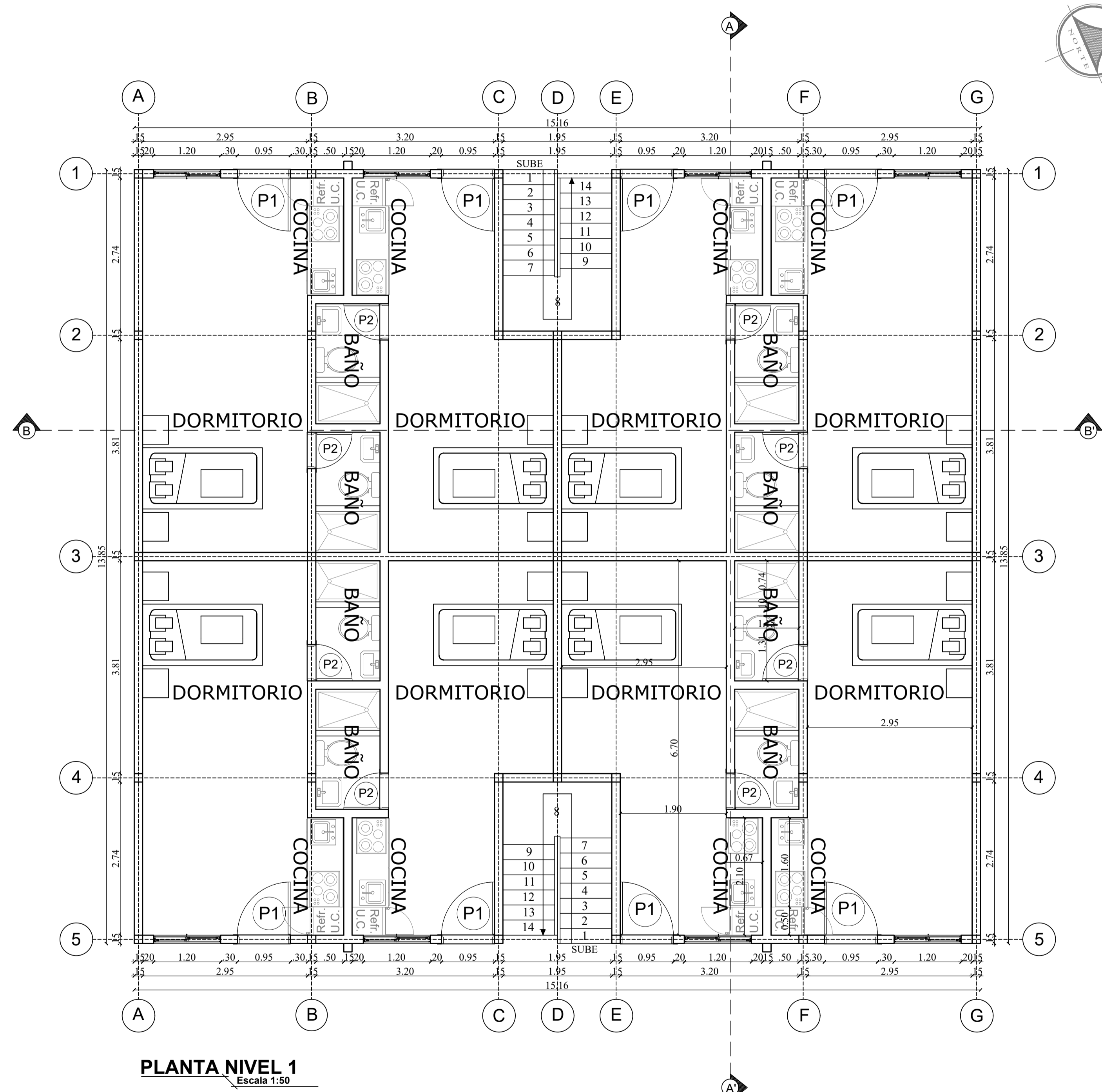
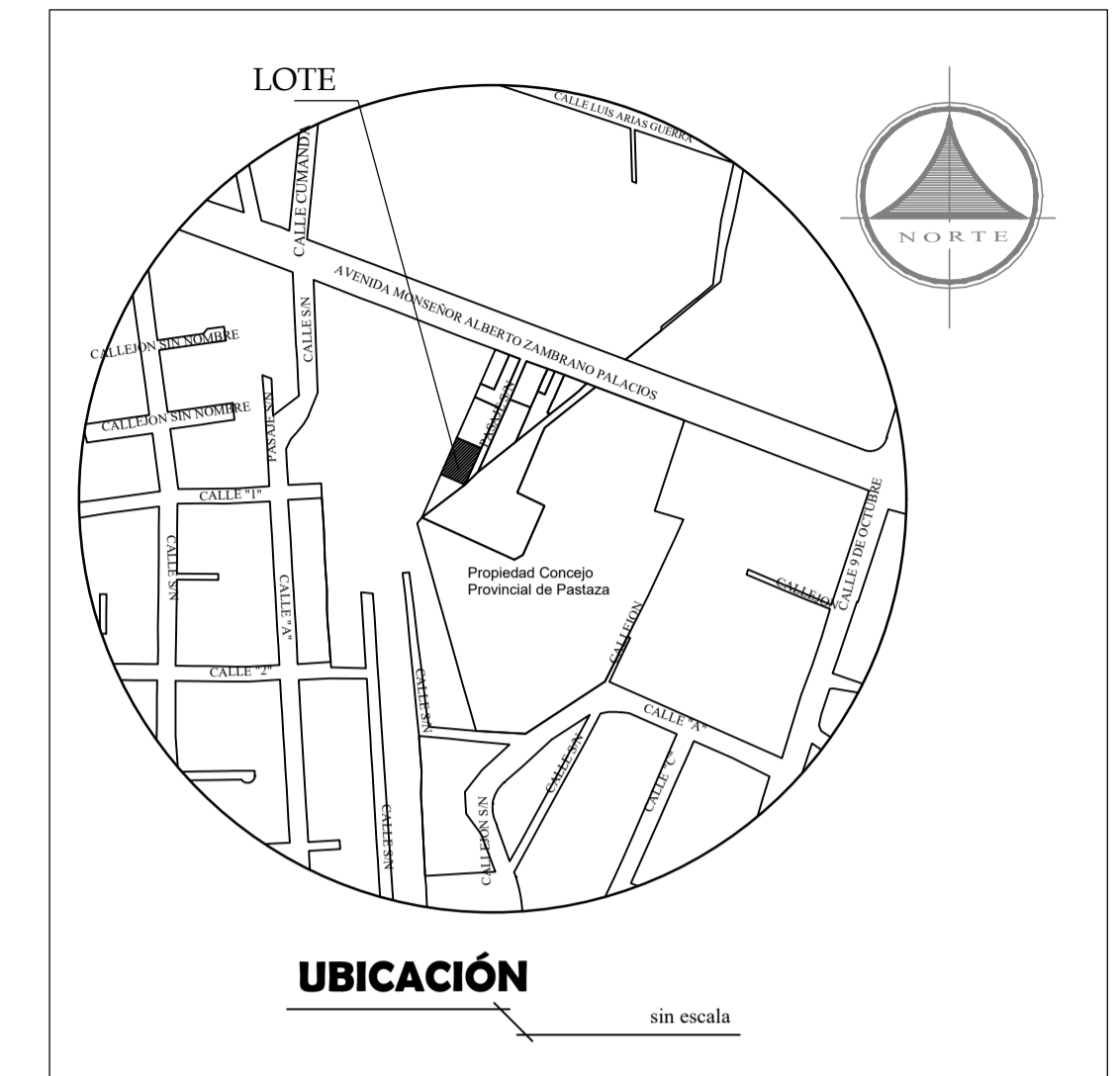
Quinde Martínez, P., & Angulo, E. R. (n.d.). *ESTUDIO DE PELIGRO SÍSMICO DE ECUADOR Y PROPUESTA DE ESPECTROS DE DISEÑO PARA LA CIUDAD DE CUENCA SEISMIC HAZARD ASSESSMENT FOR ECUADOR AND DESIGN SPECTRA PROPOSED FOR THE CITY OF CUENCA.*

Quinde Martínez, P., & Reinoso Angulo, E. (n.d.). *ESTUDIO DE PELIGRO SÍSMICO DE ECUADOR Y PROPUESTA DE ESPECTROS DE DISEÑO PARA LA CIUDAD DE CUENCA SEISMIC HAZARD ASSESSMENT FOR ECUADOR AND DESIGN SPECTRA PROPOSED FOR THE CITY OF CUENCA.*

Urgilés, E. (2024). *RESOLUCIÓN NRO. NAC-DGERCGC24-00000013.*

<https://www.sri.gob.ec/o/sri-portlet-biblioteca-alfresco-internet/descargar?id=6b8588f2-a4bf-44bb-ac40-085391ba2aed&nombre=NAC-DGERCGC24-00000013.pdf>

PLANOS Y ANEXOS

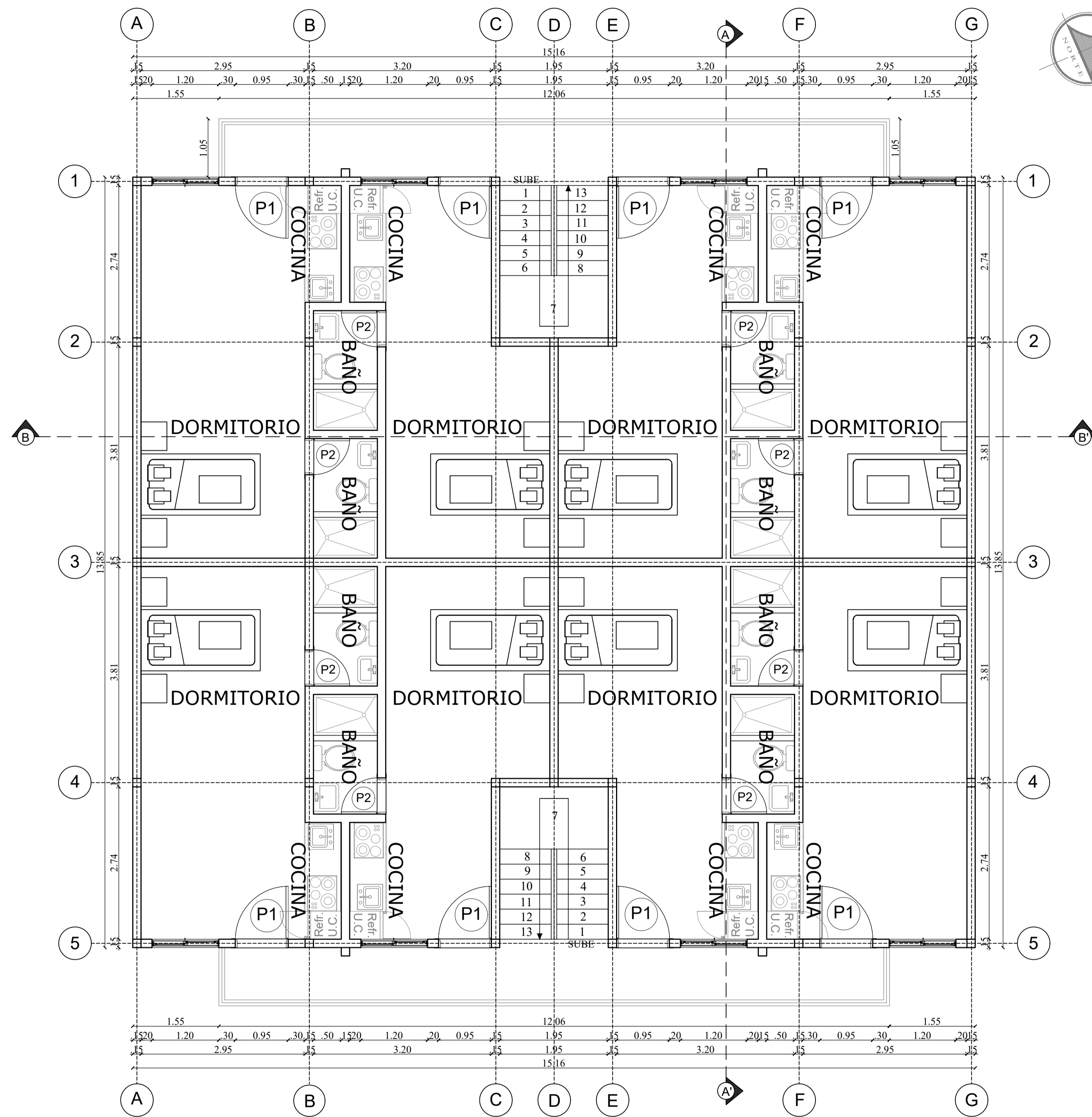


PLANTA NIVEL 1
Escala 1:50

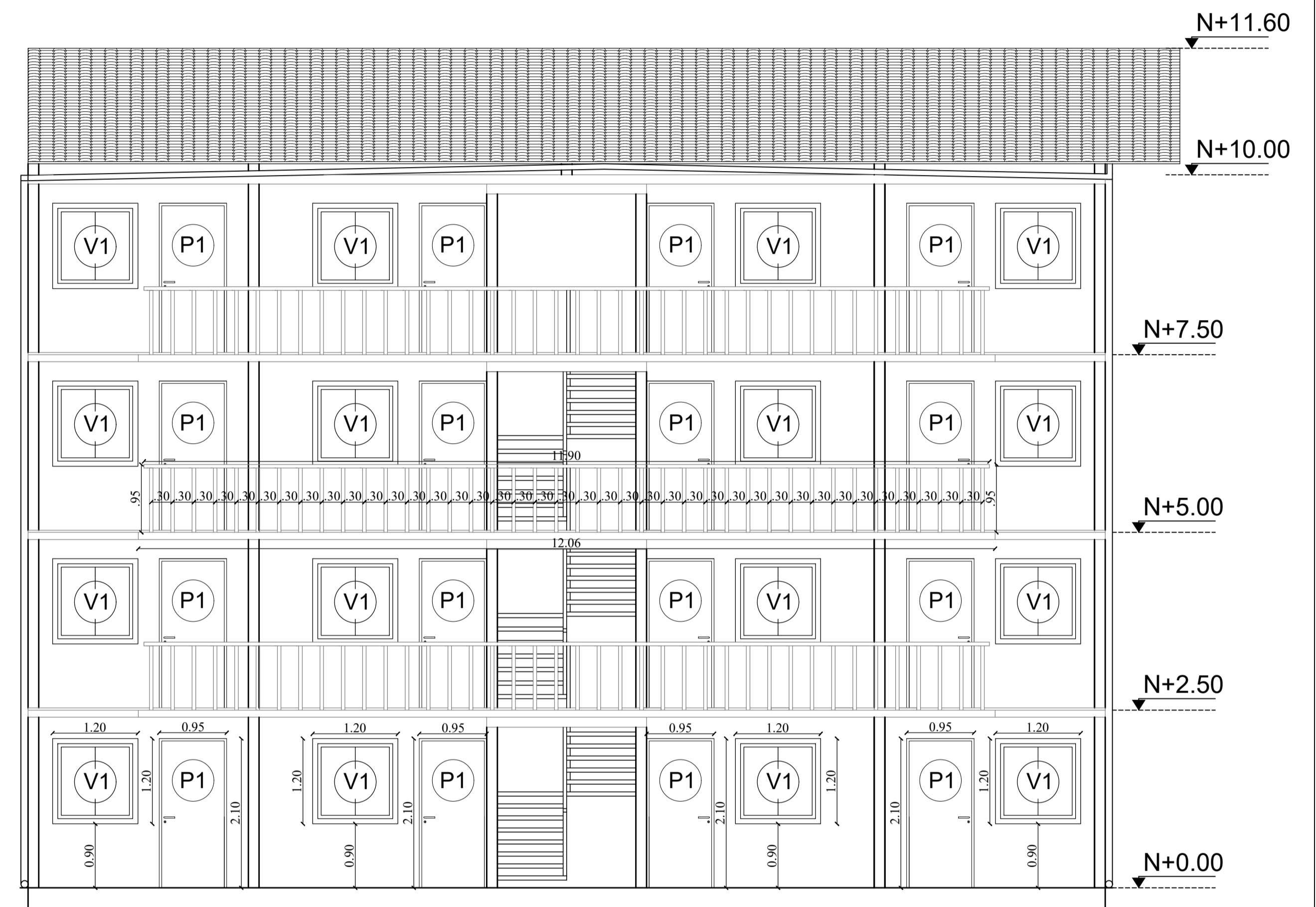
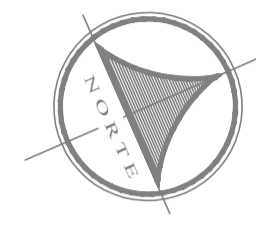


FACHADA FRONTAL
Escala 1:50

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA		
PROYECTO: EDIFICIO RESIDENCIAL EN PUYO		
CONTENIDO: PLANTA BAJA - FACHADA FRONTAL - PLANIMETRÍA		
Coordinador de Materia Integradora: Msc. Andres Danilo Velastegui	Estudiantes: - Kevin Pullupaxi - Bryan Hermenegildo	Fecha de entrega: 30 de Agosto de 2024
Tutor de Área de Conocimiento: Msc. Carlos Quispe	Lámina: A 1/6	Escala: Indicada

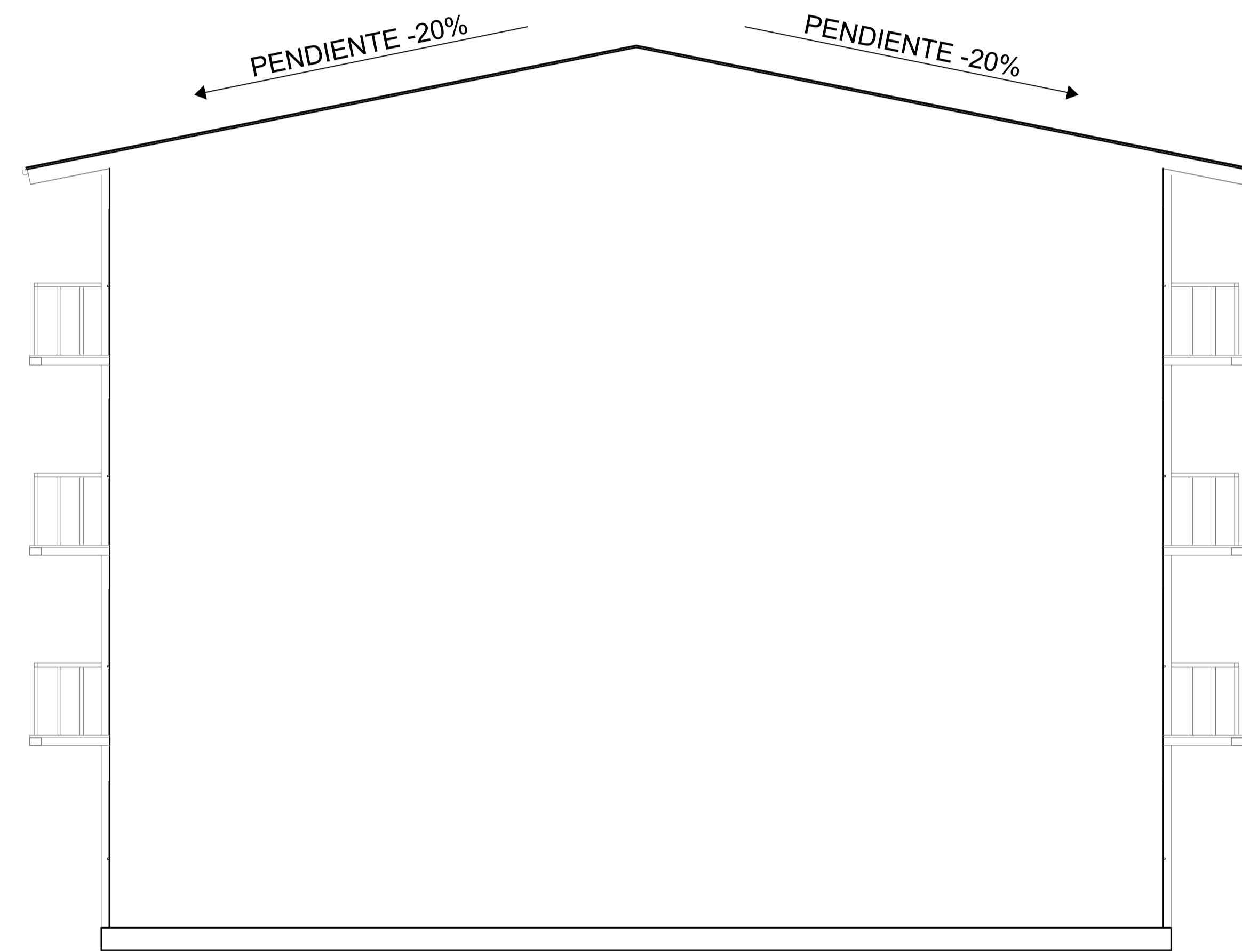


PLANTAS NIVELES 2-3-4
Escala 1:50

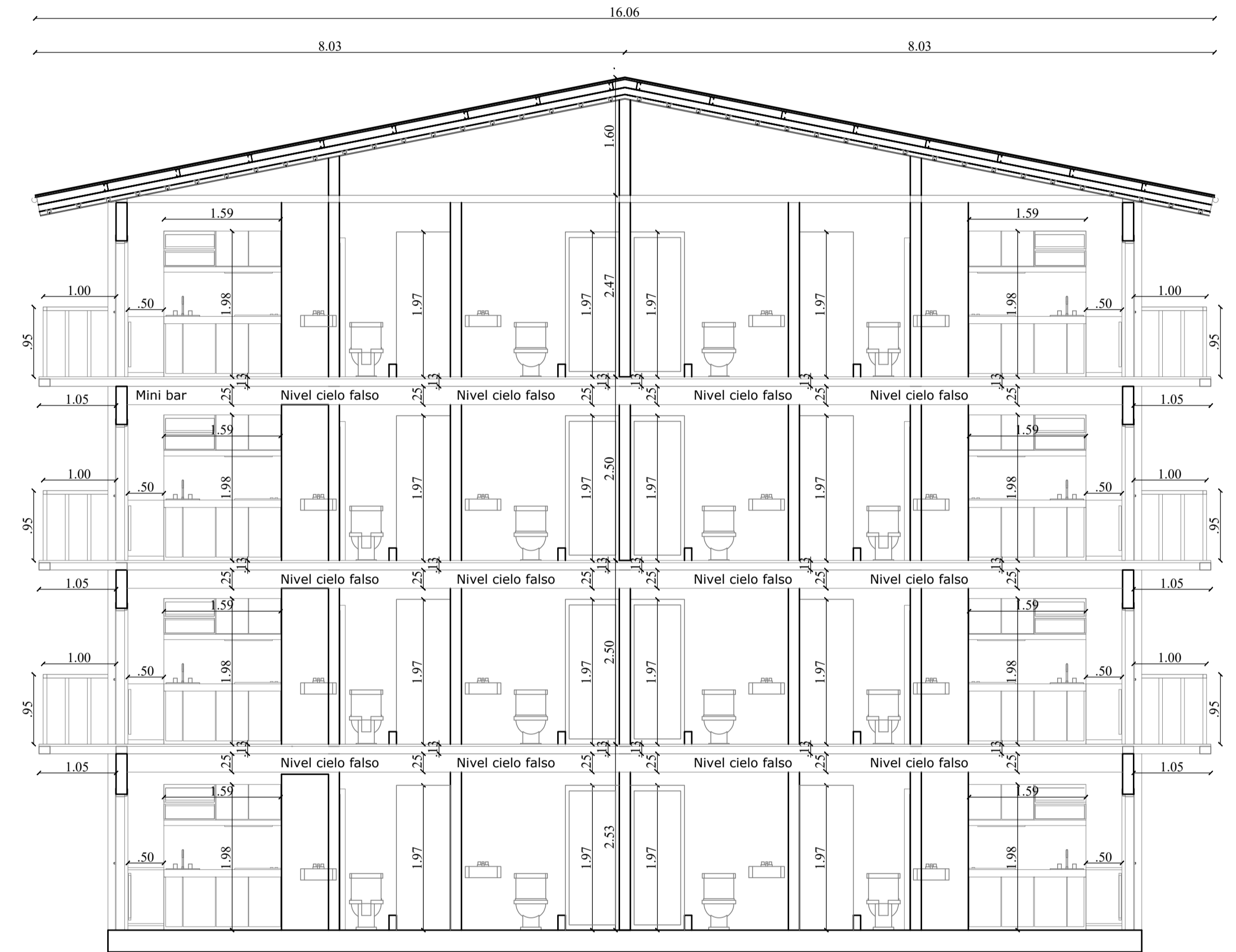


FACHADA POSTERIOR
Escala 1:50

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA		
PROYECTO: EDIFICIO RESIDENCIAL EN PUYO		
CONTENIDO: PLANTA Y FACHADA		
Coordinador de Materia Integradora: Msc. Andres Danilo Velastegui	Estudiantes: - Kevin Pullupaxi - Bryan Hermenegildo	Fecha de entrega: 30 de Agosto de 2024
Tutor de Área de Conocimiento: Msc. Carlos Quishpe		Lámina: A 2/6 Escala: 1:50

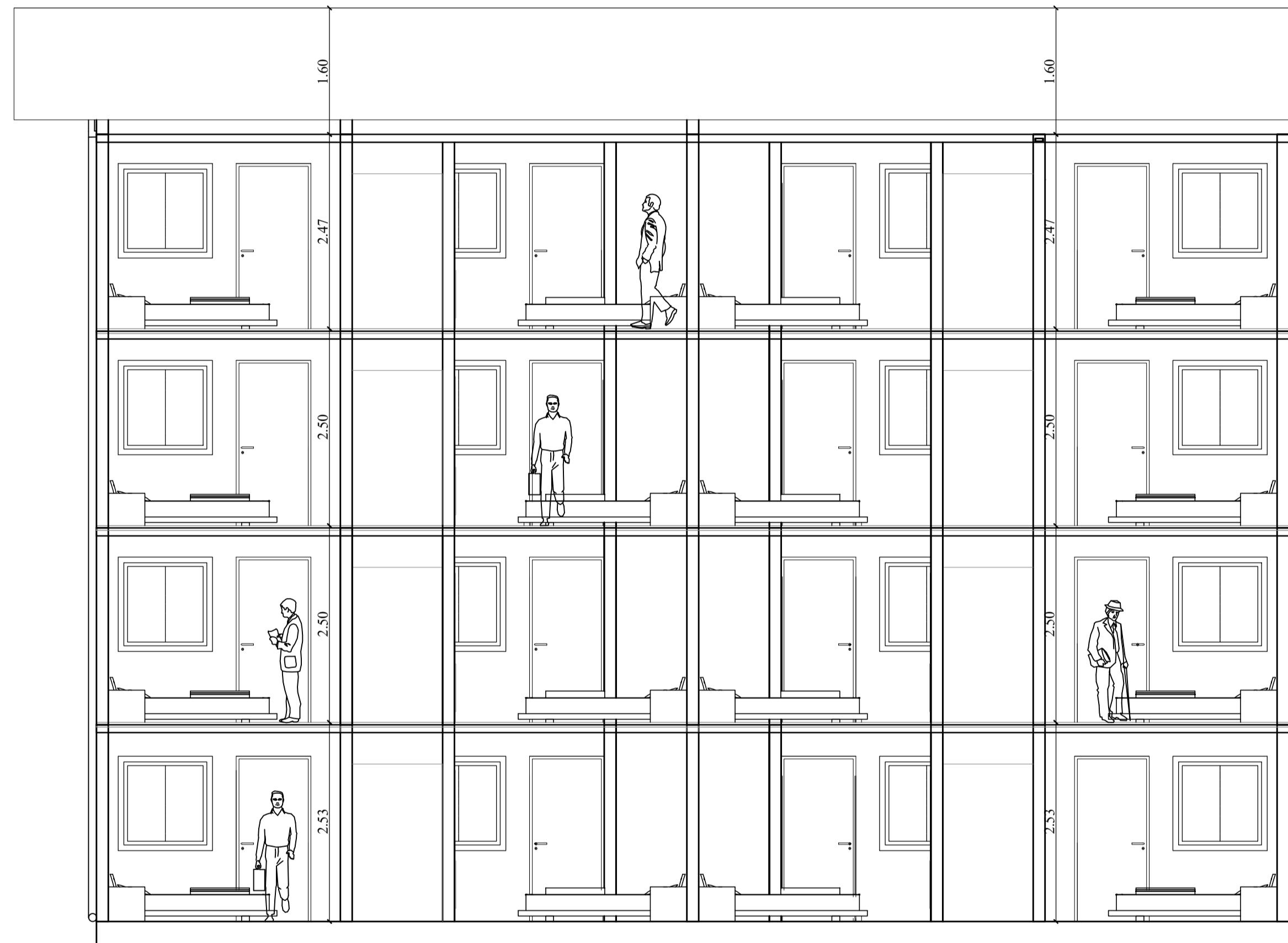


FACHADA LATERAL
Escala 1:50

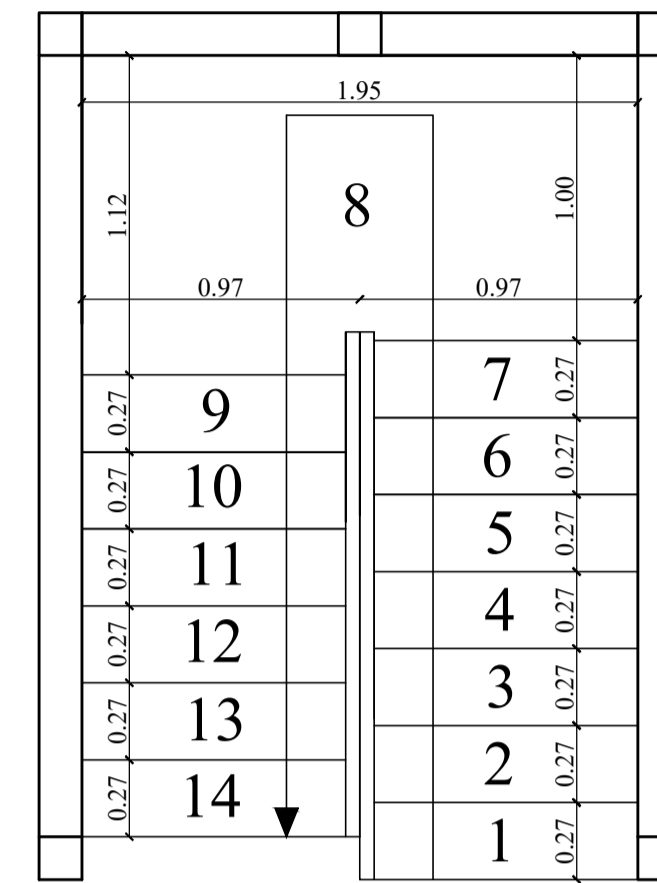


CORTE A-A'
Escala 1:50

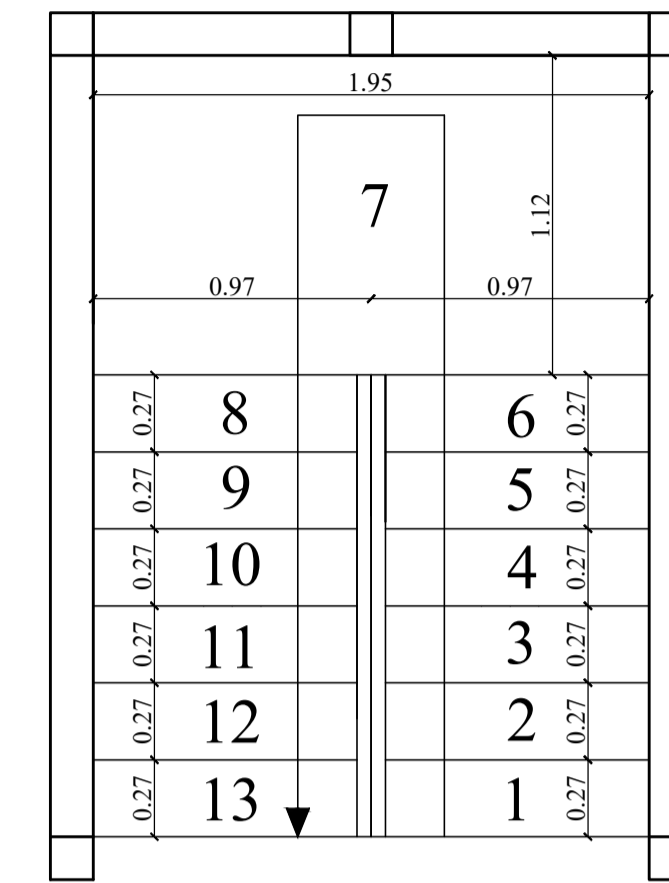
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA		
PROYECTO: EDIFICIO RESIDENCIAL EN PUYO		
CONTENIDO: FACHADA - CORTE		
Coordinador de Materia Integradora: Msc. Andres Danilo Velastegui	Estudiantes: - Kevin Pullupaxi - Bryan Hermenegildo	Fecha de entrega: 30 de Agosto de 2024
Tutor de Área de Conocimiento: Msc. Carlos Quishpe		Lámina: A 3/6 Escala: 1:50



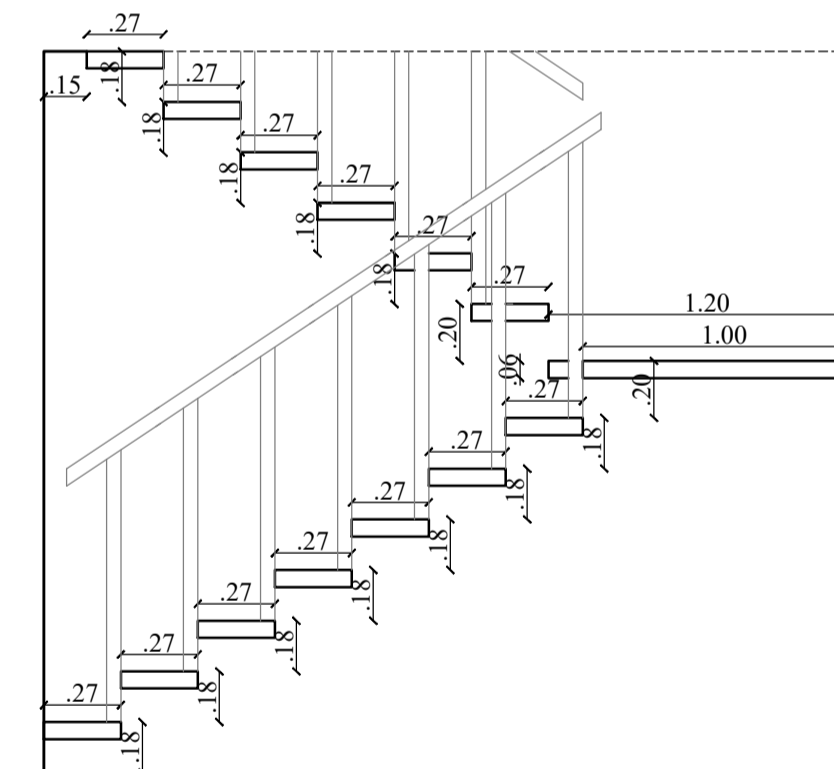
CORTE B-B'
Escala 1:50



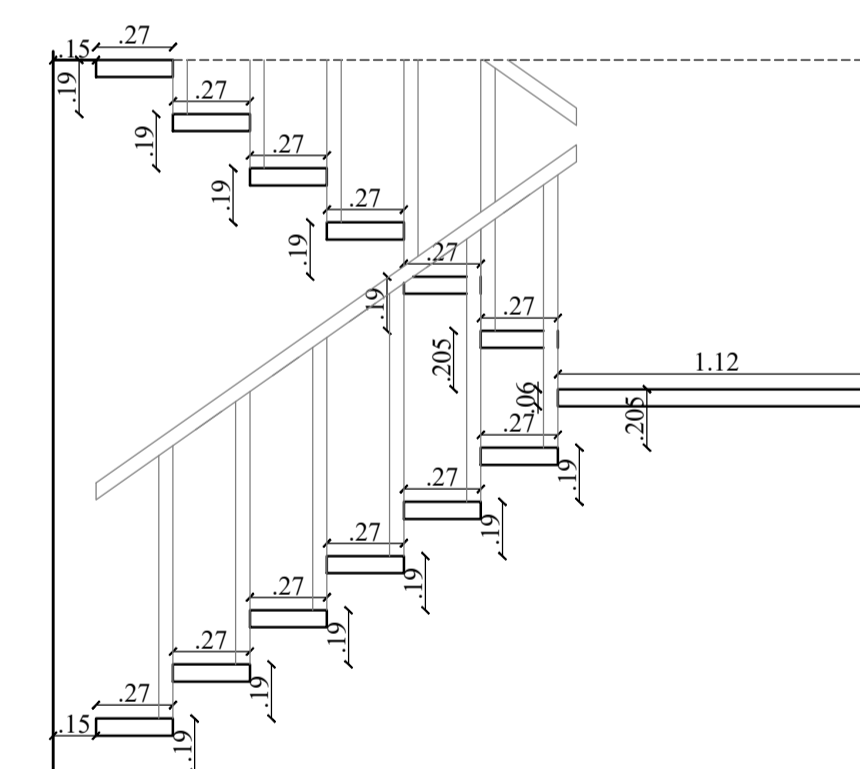
ESCALERA NIVEL 1
Escala 1:25



ESCALERA NIVEL 2-3
Escala 1:25



ESCALERA NIVEL 1 VISTA LATERAL
Escala 1:25



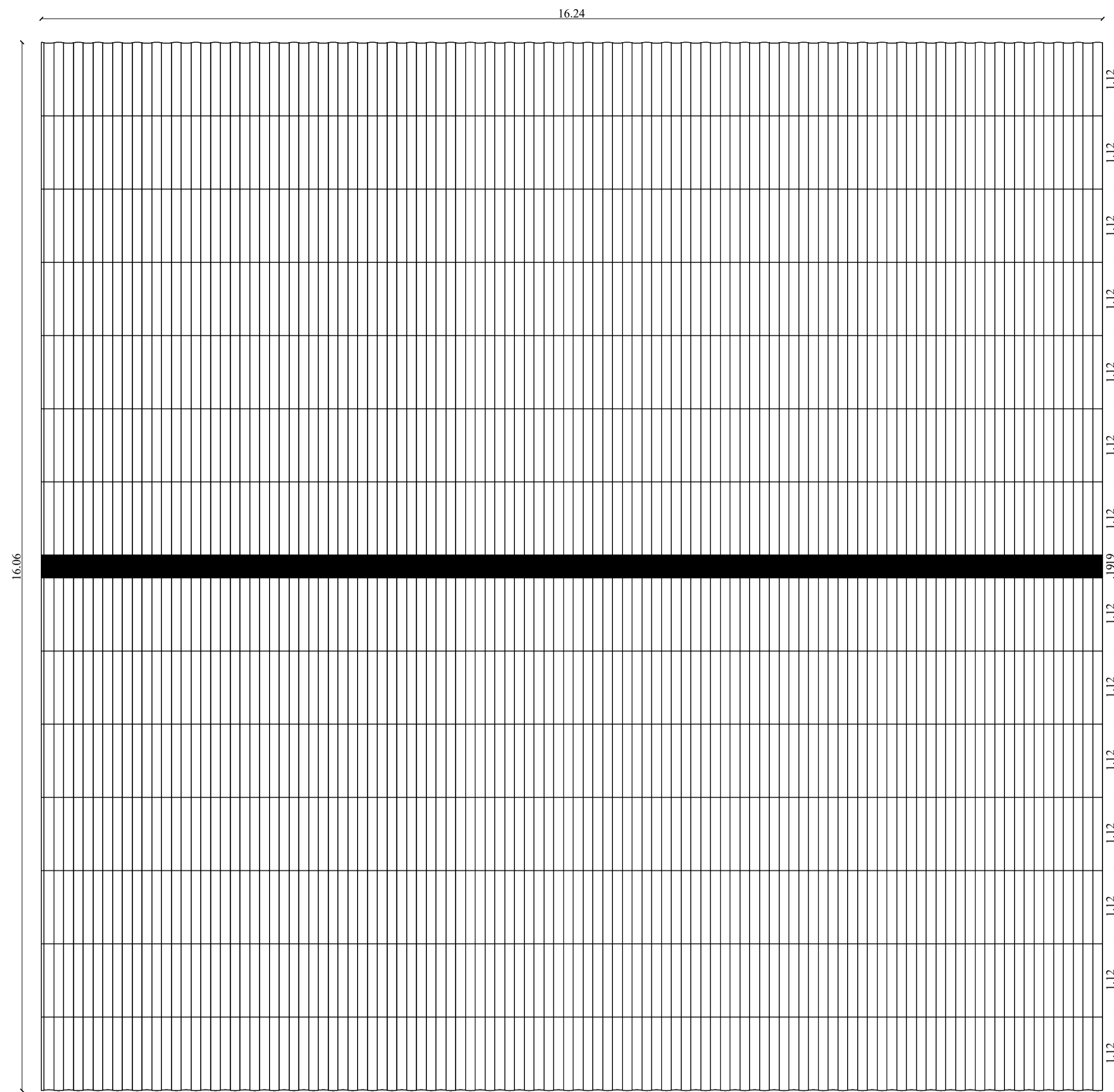
ESCALERA NIVEL 2 VISTA LATERAL
Escala 1:25

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

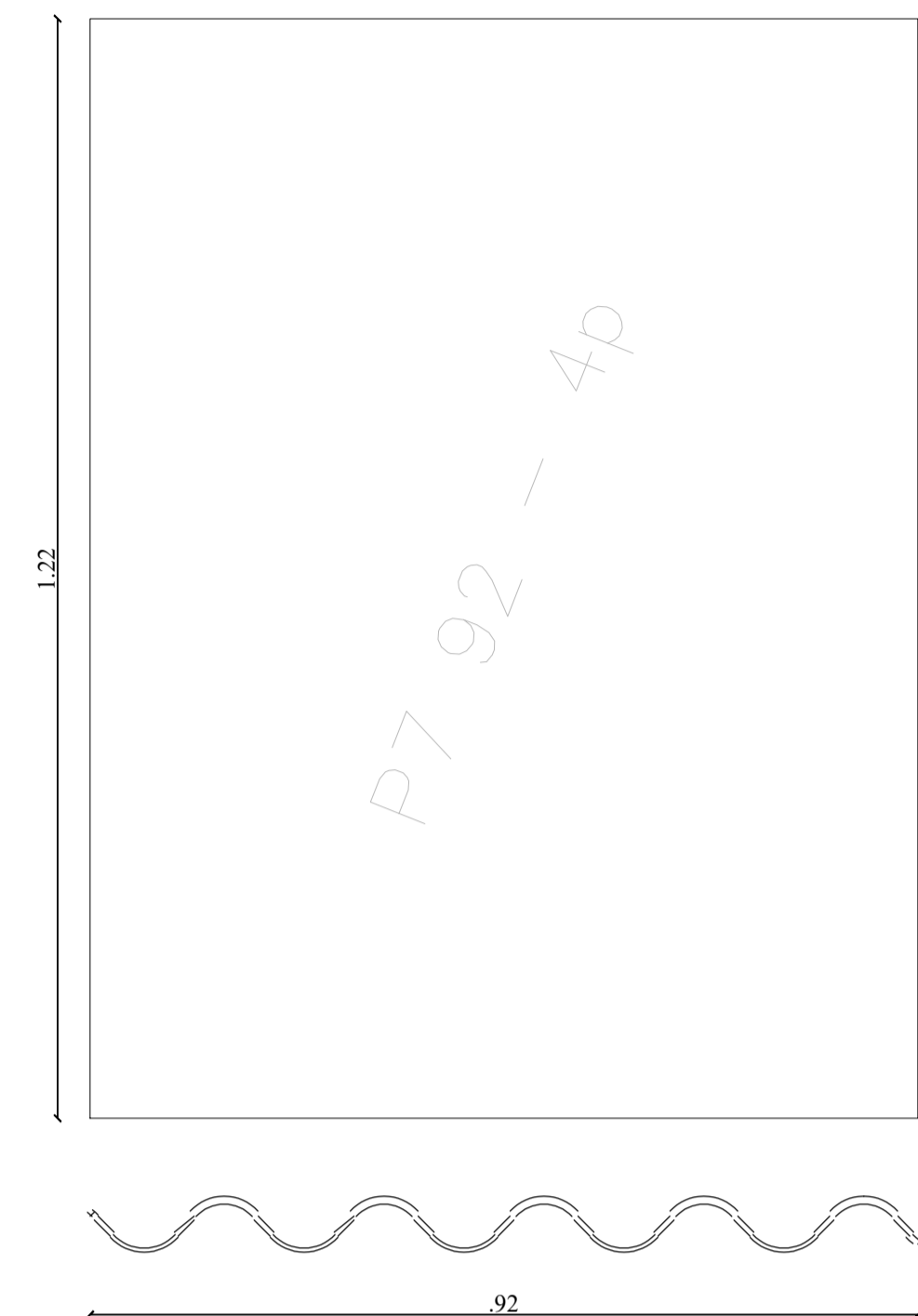
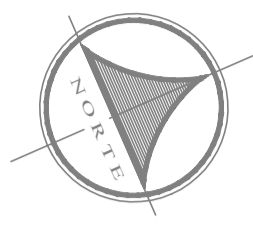
PROYECTO: **EDIFICIO RESIDENCIAL EN PUYO**

CONTENIDO: **CORTE Y ESCALERAS**

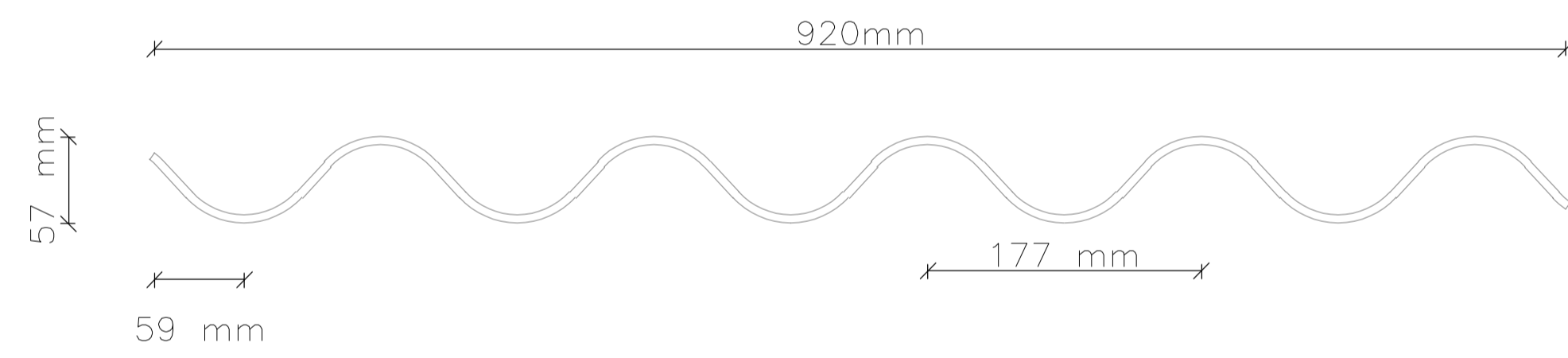
Coordinador de Materia Integradora: Msc. Andres Danilo Velastegui	Estudiantes: - Kevin Pullupaxi - Bryan Hermenegildo	Fecha de entrega: 30 de Agosto de 2024
Tutor de Área de Conocimiento: Msc. Carlos Quishpe	Lámina: A 4/6	Escala: Indicada



CUBIERTA
Escala 1:50



DIMENSIONES PLANCHA ETERNIT
Sin escala



DIMENSIONES DESDE VISTA FRONTAL DE PLANCHA ETERNIT
Sin escala

DATOS TÉCNICOS

- Componentes: Cemento: 70%–90%
- Carbonato de Calcio: 10%–25%
- Fibras Sintéticas: 1%–4%
- Celulosa: 2%–5%
- Espesor: Mínimo: 5.5 mm
- Tolerancias:
 - Largo: - 5 + 10 mm
 - Ancho: - 5 + 10 mm

Peso unidad de superficie: 11.4 kg/m²
 Nota: Los pesos pueden variar ±10 % de acuerdo con la humedad del producto.

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA		
PROYECTO:	EDIFICIO RESIDENCIAL EN PUYO	
CONTENIDO:	CUBIERTA Y ESPECIFICACIONES	
Coordinador de Materia Integradora: Msc. Andres Danilo Velastegui	Estudiantes: - Kevin Pullupaxi - Bryan Hermenegildo	Fecha de entrega: 30 de Agosto de 2024
Tutor de Área de Conocimiento: Msc. Carlos Quishpe		Lámina: A 5/6 Escala: Indicada

Aplicación: Interior o exterior

Color: Natural

Material: Madera - Laurel

Medida: 95 x 210 centímetros (P1)

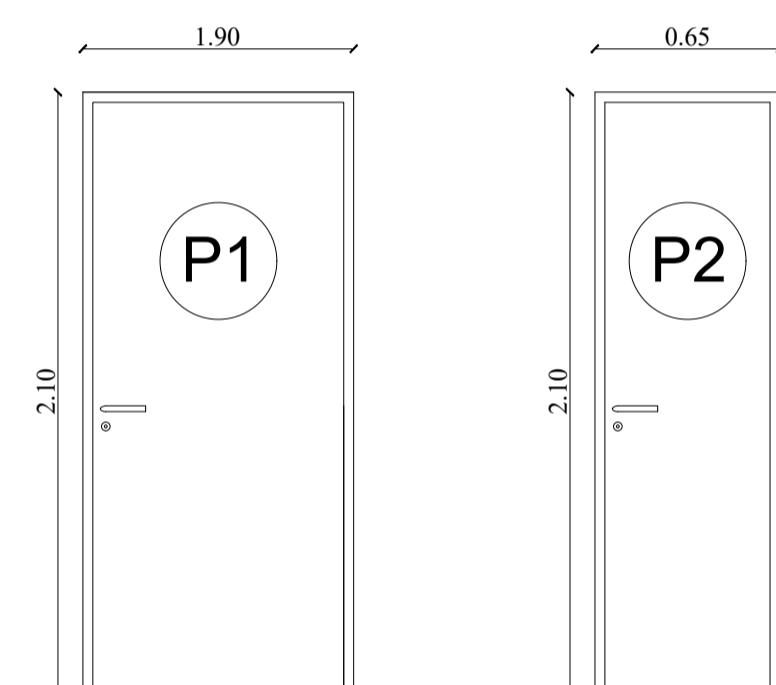
Medida: 65 x 210 centímetros (P2)

Tipo de uso: Doméstico

La variación en su espesor y dimensiones no será mayor a +/- 2 mm

La madera sólida puede presentar nudos sanos y adherentes, siempre que no superen un diámetro de 10 mm.

La desviación de la escuadra de las hojas será de máximo 2 mm.



PUERTAS Y ESPECIFICACIONES

Escala 1:25

Diseño liso y acabado mate que aporta sofisticación.

Apto para áreas de tráfico alto, tanto interiores como exteriores.

Resistente a la humedad y cambios de temperatura.

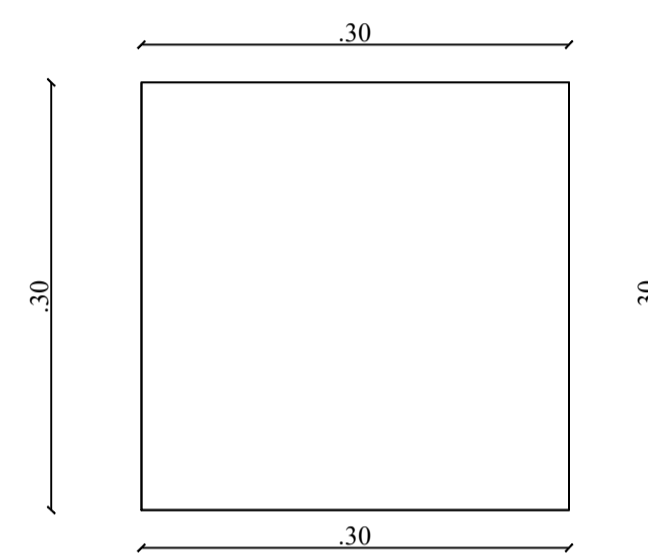
Medidas del producto: 30 x 30 cm

Profundidad del producto: 0.90 cm

Material de acabado: Vidriado

Tipo de acabado: Liso

Uso: Baño



CERÁMICA

Escala 1:5

Medidas del producto: 60 x 60 cm

Materiales a usarse: Porcelanato

60x60cm, mortero adhesivo, emporador, crucetas, disco de corte 4", agua.

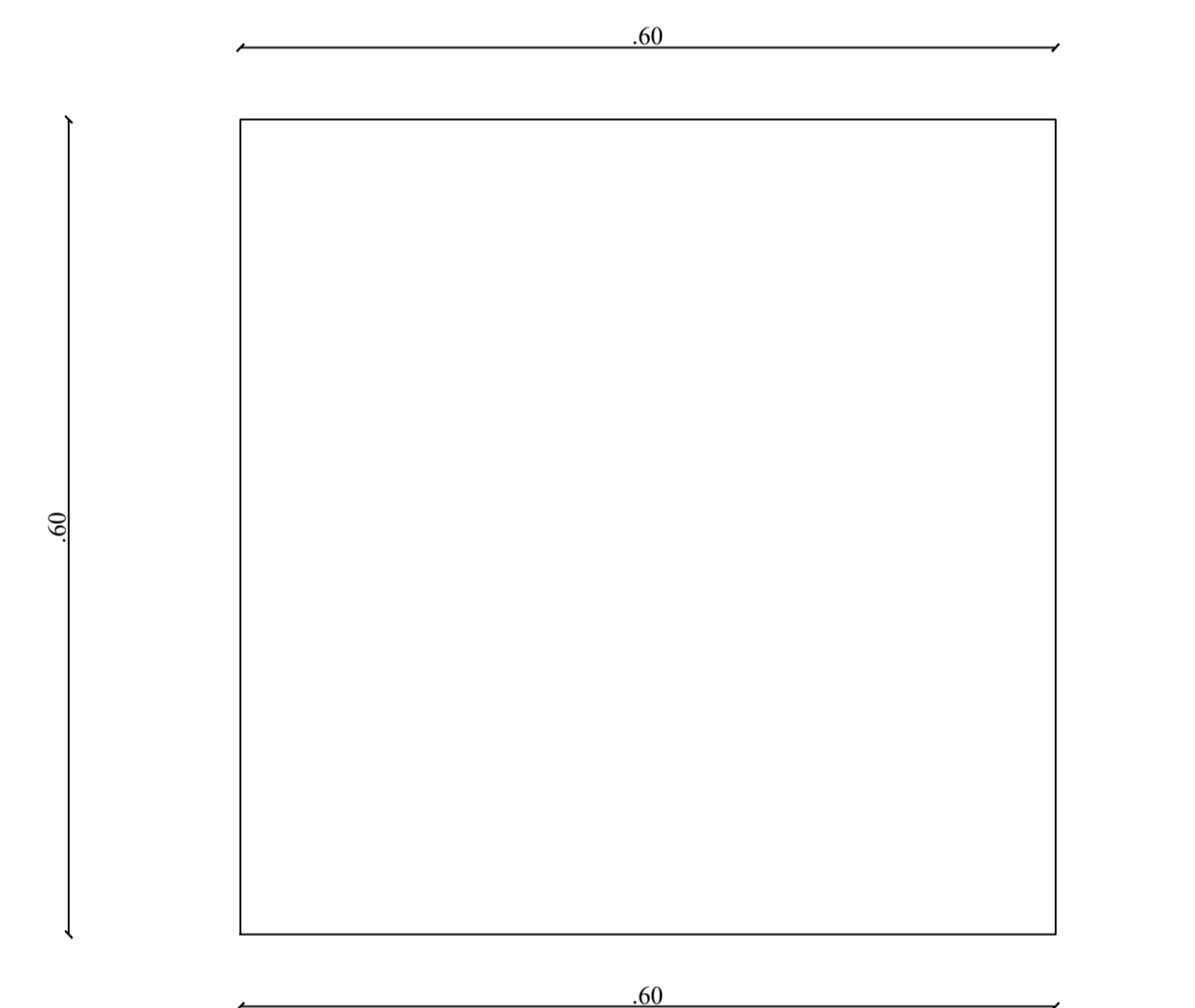
Resistencia aproximada: 420 kg/cm²

Absorción: Baja

Uso: Cualquier tipo de área residencial, muros, locales comerciales, oficinas, exteriores, etc.

La unión de piezas de cerámica tendrán una separación mínima (de acuerdo a la especificación del fabricante)

Uso específico: Piso



PORCELANATO

Escala 1:5

Perfil de ventana: Aluminio anodizado natural, máxima calidad.

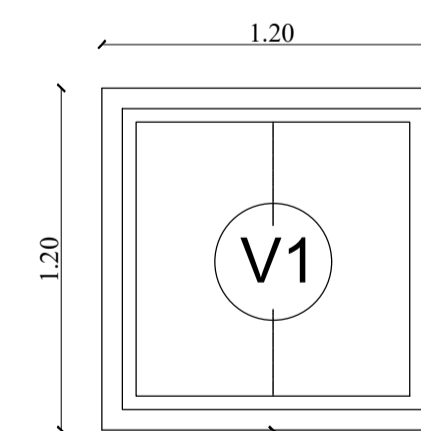
Dimensiones de ventana: 1.2 x 1.2 m

Vidrio: Reflectivo de 6 mm, color azul o verde.

Deberá ser fijado a contra-marcos continuos de aluminio.

Los métodos utilizados para la unión de los perfiles deberán ser compatibles con su acabamiento; deberá incluir los batientes, dintel y parapetos.

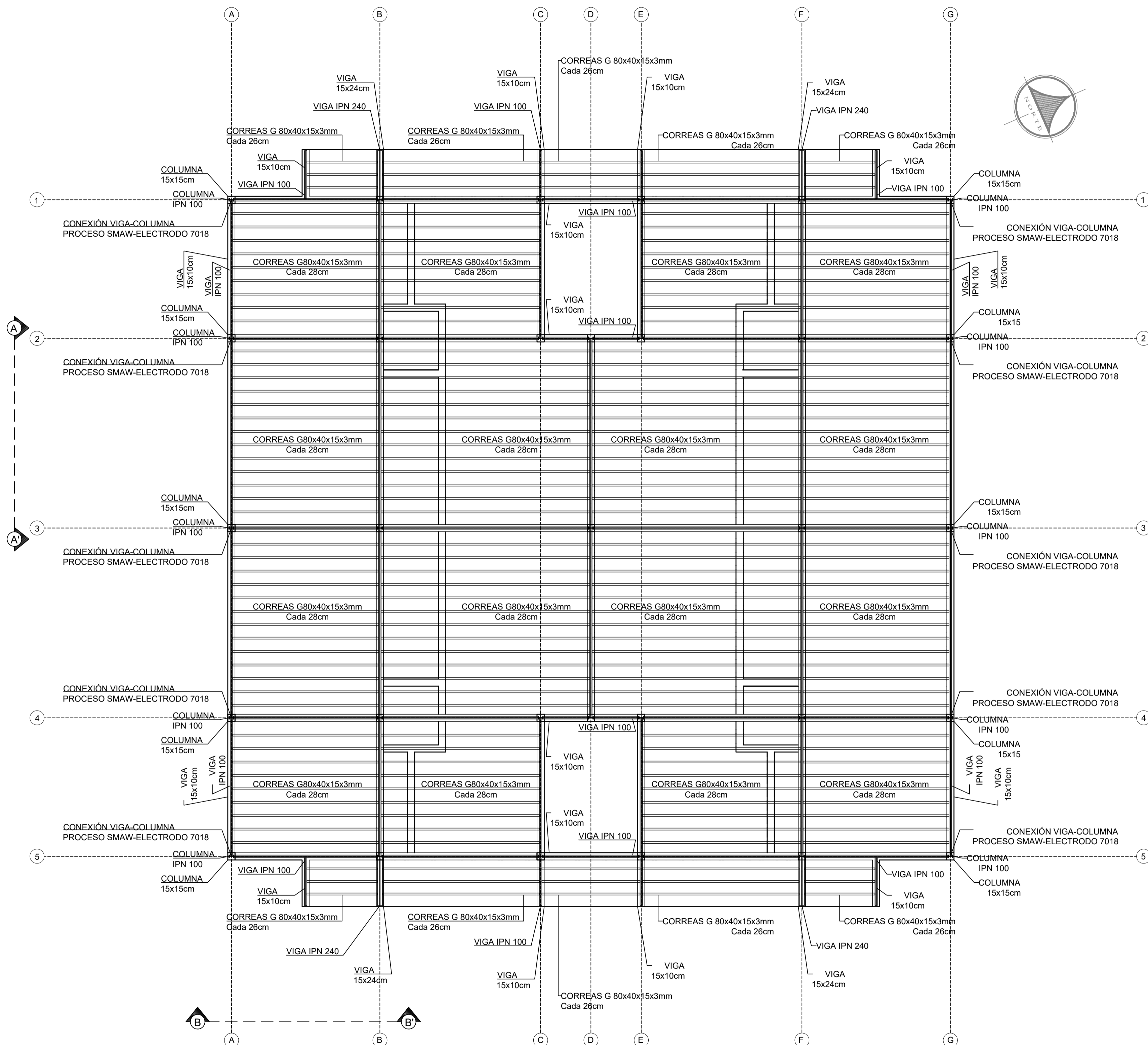
Deberá resistir el peso propio, sobrecarga de viento y otros esfuerzos horizontales, debiéndose prever dilataciones entre unidades.



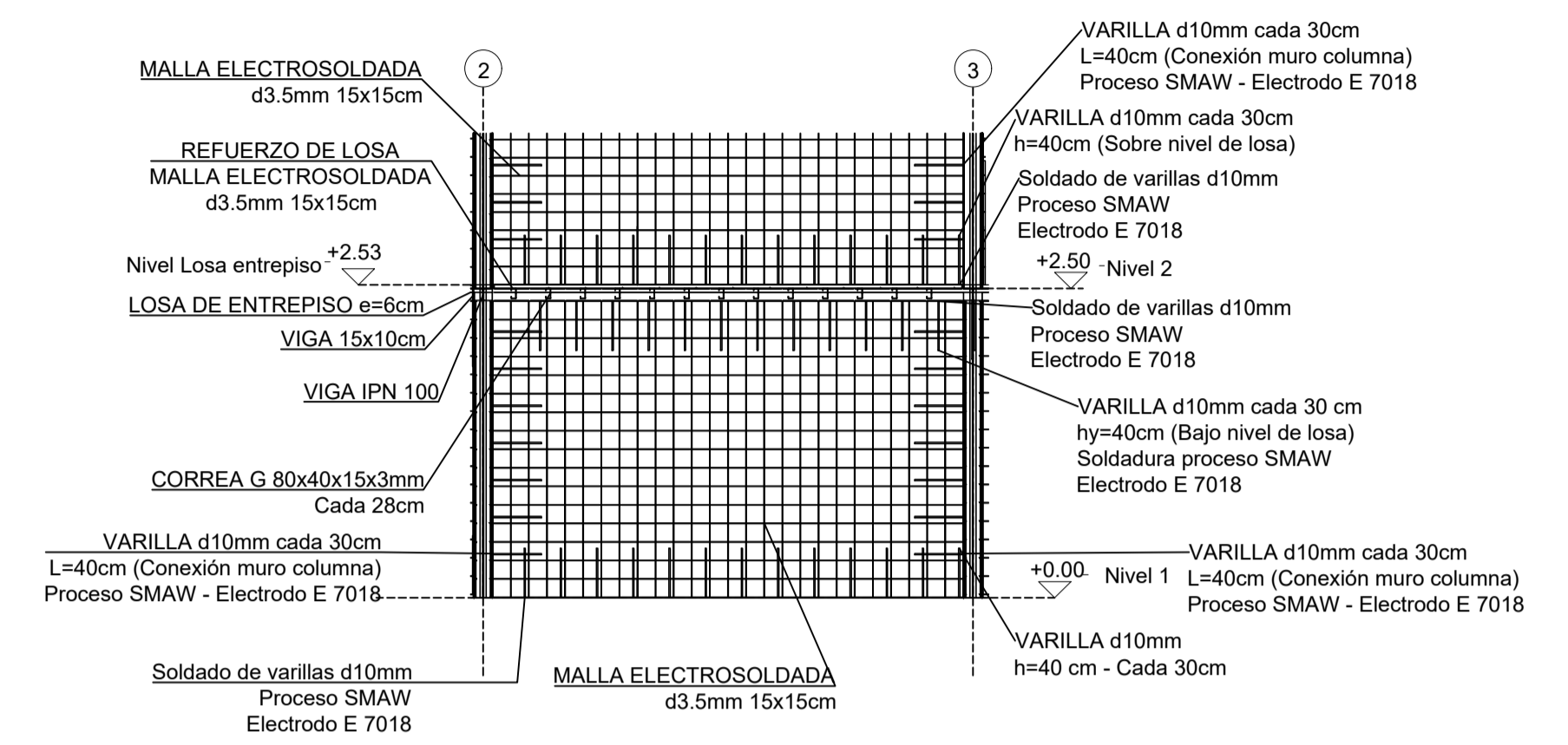
VENTANA

Escala 1:25

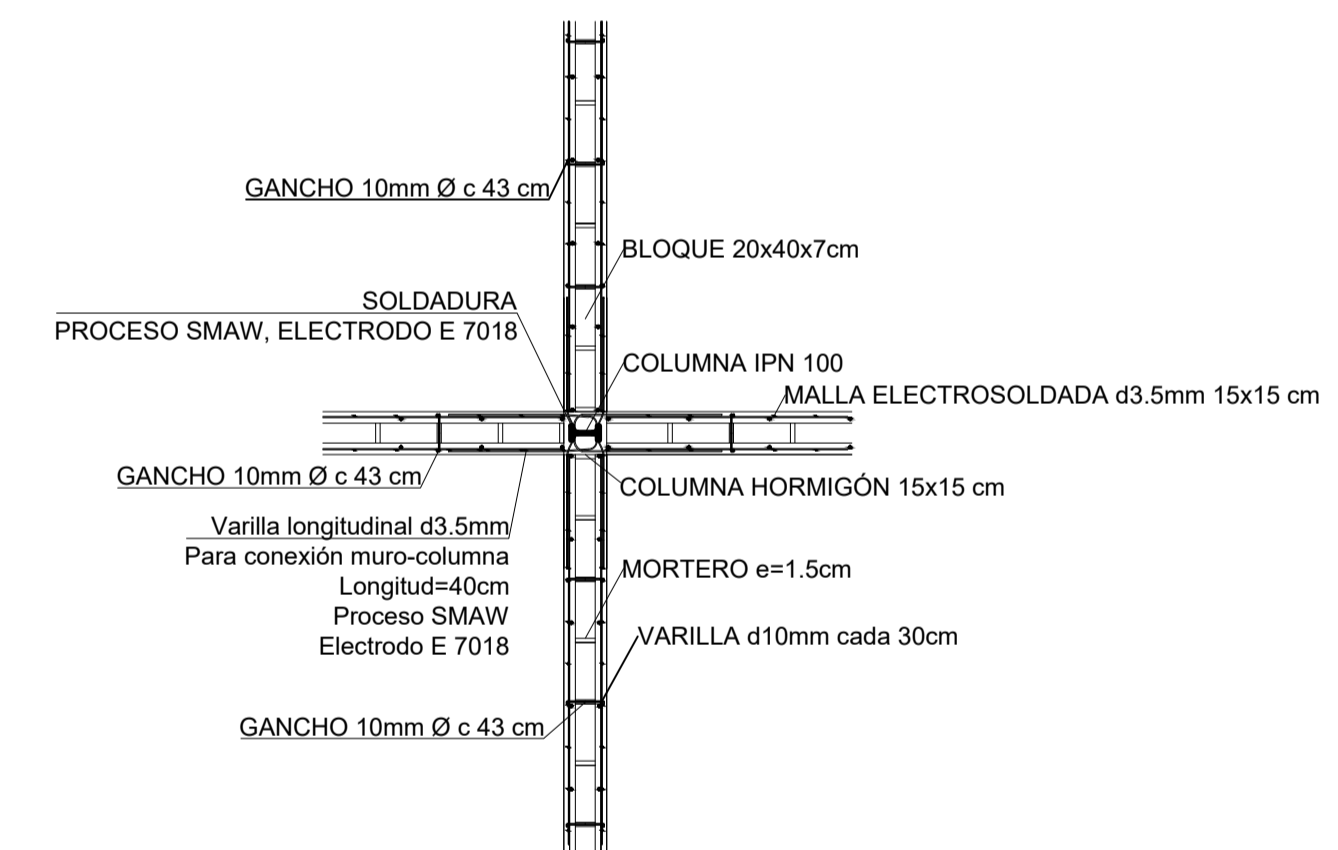
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA		
PROYECTO: EDIFICIO RESIDENCIAL EN PUYO		
CONTENIDO: ESPECIFICACIONES PUERTAS, VENTANA, CERÁMICA, PORCELANATO		
Coordinador de Materia Integradora: Msc. Andres Danilo Velastegui	Estudiantes: - Kevin Pullupaxi - Bryan Hermenegildo	Fecha de entrega: 30 de Agosto de 2024
Tutor de Área de Conocimiento: Msc. Carlos Quishpe	Lámina: A 6/6	Escala: Indicada



PLANTA NIVEL 1 (CON VOLADIZO)
Escala 1:50

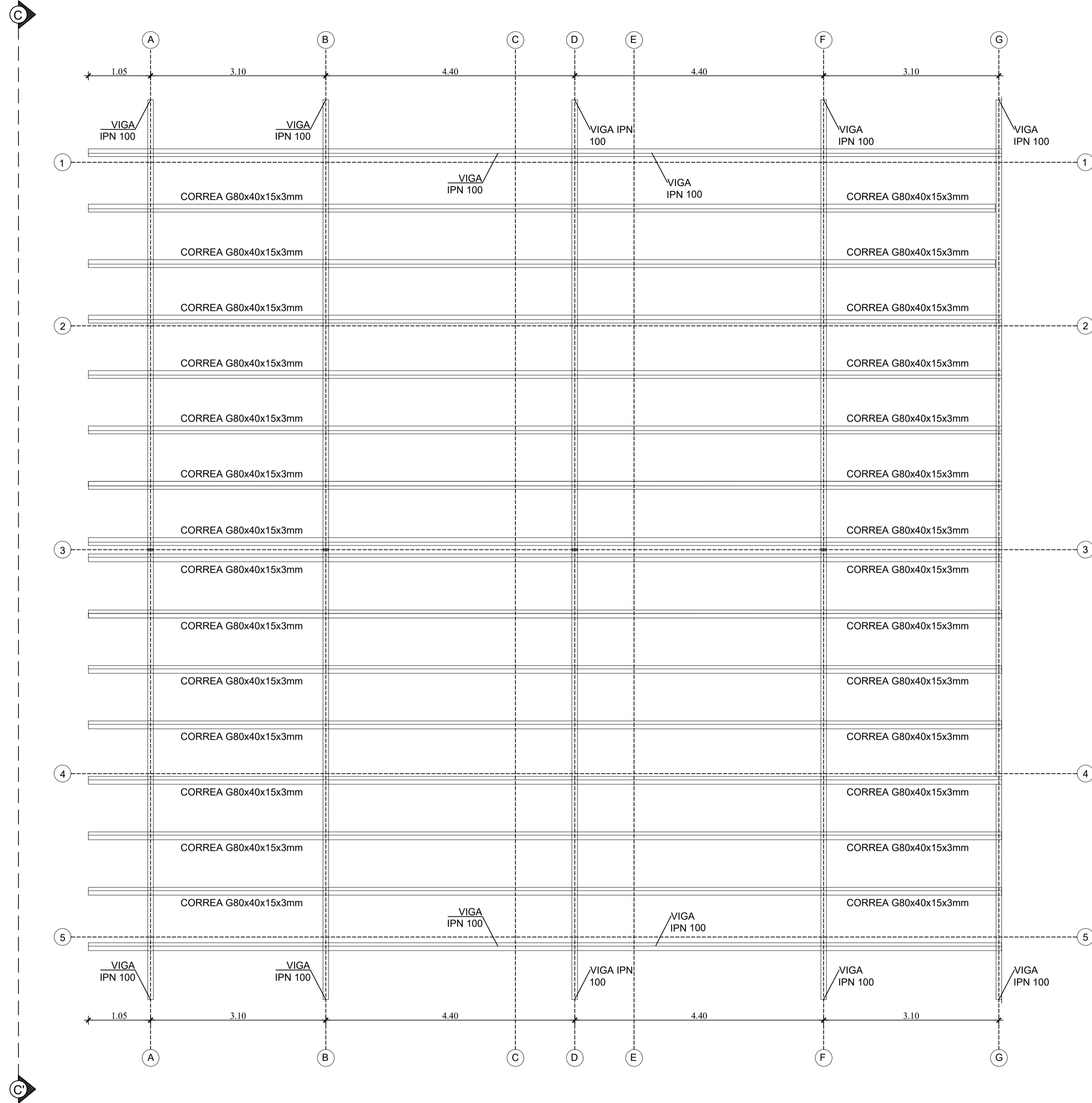


CORTE A-A': DETALLE DE REFUERZO ENTREPISOS
Escala 1:50

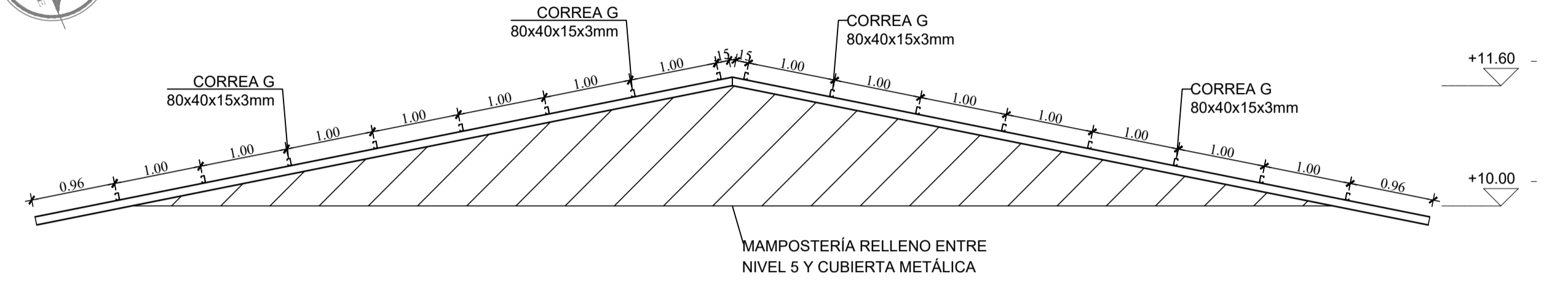
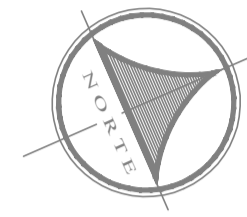


REFUERZO ENTRE INTERSECCIÓN MURO-COLUMNA
Escala 1:25

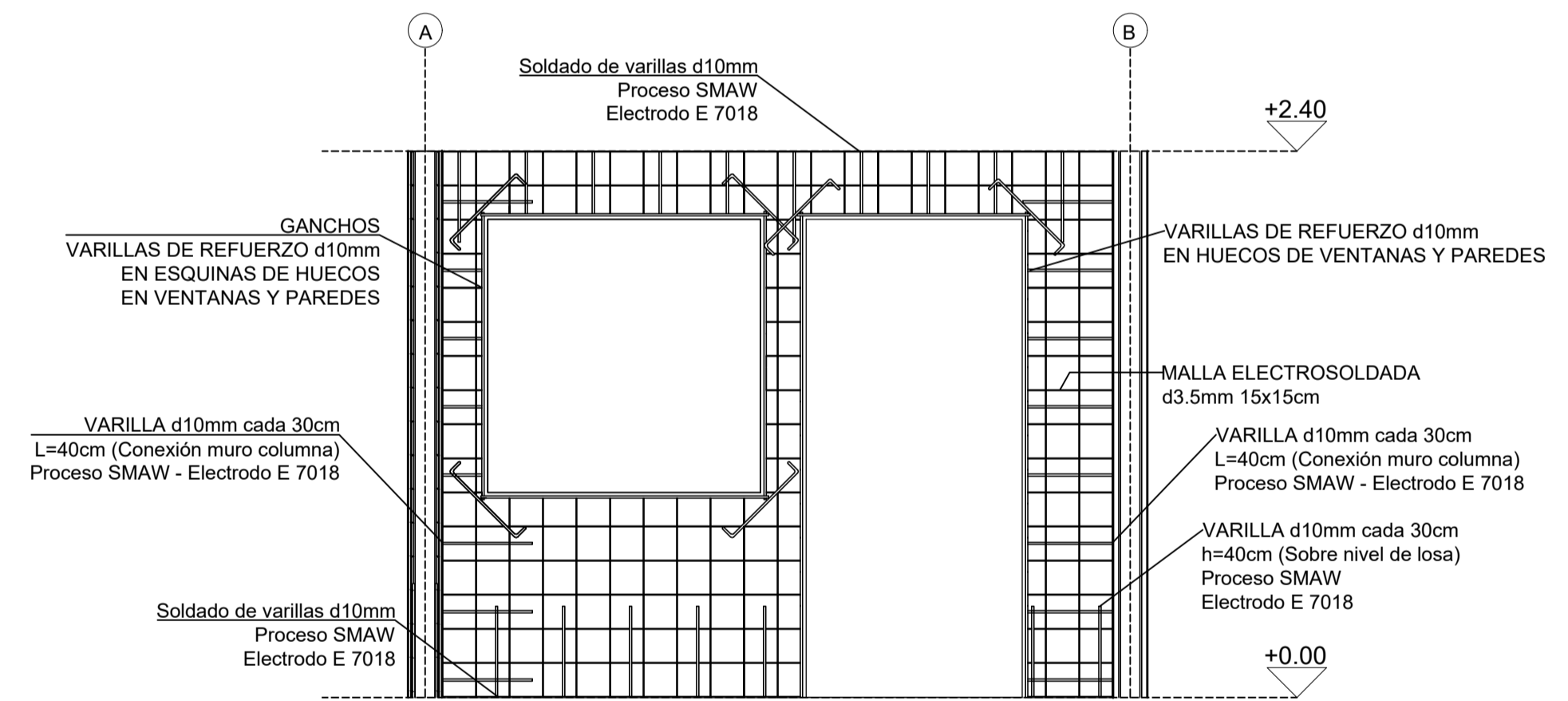
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA		
PROYECTO: EDIFICIO RESIDENCIAL EN PUYO		
CONTENIDO: DETALLES ESTRUCTURALES DE SISTEMA CONSTRUCTIVO		
Coordinador de Materia Integradora: Msc. Andres Danilo Velastegui	Estudiantes: - Kevin Pullupaxi - Bryan Hermenegildo	Fecha de entrega: 30 de Agosto de 2024
Tutor de Área de Conocimiento: Msc. Carlos Quishpe		Lámina: ES 1/5 Escala: Indicada



VISTA EN PLANTA CUBIERTA METÁLICA
Escala 1:50

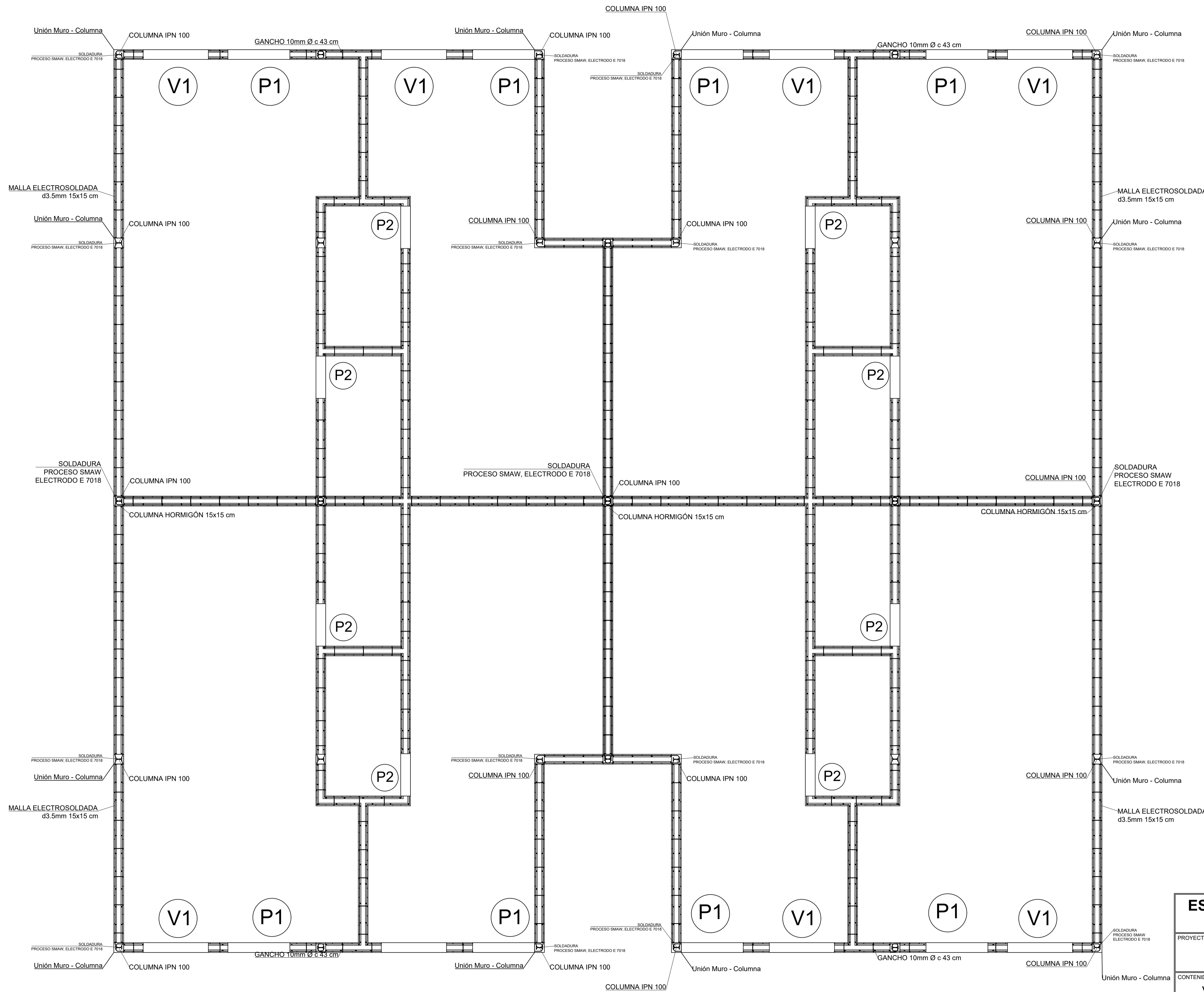
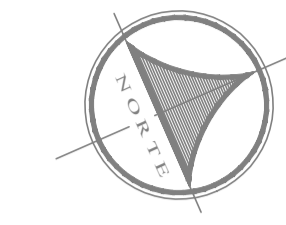


CORTE C-C': DETALLE DE CUBIERTA METÁLICA
Escala 1:50



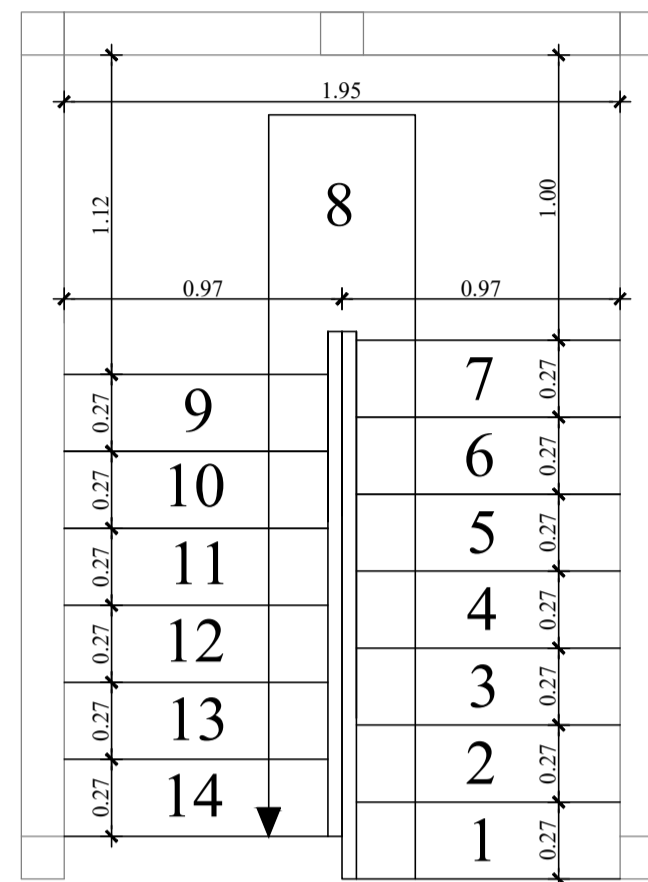
CORTE B-B': REFUERZO EN PAREDES-PUERTA-VENTANA
Escala 1:25

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA		
PROYECTO: EDIFICIO RESIDENCIAL EN PUYO		
CONTENIDO: DETALLE DE CUBIERTA Y REFUERZO EN PARED		
Coordinador de Materia Integradora: Msc. Andres Danilo Velastegui	Estudiantes: - Kevin Pullupaxi - Bryan Hermenegildo	Fecha de entrega: 30 de Agosto de 2024
Tutor de Área de Conocimiento: Msc. Carlos Quishpe	Lámina: ES 2/5	Escala: Indicada

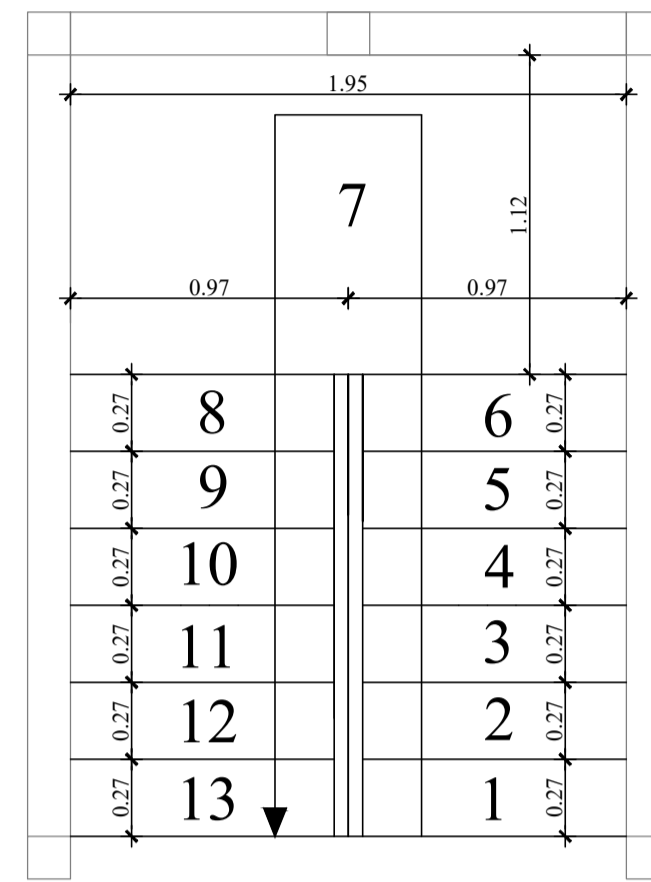


ARMADO ESTRUCTURAL
Escala 1:30

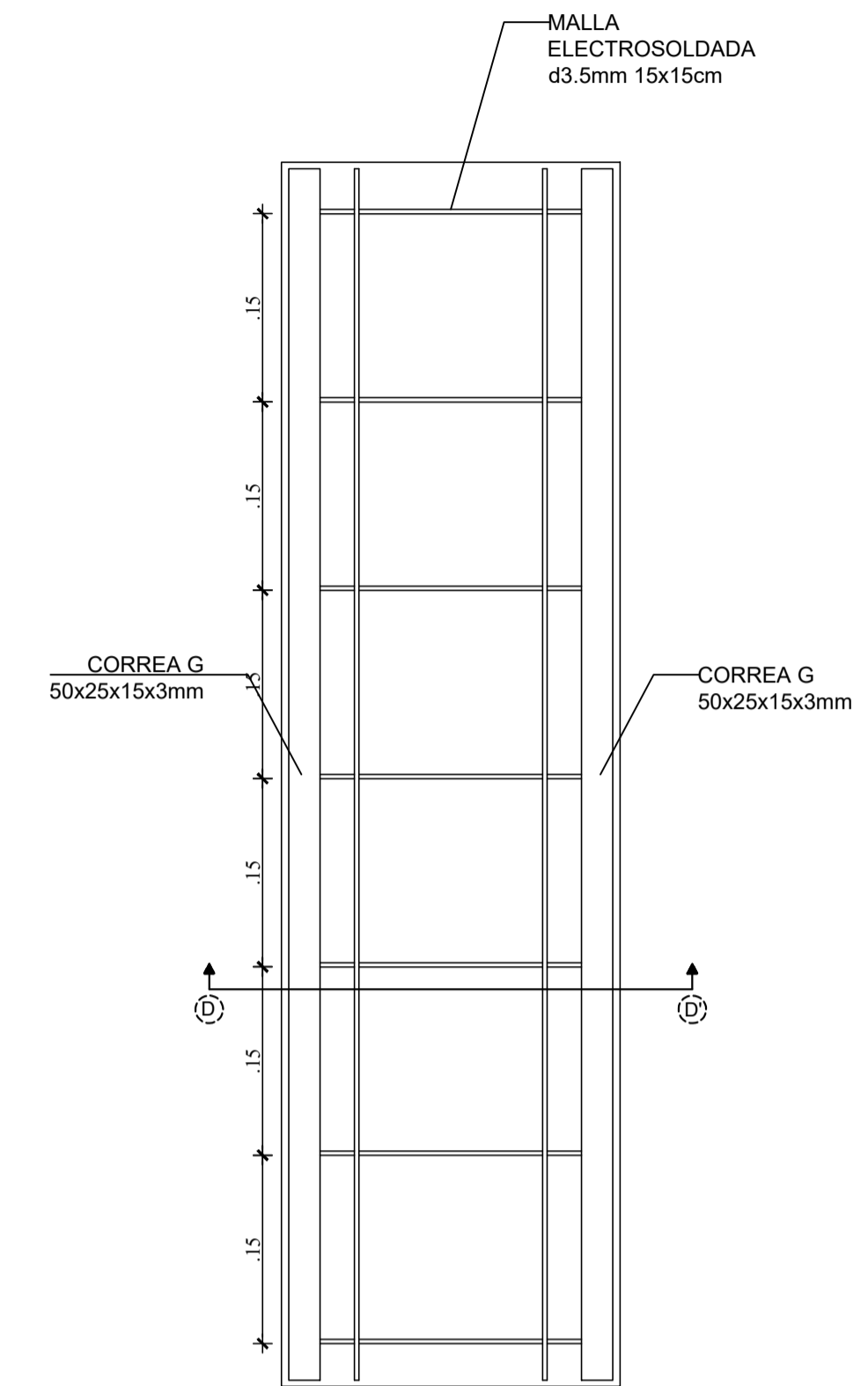
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA		
PROYECTO: EDIFICIO RESIDENCIAL EN PUYO		
CONTENIDO: VISTA EN PLANTA DEL ARMADO DEL SISTEMA CONSTRUCTIVO		
Coordinador de Materia Integradora: Msc. Andres Danilo Velastegui	Estudiantes: - Kevin Pullupaxi - Bryan Hermenegildo	Fecha de entrega: 30 de Agosto de 2024
Tutor de Área de Conocimiento: Msc. Carlos Quishpe	Lámina: ES 3/5	Escala: Indicada



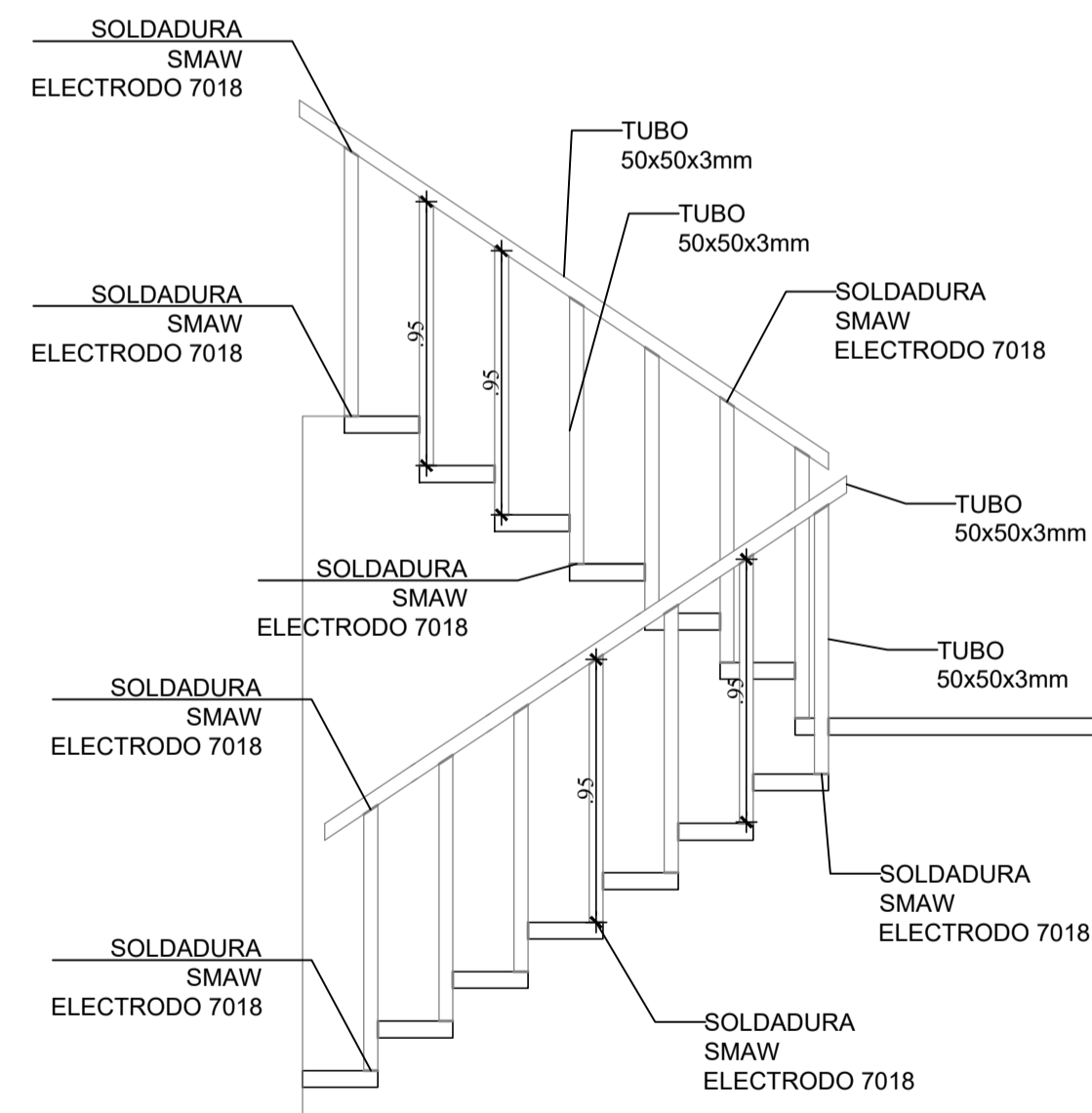
ESCALERA NIVEL 1
Escala 1:25



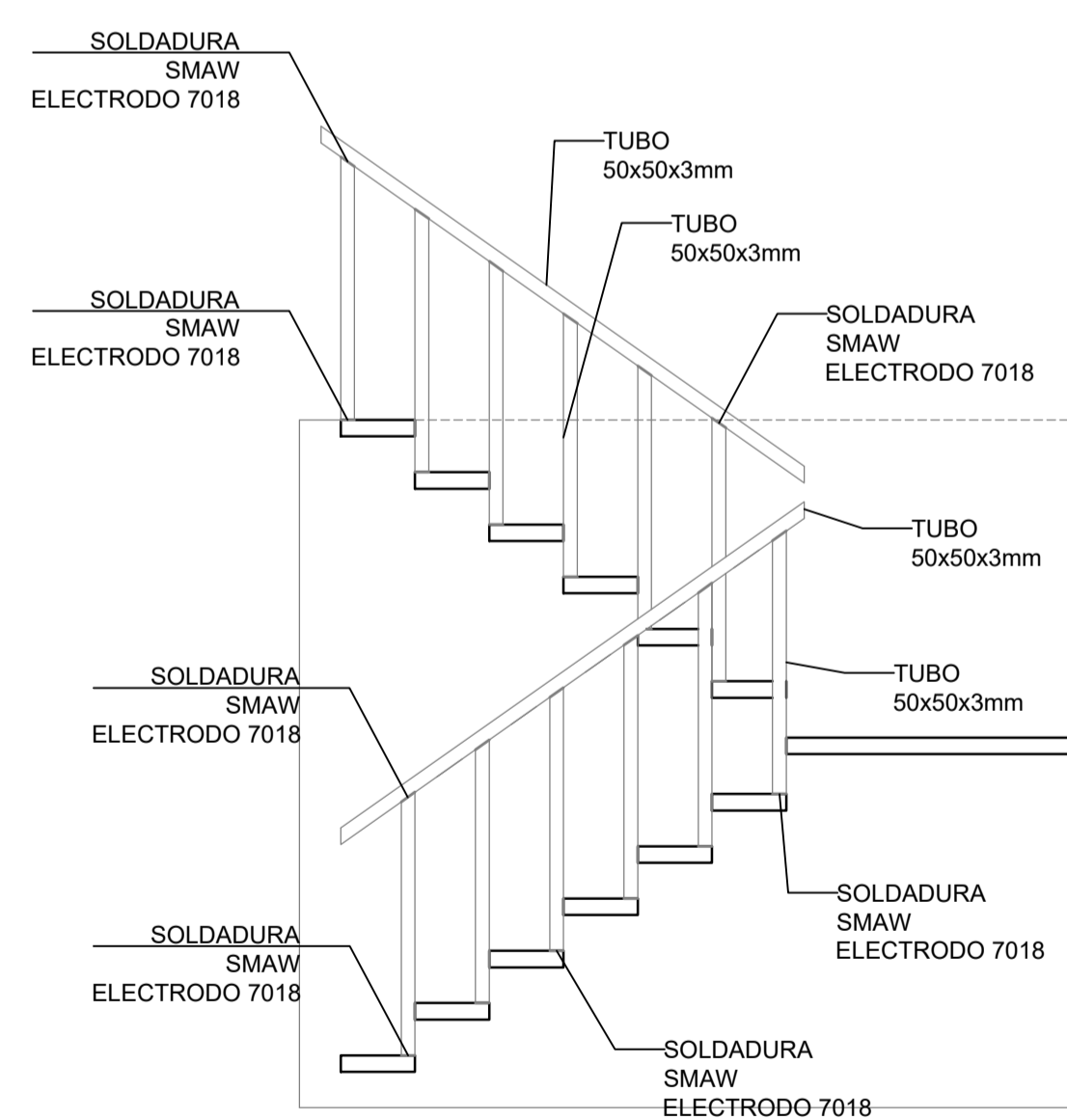
ESCALERA NIVEL 2-3
Escala 1:25



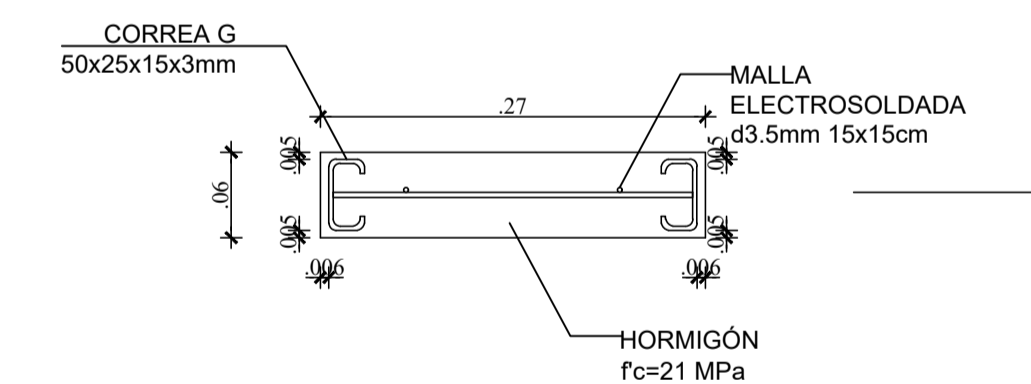
VISTA PLANTA PELDAÑO ESCALERA
Escala 1:5



ESCALERA NIVEL 1 VISTA LATERAL
Escala 1:25

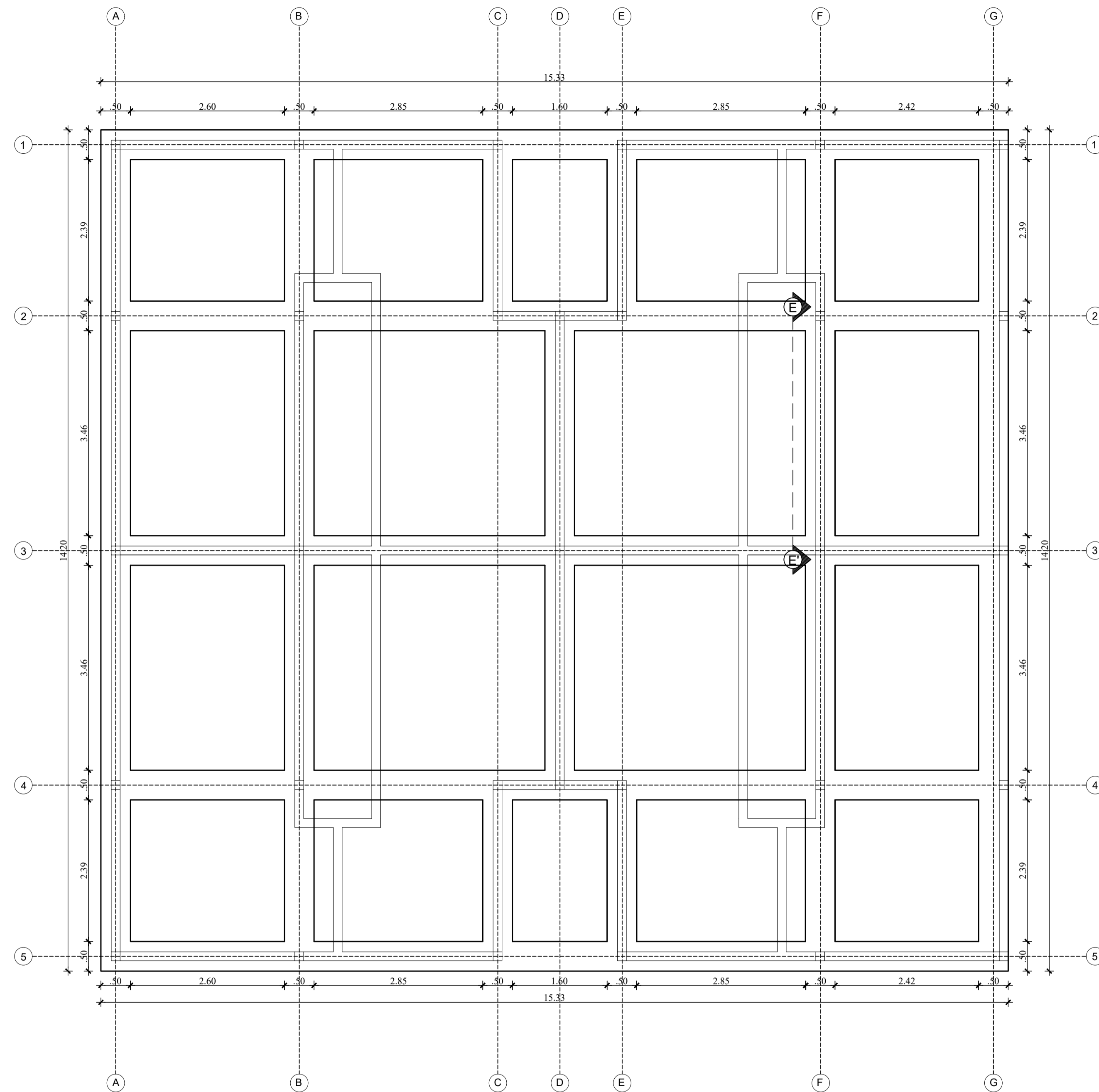


ESCALERA NIVEL 2 VISTA LATERAL
Escala 1:25



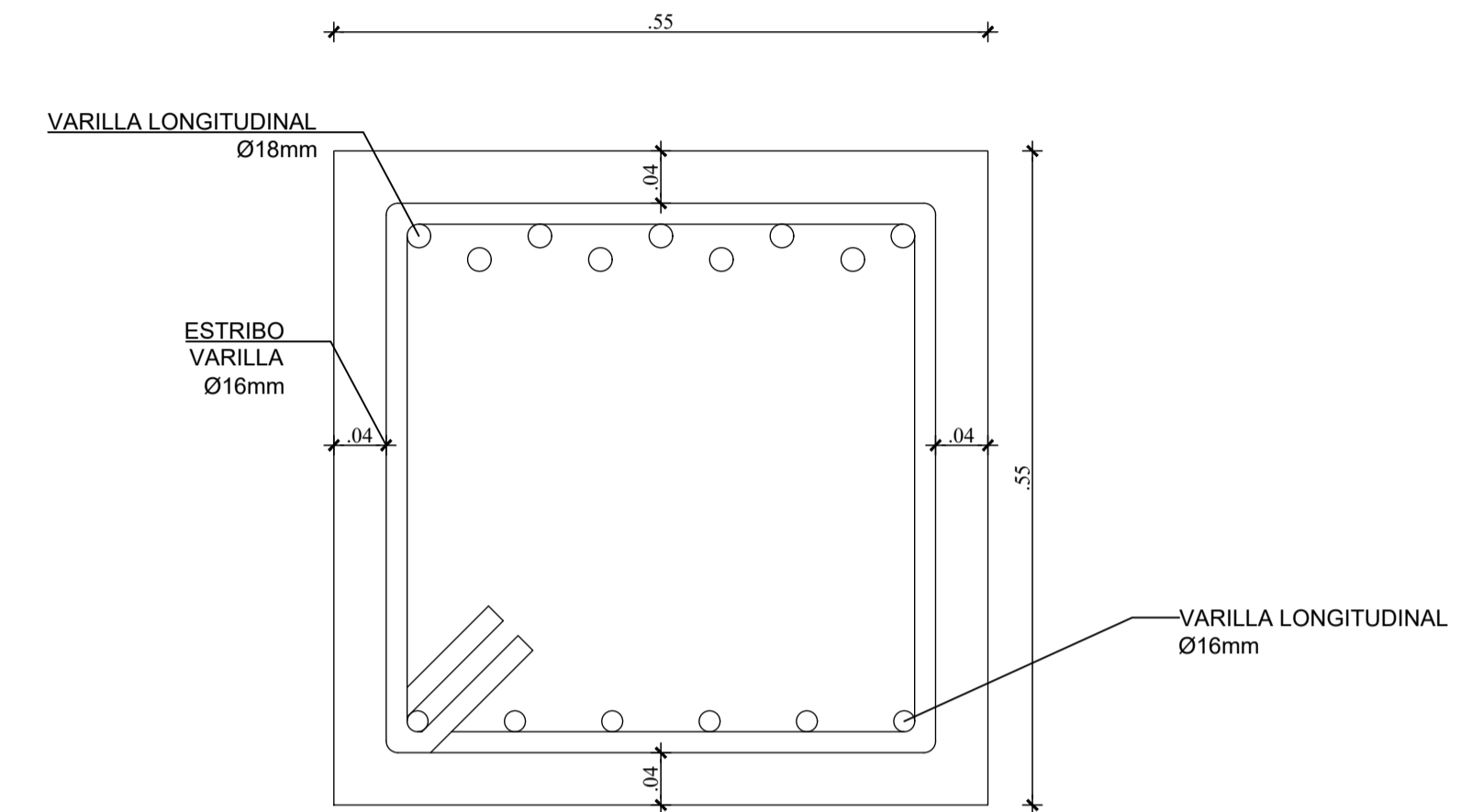
CORTE D-D': REFUERZO EN PELDAÑO
Escala 1:5

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA		
PROYECTO: EDIFICIO RESIDENCIAL EN PUYO		
CONTENIDO: DETALLE ESTRUCTURAL DE ESCALERAS		
Coordinador de Materia Integradora: Msc. Andres Danilo Velastegui	Estudiantes: - Kevin Pullupaxi - Bryan Hermenegildo	Fecha de entrega: 30 de Agosto de 2024
Tutor de Área de Conocimiento: Msc. Carlos Quishpe		Lámina: ES 4/5 Escala: Indicada



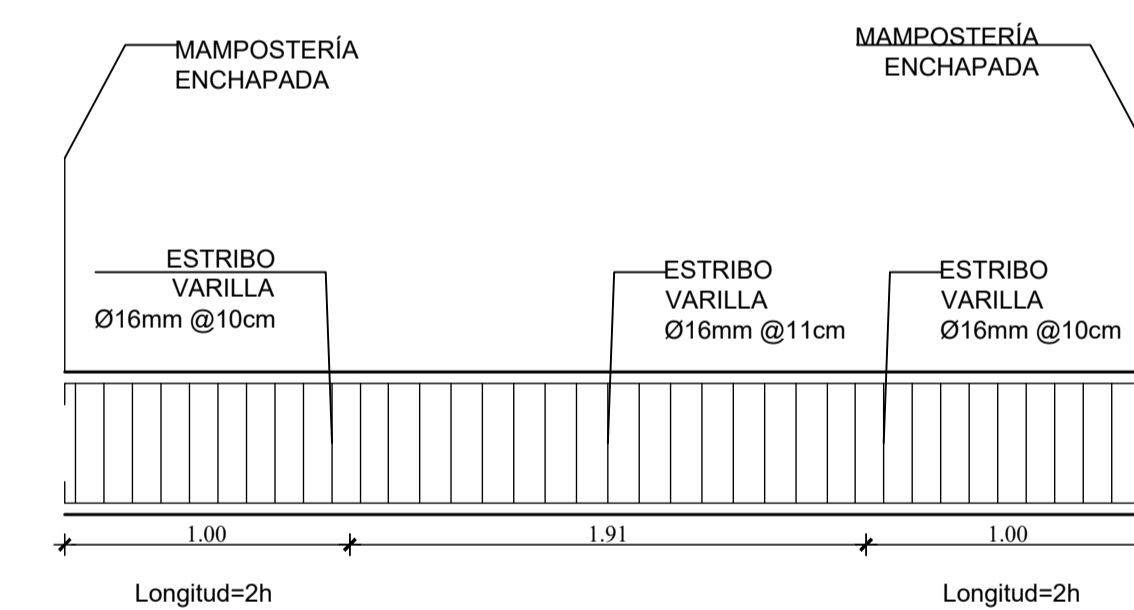
VISTA PLANTA VIGAS DE CIMENTACIÓN

Escala 1:50



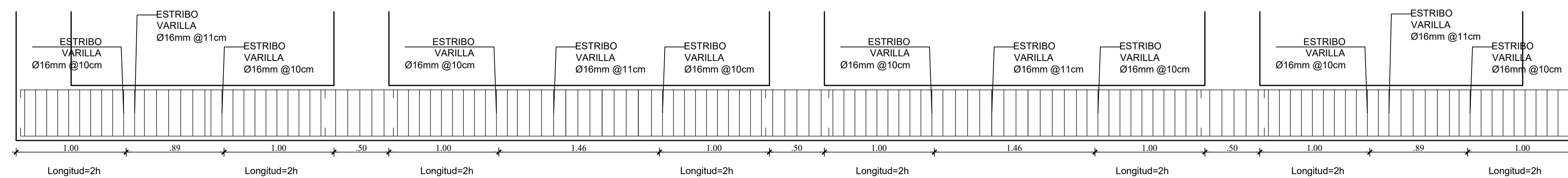
SECCIÓN TRANSVERSAL VIGA DE CIMENTACIÓN

Escala 1:5



CORTE E-E': SECCIÓN LONGITUDINAL VIGA DE CIMENTACIÓN

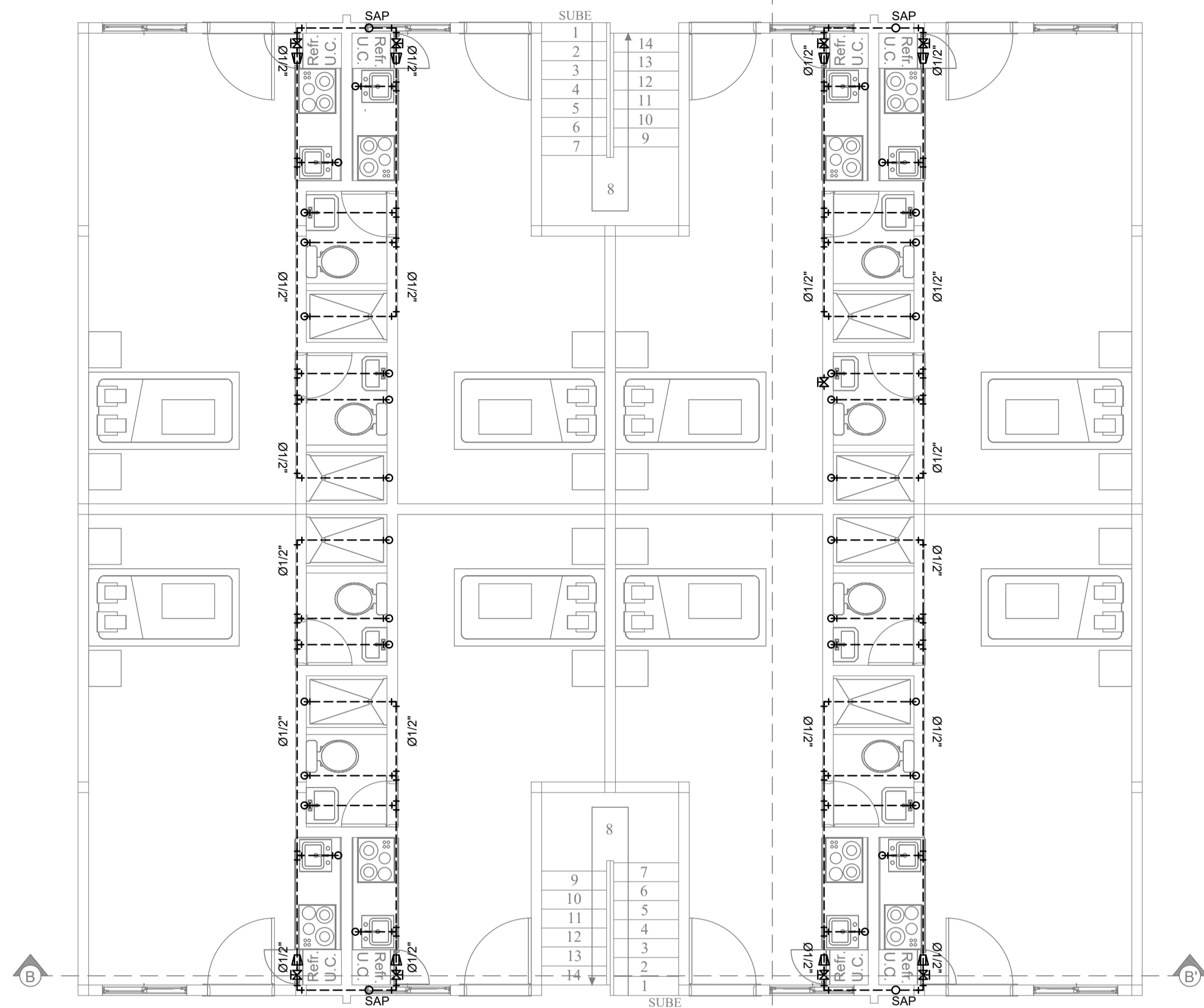
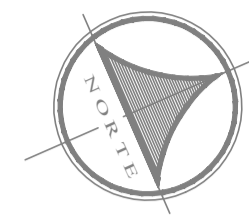
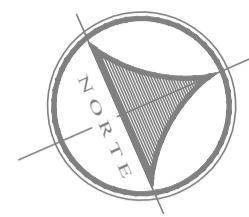
Escala 1:25



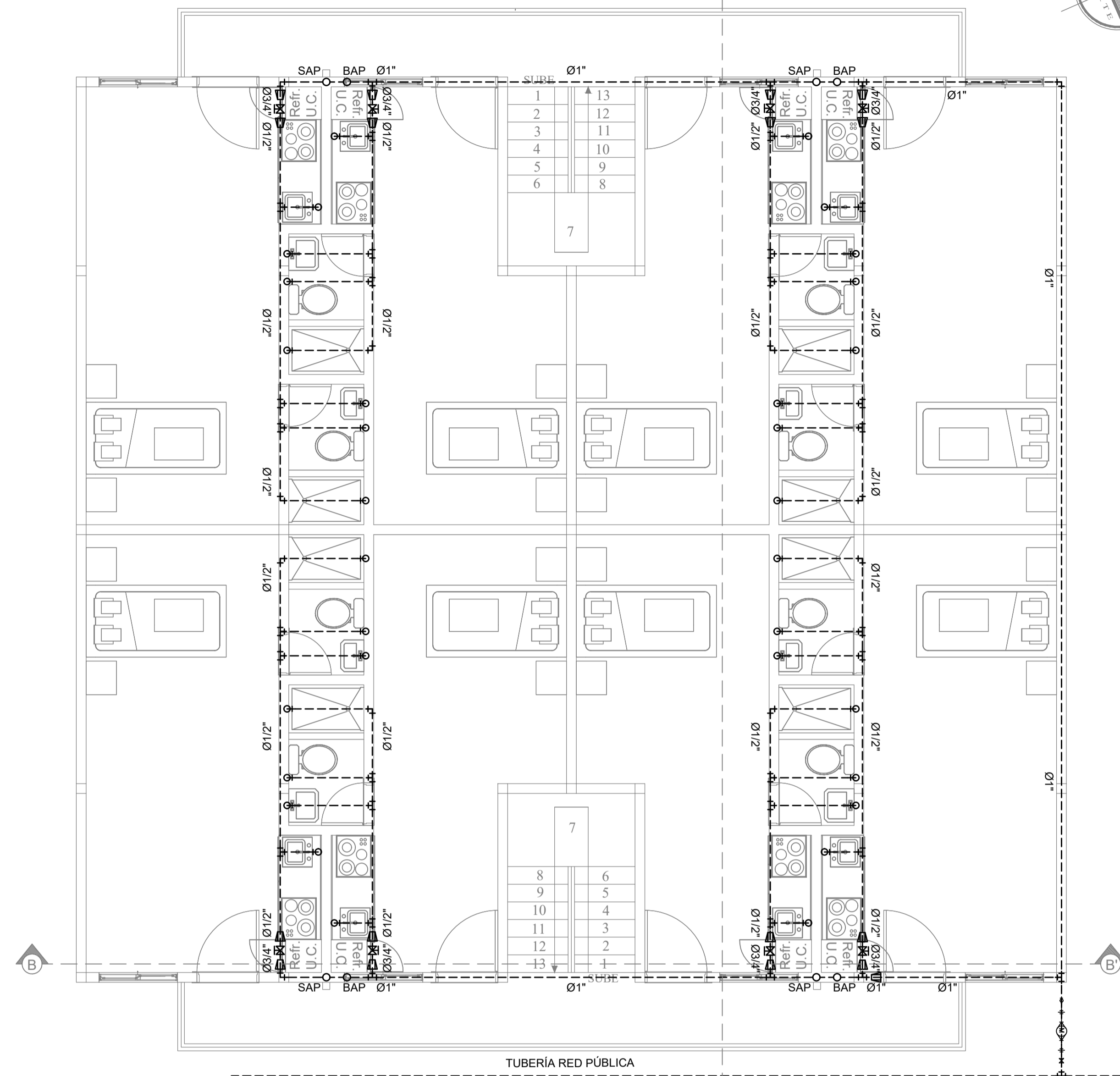
VISTA LONGITUDINAL EJE A - ARMADO DE CIMENTACIÓN

Escala 1:25

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA		
PROYECTO: EDIFICIO RESIDENCIAL EN PUYO		
CONTENIDO: DETALLES ESTRUCTURALES VIGAS DE CIMENTACIÓN		
Coordinador de Materia Integradora: Msc. Andres Danilo Velastegui	Estudiantes: - Kevin Pullupaxi - Bryan Hermenegildo	Fecha de entrega: 30 de Agosto de 2024
Tutor de Área de Conocimiento: Msc. Carlos Quishpe		Lámina: ES 5/5 Escala: Indicada



SISTEMA AAPP NIVEL 1
Escala 1:50



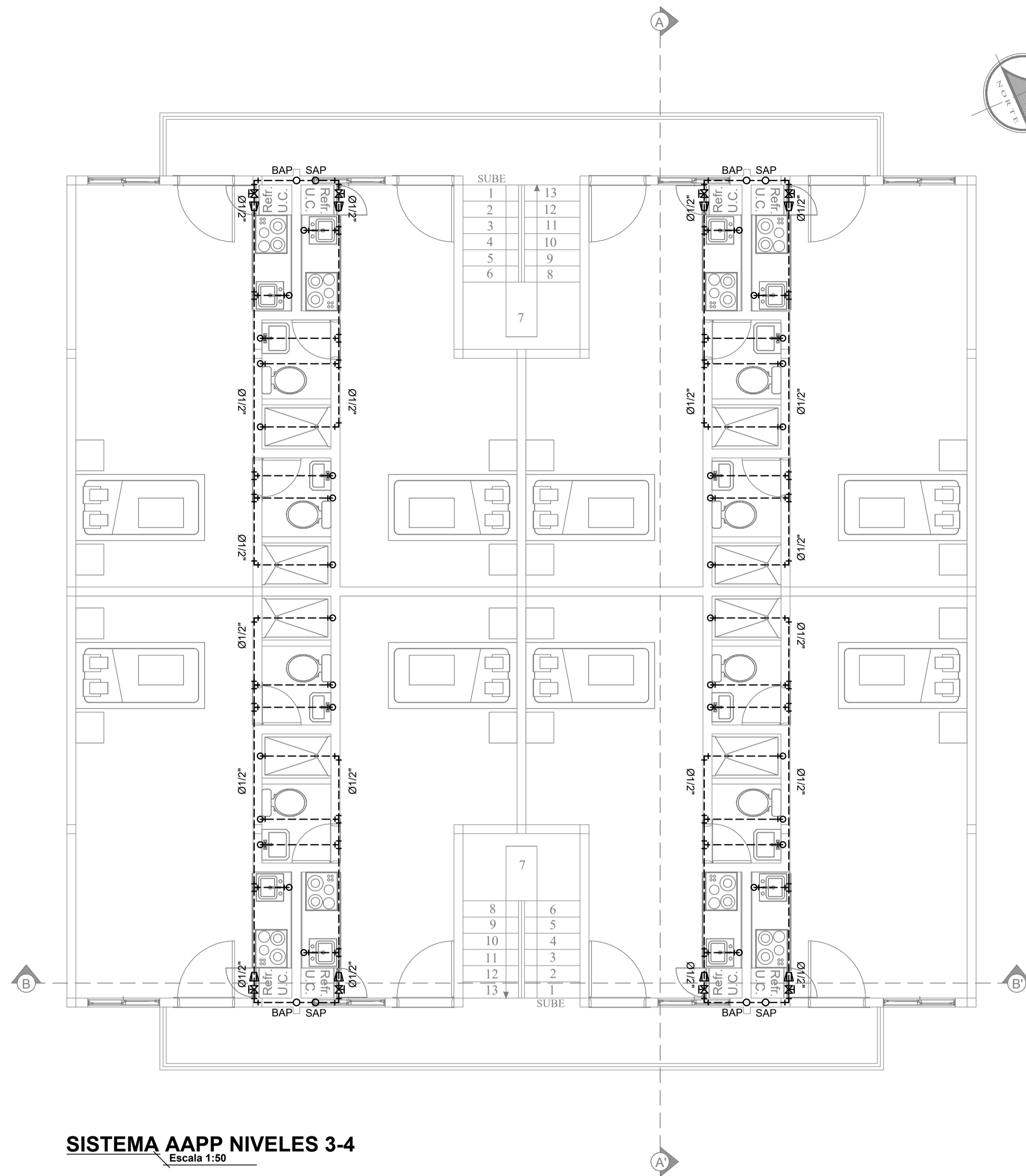
SISTEMA AAPP NIVEL 2
Escala 1:50

SIMBOLOGÍA SISTEMA DE AGUA POTABLE

	Codo de 90° hacia abajo		SAP: Subida de agua potable
	Codo de 90° hacia arriba		Medidor de agua potable
	Juego de codos 90° hacia arriba con derivación al frente		Tuerca unión o tuerca universal
	Juego de codos 90° hacia abajo con derivación al frente		Válvula de compuerta
	Codo de 90°		Válvula de globo
	Tee hacia arriba		Reductor de tubería
	Tee		
	Tee hacia abajo		
	BAP: Bajante de agua potable		

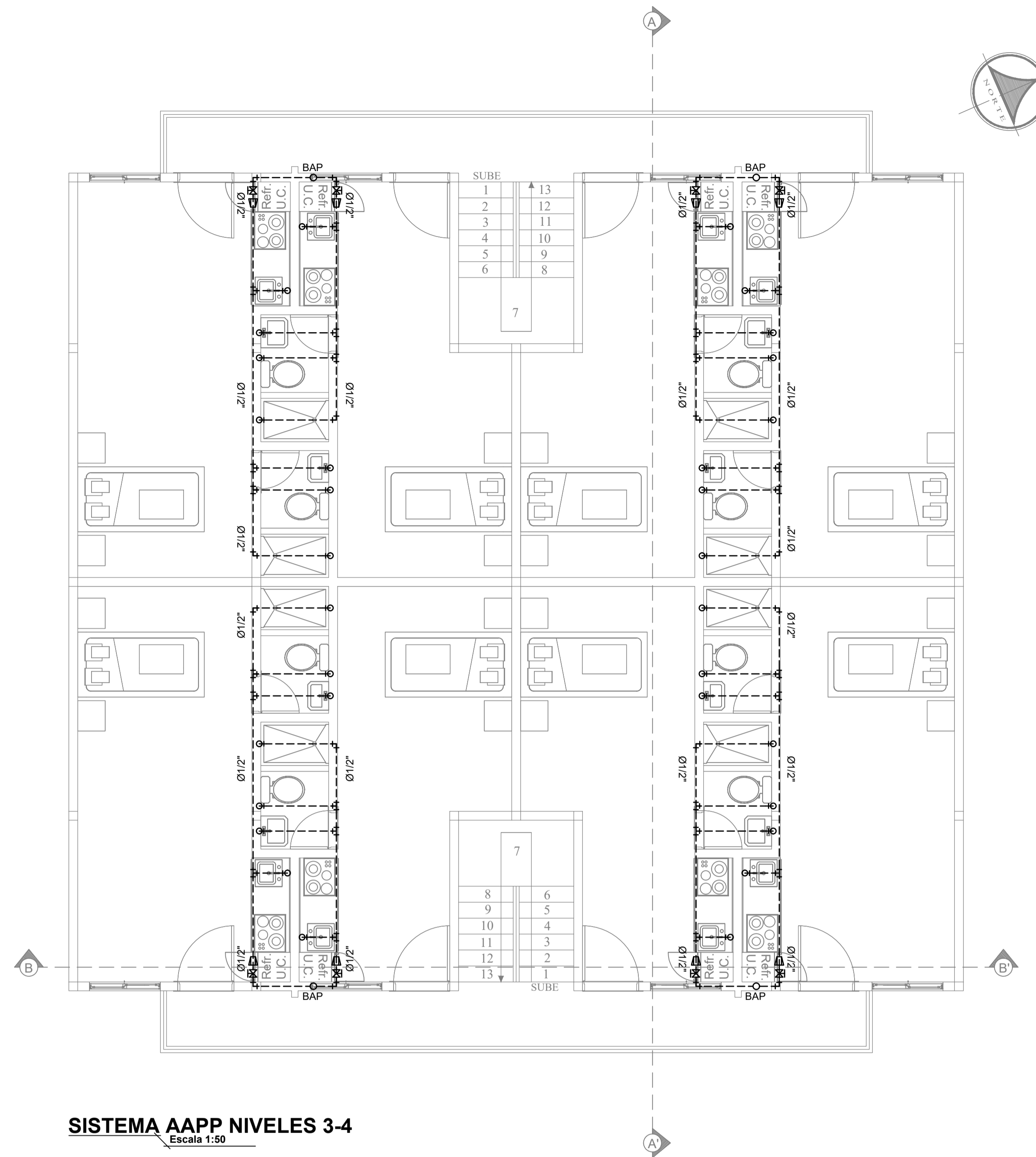
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: EDIFICIO RESIDENCIAL EN PUYO		
CONTENIDO: SISTEMA DE AGUA POTABLE EN NIVELES		
Coordinador de Materia Integradora: Msc. Andres Danilo Velastegui	Estudiantes: - Kevin Pullupaxi - Bryan Hermenegildo	Fecha de entrega: 30 de Agosto de 2024
Tutor de Área de Conocimiento: Msc. Carlos Quishpe	Lámina: HS 1/6	Escala: 1:50



SISTEMA AAPP NIVELES 3-4

Escala 1:50



SISTEMA AAPP NIVELES 3-4

Escala 1:50

SIMBOLOGÍA SISTEMA DE AGUA POTABLE

⊘	Codo de 90° hacia abajo	○	SAP: Subida de agua potable
⊙	Codo de 90° hacia arriba	⊕	Medidor de agua potable
⊕	Juego de codos 90° hacia arriba con derivación al frente	⊕	Tuerca unión o tuerca universal
⊙	Juego de codos 90° hacia abajo con derivación al frente	⊕	Válvula de compuerta
⊕	Codo de 90°	⊕	Válvula de globo
⊕	Tee hacia arriba	◁	Reductor de tubería
⊕	Tee		
⊕	Tee hacia abajo		
○	BAP: Bajante de agua potable		

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

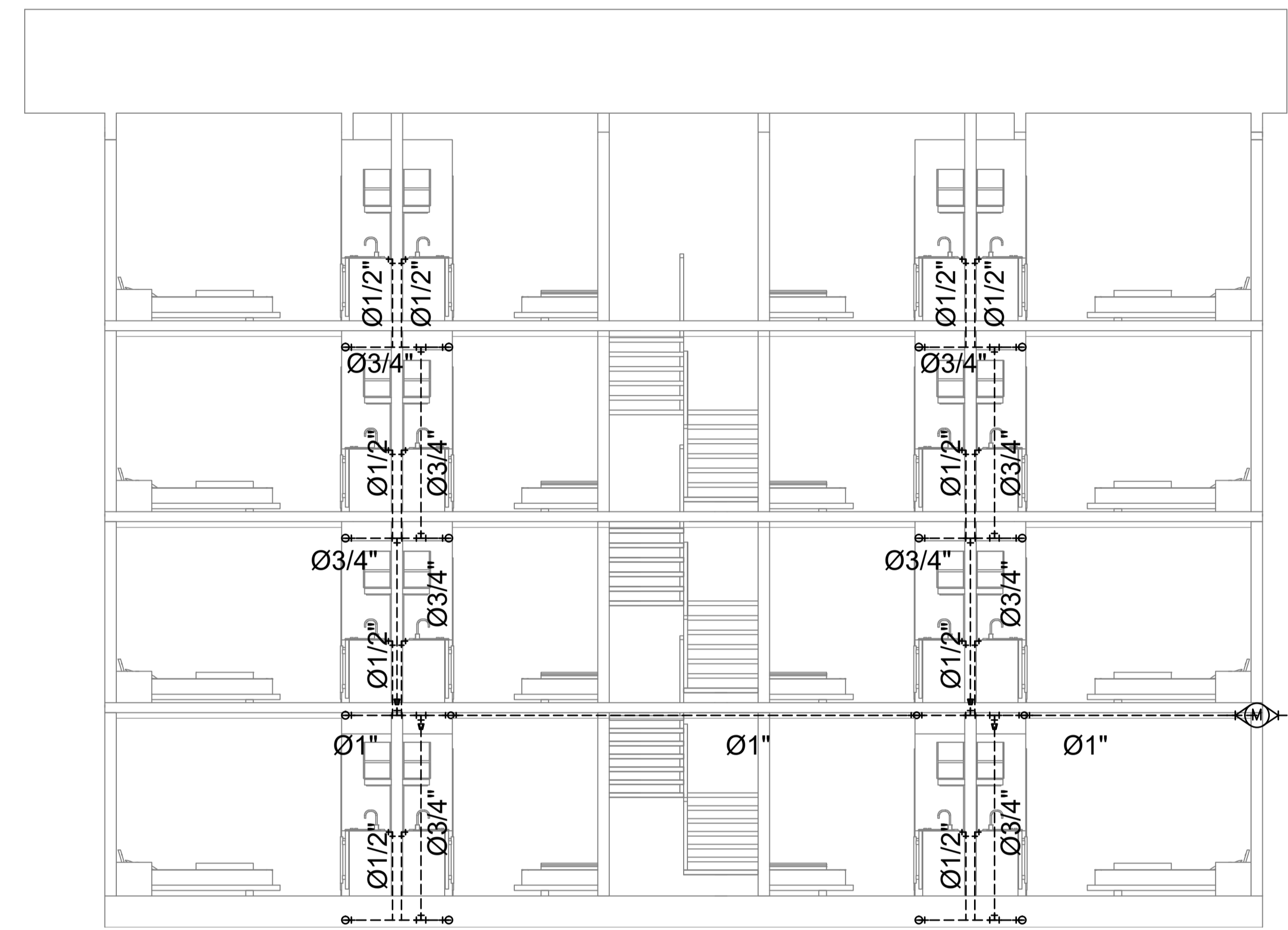
PROYECTO: EDIFICIO RESIDENCIAL EN PUYO

CONTENIDO: SISTEMA DE AGUA POTABLE EN NIVELES

Coordinador de Materia Integradora: Msc. Andres Danilo Velastegui	Estudiantes: - Kevin Pullupaxi - Bryan Hermenegildo	Fecha de entrega: 30 de Agosto de 2024
Tutor de Área de Conocimiento: Msc. Carlos Quishpe	Lámina: HS 2/6	Escala: 1:50



CORTE A-A'
Escala 1:50



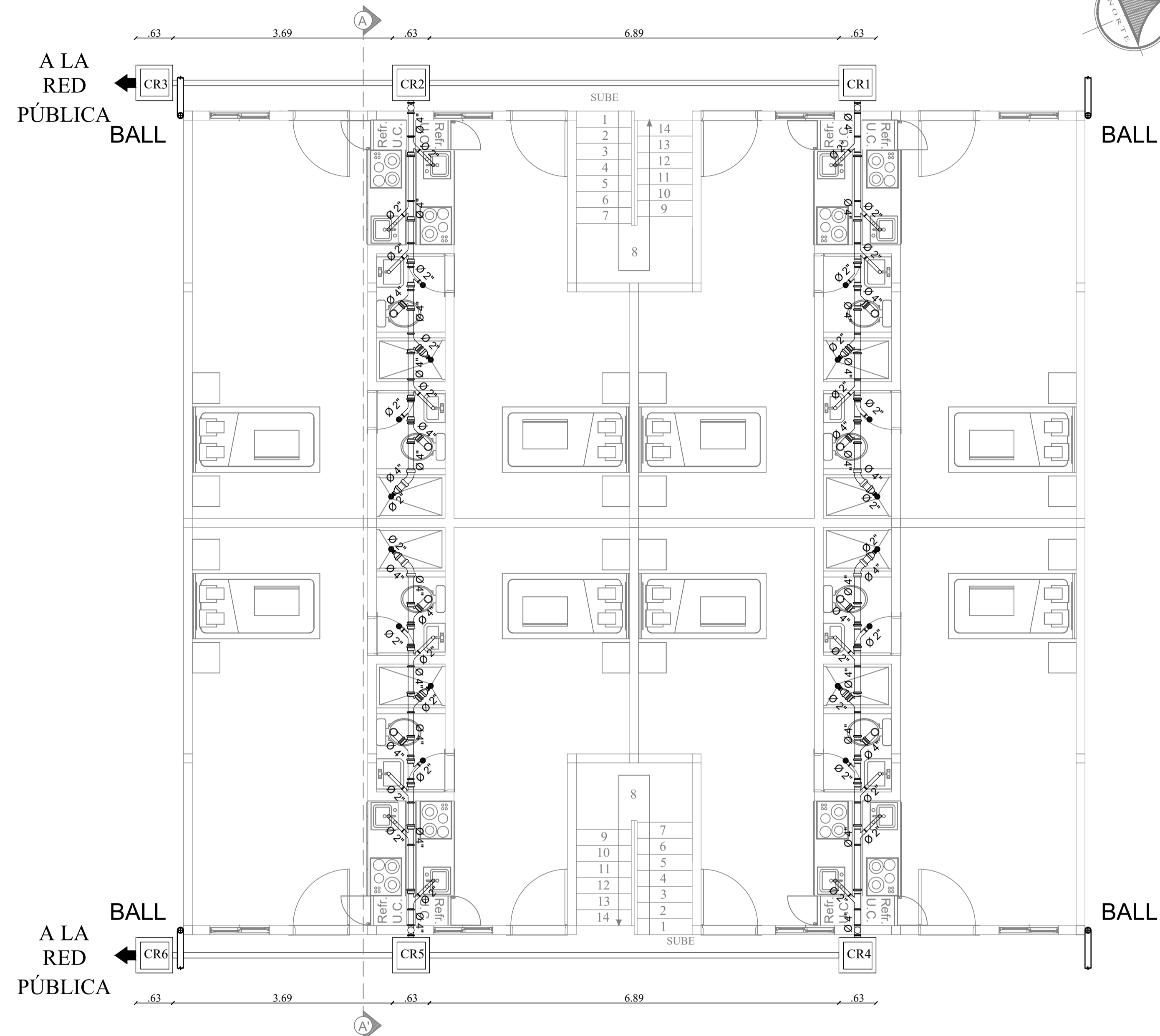
CORTE B-B': SUBIDAS Y BAJANTES DE TUBERÍA AAPP
Escala 1:50

SIMBOLOGÍA SISTEMA DE AGUA POTABLE

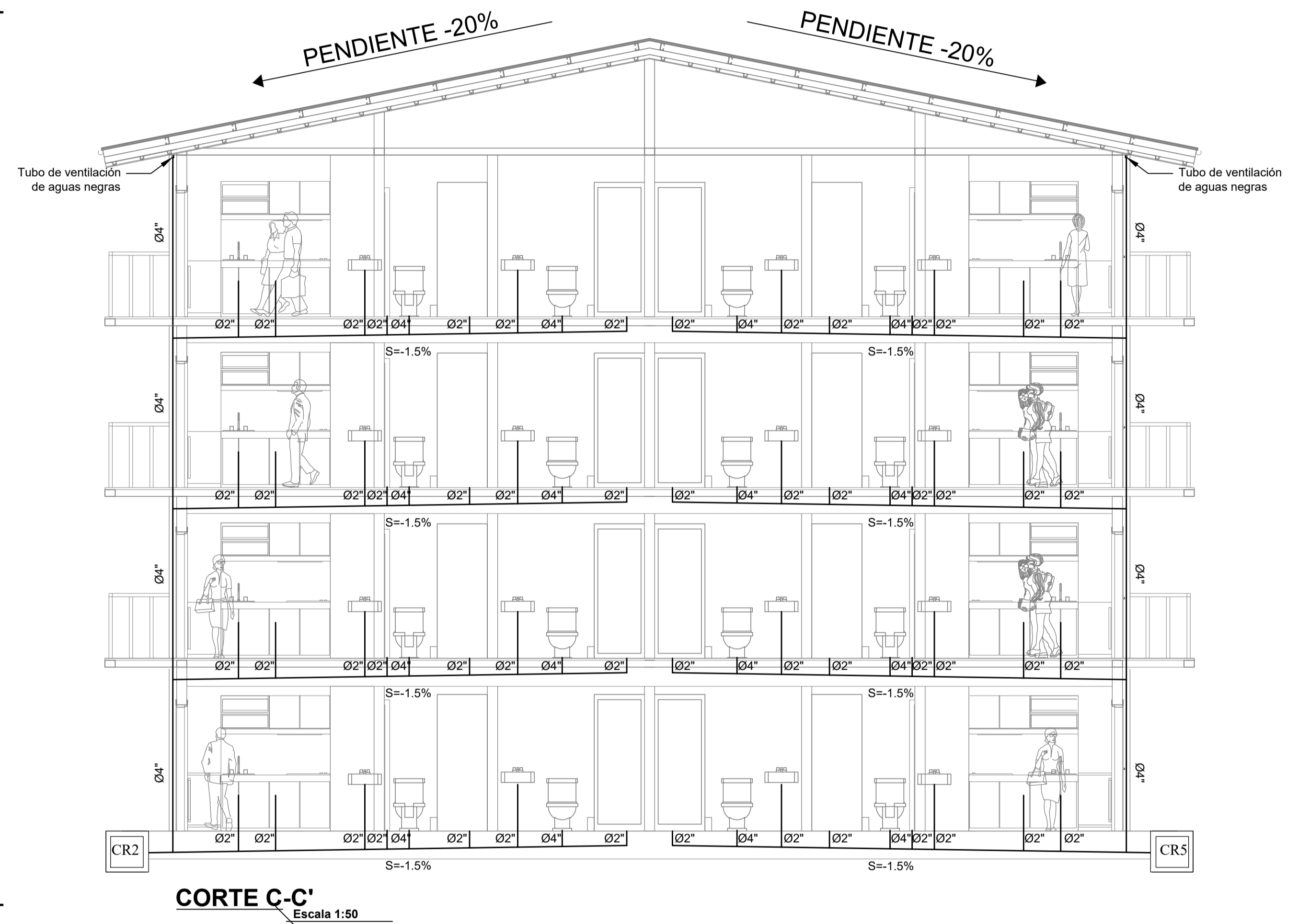
⊘	Codo de 90° hacia abajo	○	SAP: Subida de agua potable
⊙	Codo de 90° hacia arriba	⊕	Medidor de agua potable
⊕	Juego de codos 90° hacia arriba con derivación al frente	⊕	Tuerca unión o tuerca universal
⊙	Juego de codos 90° hacia abajo con derivación al frente	⊗	Válvula de compuerta
⊕	Codo de 90°	⊗	Válvula de globo
⊕	Tee hacia arriba	◁	Reductor de tubería
⊕	Tee		
⊙	Tee hacia abajo		
○	BAP: Bajante de agua potable		

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: EDIFICIO RESIDENCIAL EN PUYO		
CONTENIDO: CORTES PARA VISTA DE SISTEMA DE AGUA POTABLE		
Coordinador de Materia Integradora: Msc. Andres Danilo Velastegui	Estudiantes: - Kevin Pullupaxi - Bryan Hermenegildo	Fecha de entrega: 30 de Agosto de 2024
Tutor de Área de Conocimiento: Msc. Carlos Quishpe		Lámina: HS 3/6 Escala: 1:50



SISTEMA AASS - CAJAS DE REGISTRO - BAJANTES AALL NIVEL 1
Escala 1:50



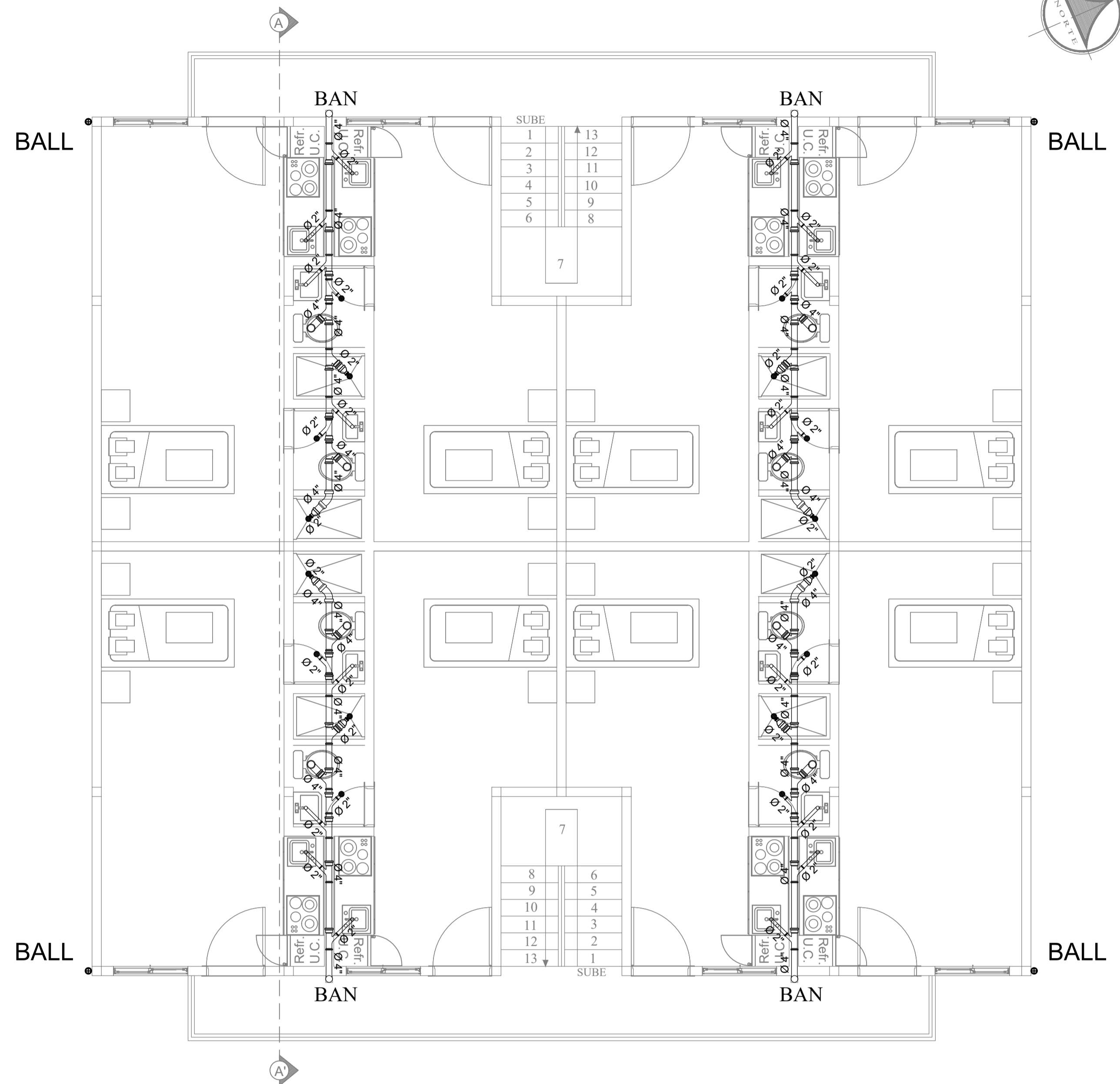
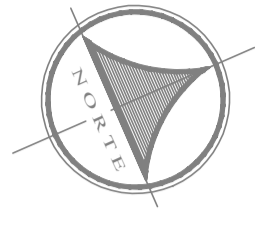
CORTE C-C'
Escala 1:50

SIMBOLOGÍA SISTEMA DE AGUA SANITARIA

	YEE SENCILLA		CAJA DE REGISTRO
	YEE CON REDUCTOR		BALL: BAJANTE AGUAS LLUVIAS
	BAN:BAJANTE AGUAS NEGRAS		S: PENDIENTE DE TUBERÍA
	TRAMPA - SIFÓN		CH COLECTOR HORIZONTAL
	REDUCTOR DE TUBERÍA		DB_ALL DESEMBOCADURA BAJANTE AALL
	TEE HACIA ARRIBA		

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: EDIFICIO RESIDENCIAL EN PUYO		
CONTENIDO: TRAZADOS DE TUBERÍAS SANITARIAS Y AGUAS LLUVIAS		
Coordinador de Materia Integradora: Msc. Andres Danilo Velastegui	Estudiantes: - Kevin Pullupaxi - Bryan Hermenegildo	Fecha de entrega: 30 de Agosto de 2024
Tutor de Área de Conocimiento: Msc. Carlos Quishpe	Lámina: HS 4/6	Escala: 1:50



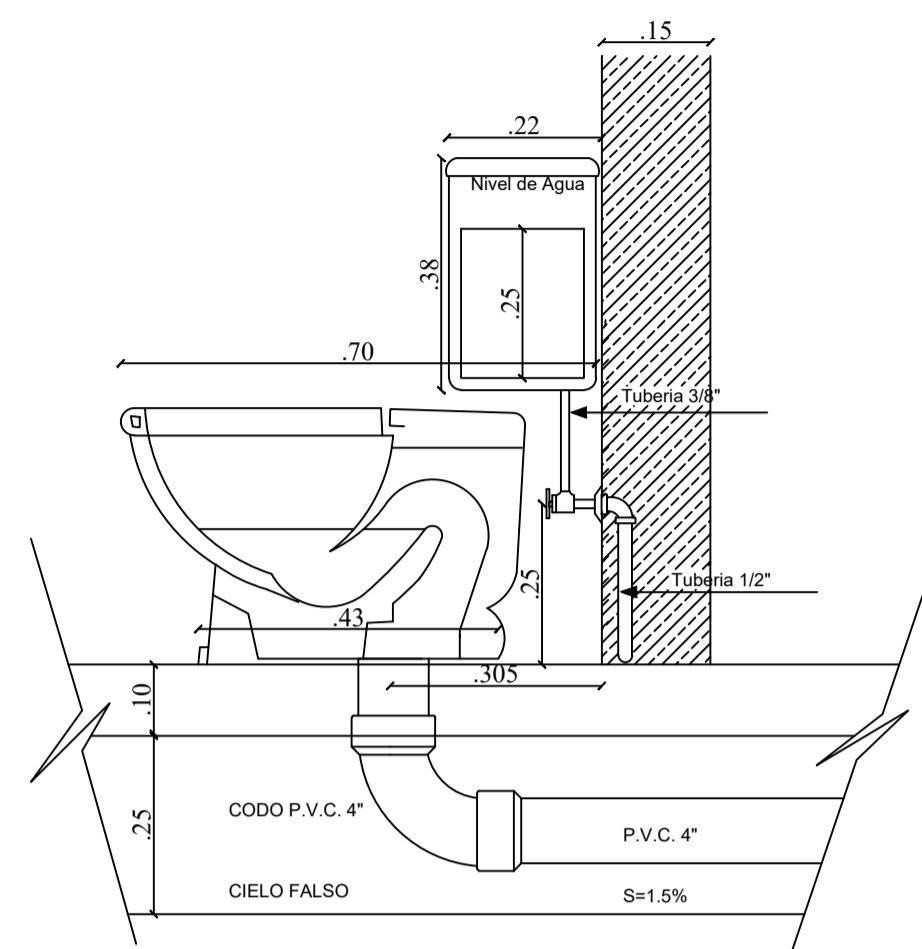
TUBERÍA AASS Y AALL NIVELES 2-3-4
Escala 1:50



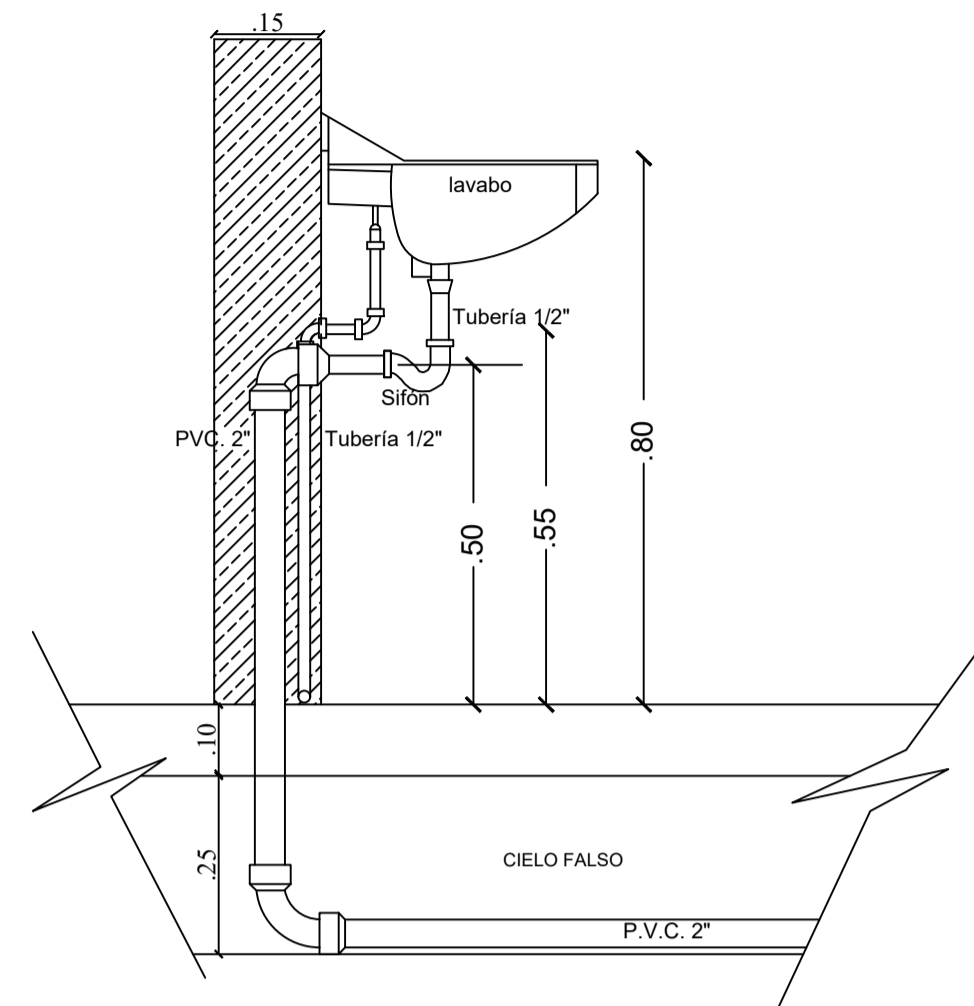
TUBERÍA AALL VISTA FRONTAL
Escala 1:50

SIMBOLOGÍA SISTEMA DE AGUA SANITARIA			
	YEE SENCILLA		CAJA DE REGISTRO
	YEE CON REDUCTOR		BALL: BAJANTE AGUAS LLUVIAS
	BAN: BAJANTE AGUAS NEGRAS		S: PENDIENTE DE TUBERÍA
	TRAMPA - SIFÓN		CH: COLECTOR HORIZONTAL
	REDUCTOR DE TUBERÍA		DB_ALL: DESEMBOCADURA BAJANTE AALL
	TEE HACIA ARRIBA		

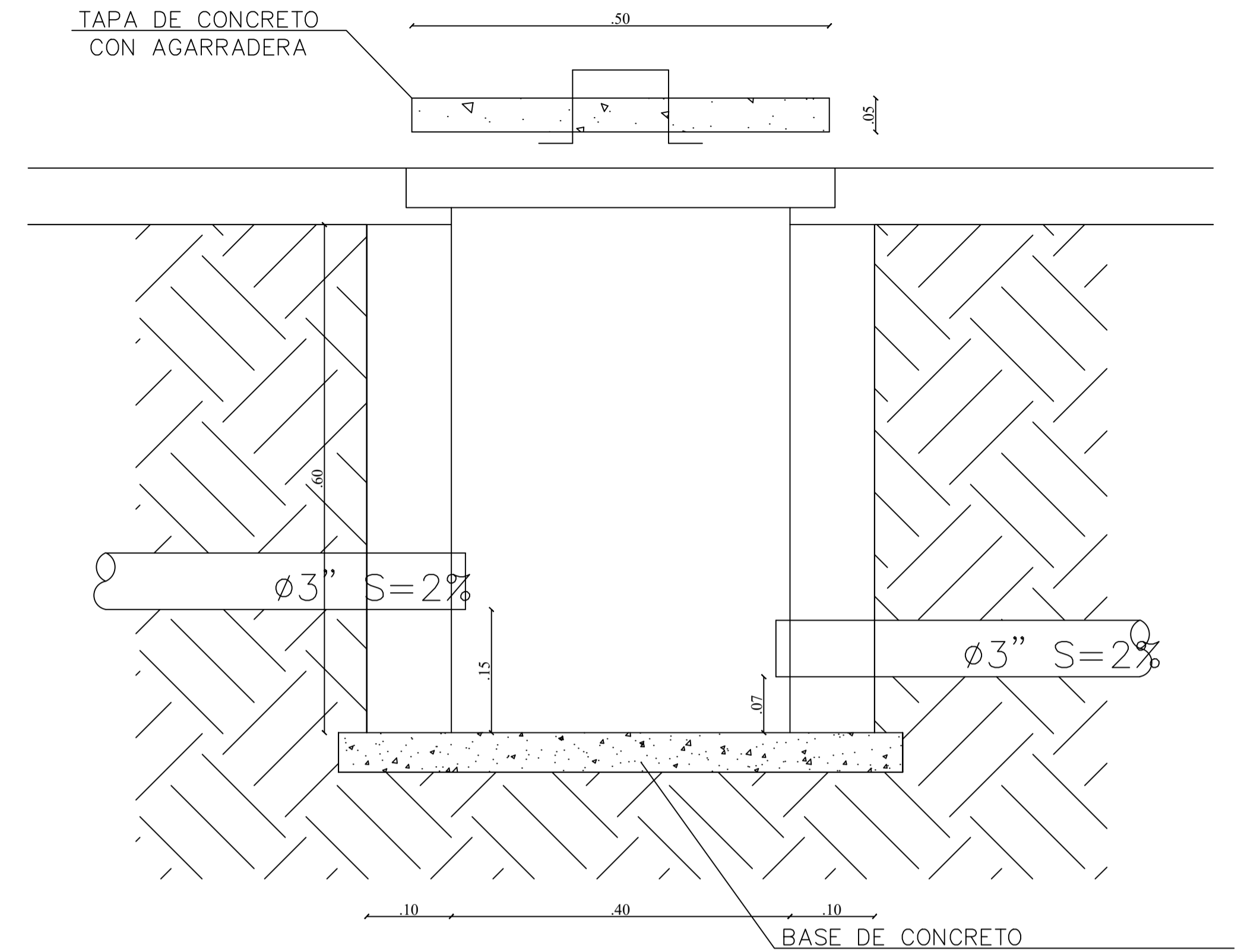
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA		
PROYECTO: EDIFICIO RESIDENCIAL EN PUYO		
CONTENIDO: TRAZADOS DE TUBERÍAS SANITARIAS Y AGUAS LLUVIAS		
Coordinador de Materia Integradora: Msc. Andres Danilo Velastegui	Estudiantes: - Kevin Pullupaxi - Bryan Hermenegildo	Fecha de entrega: 30 de Agosto de 2024
Tutor de Área de Conocimiento: Msc. Carlos Quishpe	Lámina: HS 5/6	Escala: 1:50



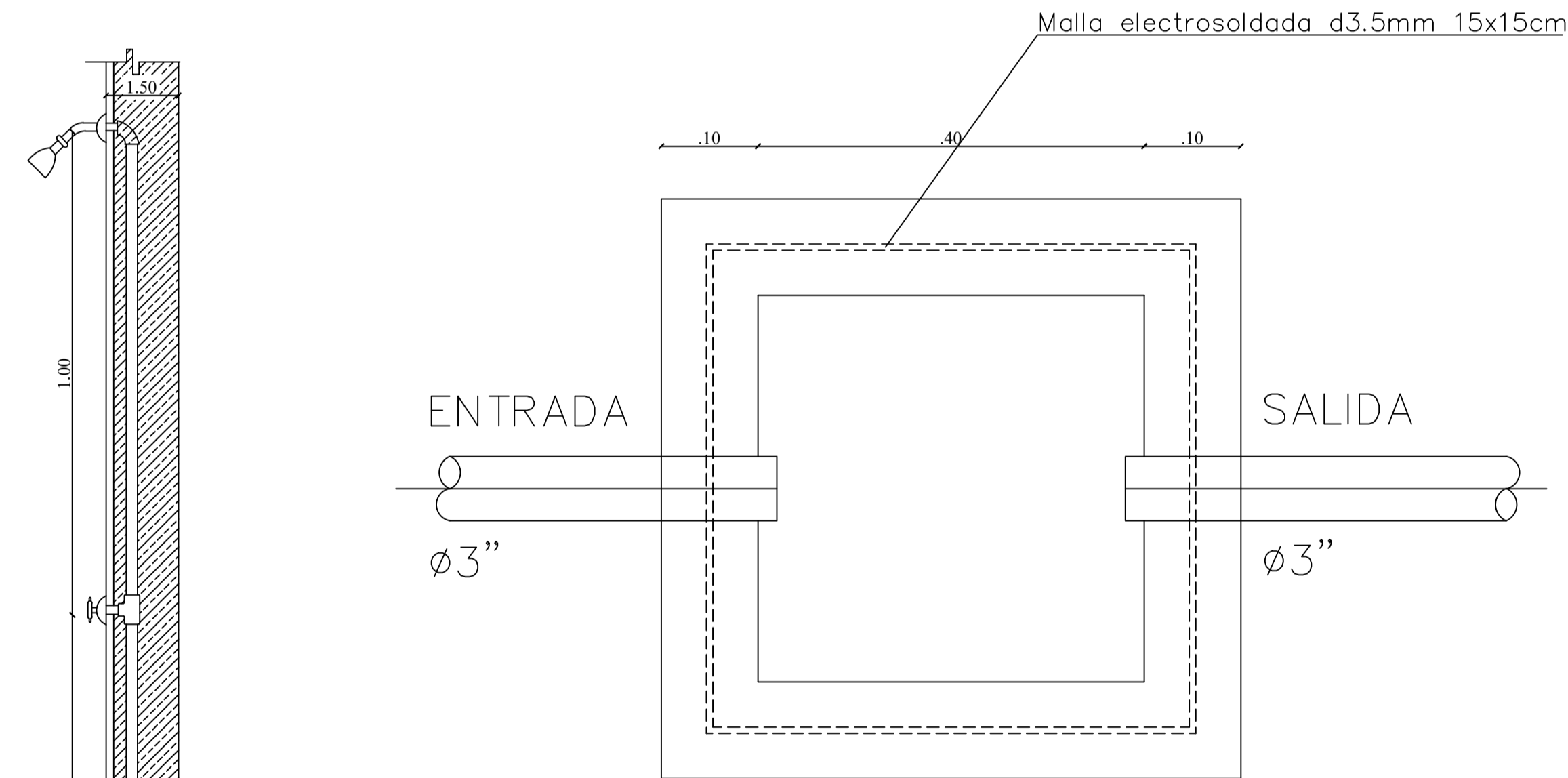
DETALLE INSTALACIÓN INODORO
Escala 1:10



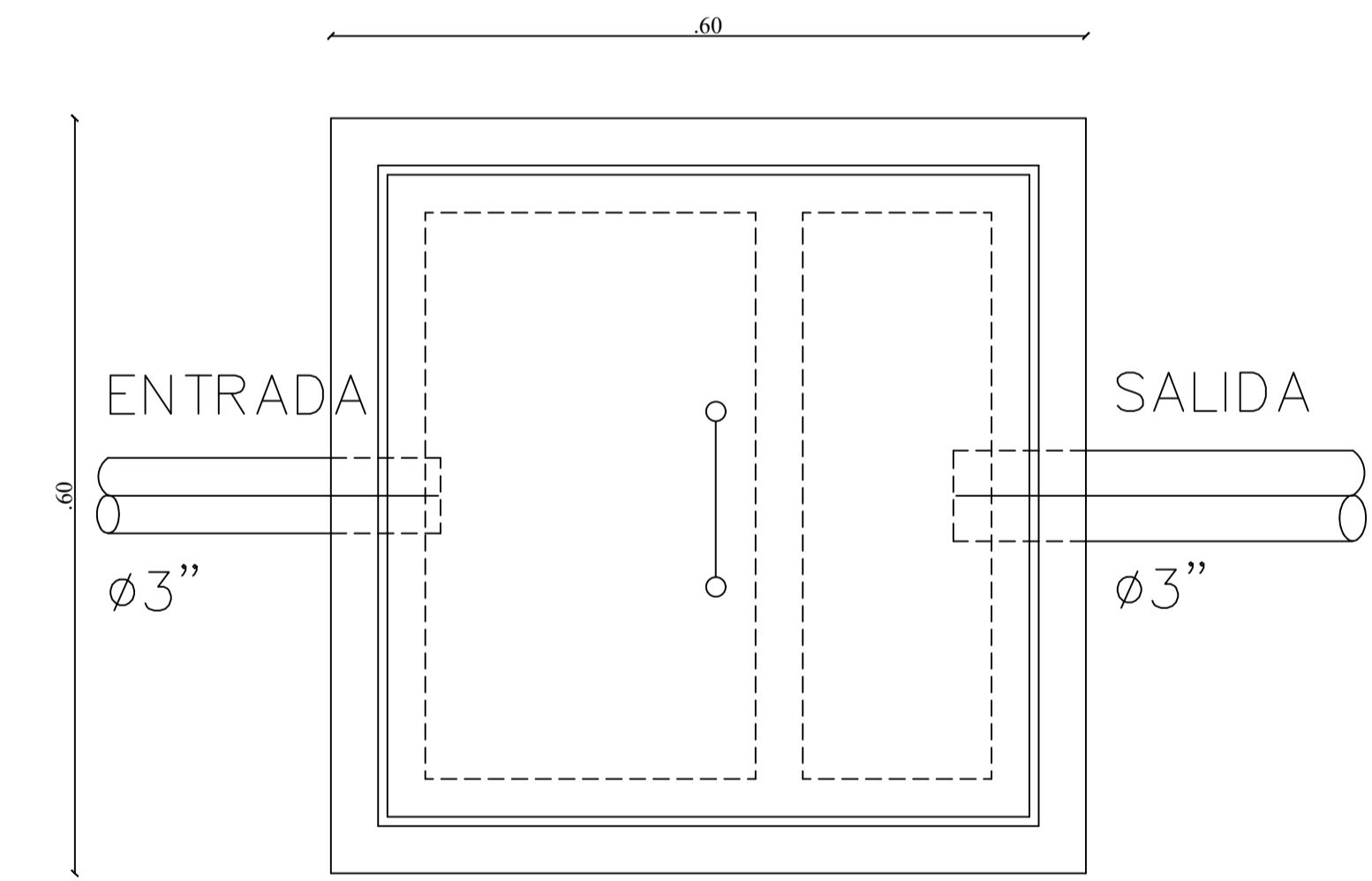
DETALLE INSTALACIÓN LAVABO
Escala 1:10



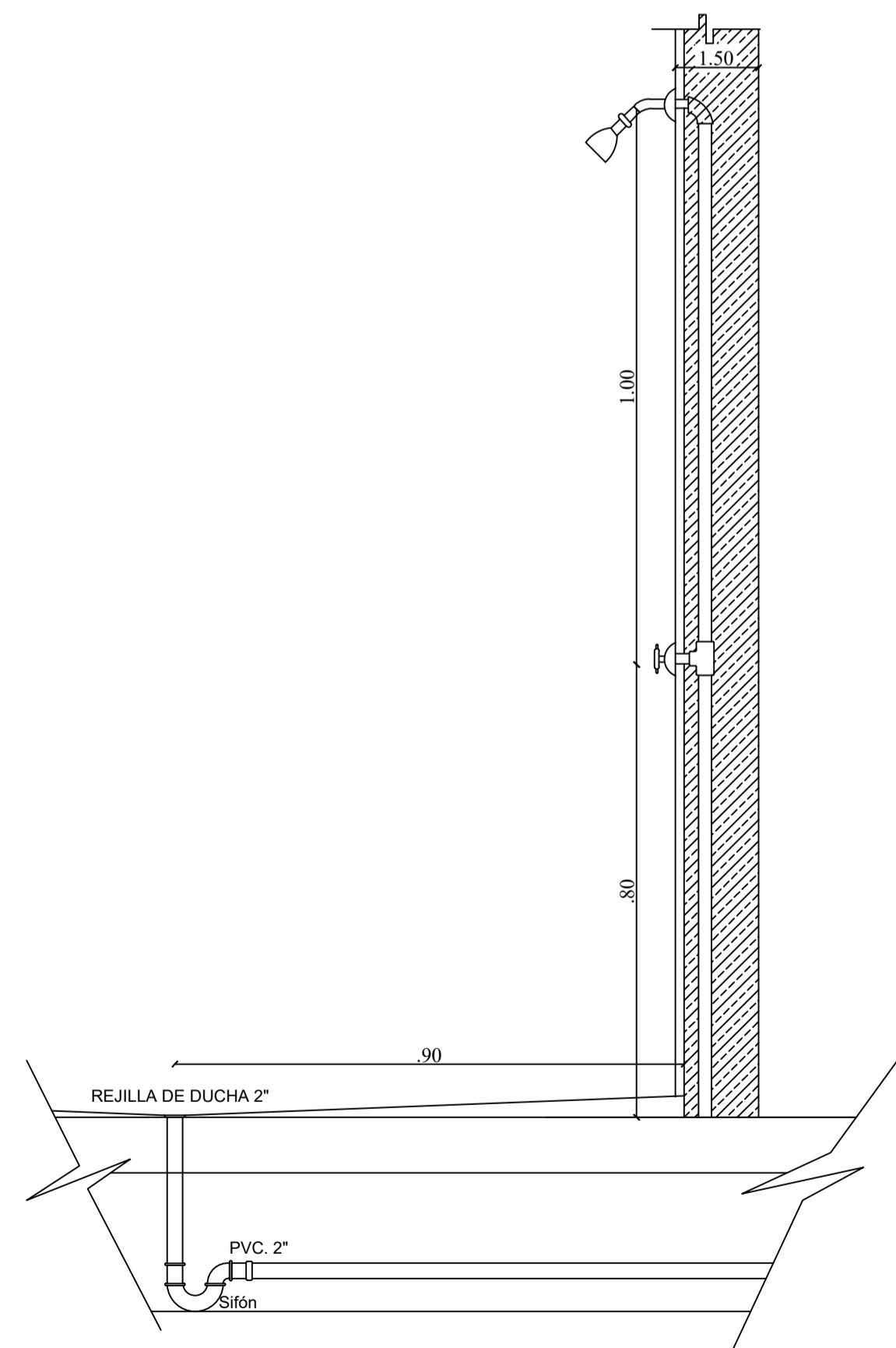
CORTE TRANSVERSAL DE CAJA DE REGISTRO
Escala 1:20



VISTA PLANTA DE CAJA DE REGISTRO
Escala 1:20



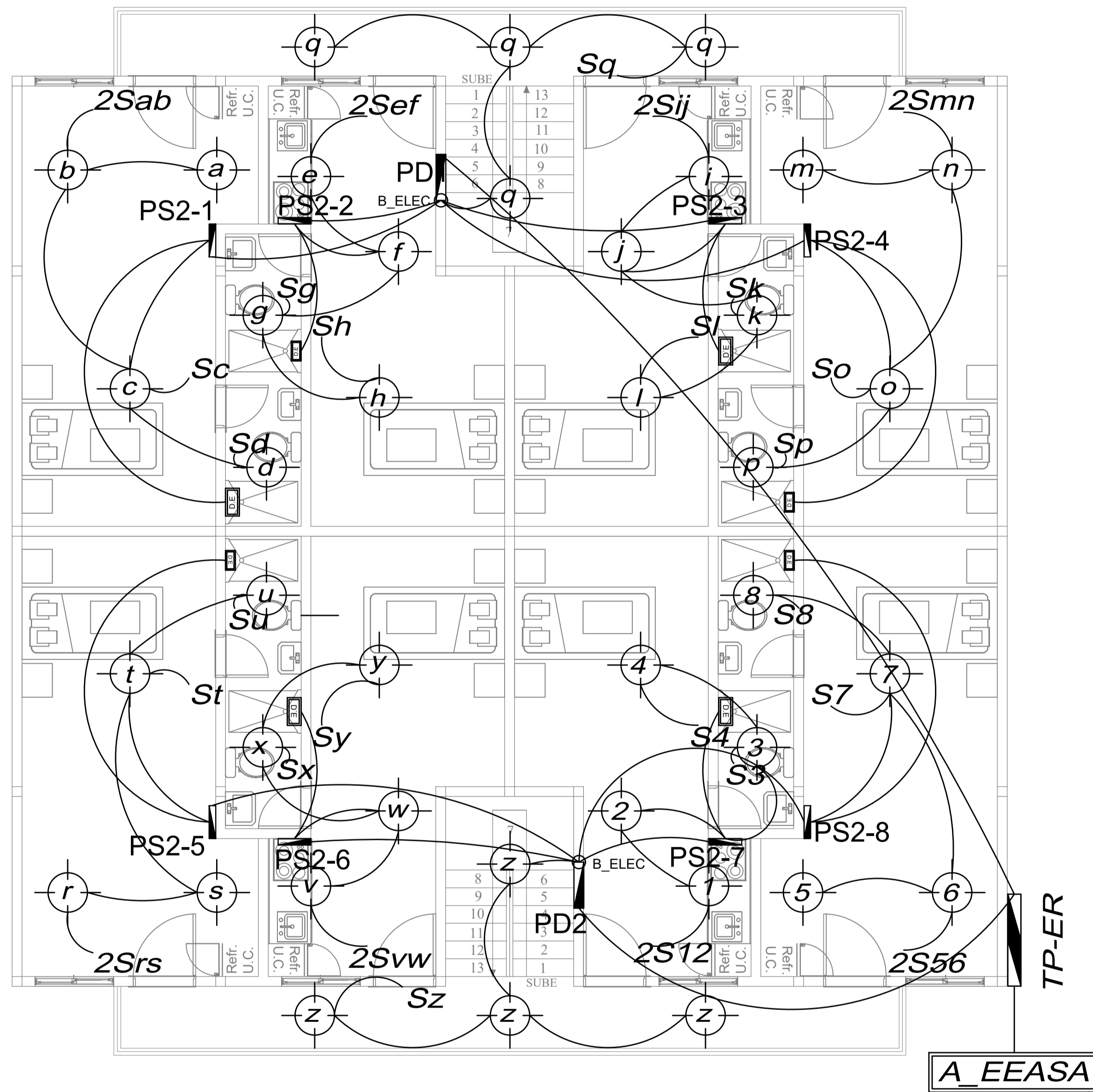
VISTA PLANTA CAJA DE REGISTRO CON TAPA
Escala 1:20



DETALLE INSTALACIÓN DUCHA
Escala 1:10

SIMBOLOGÍA SISTEMA DE AGUA SANITARIA			
	YEE SENCILLA		CAJA DE REGISTRO
	YEE CON REDUCTOR		BALL: BAJANTE AGUAS LLUVIAS
	BAN BAJANTE AGUAS NEGRAS		S: PENDIENTE DE TUBERÍA
	TRAMPA - SIFÓN		CH COLECTOR HORIZONTAL
	REDUCTOR DE TUBERÍA		DB_ALL DESEMBOCADURA BAJANTE AALL
	TEE HACIA ARRIBA		

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA		
PROYECTO: EDIFICIO RESIDENCIAL EN PUYO		
CONTENIDO: DETALLE INSTALACIÓN APARATOS SANITARIOS Y CAJAS DE REGISTRO		
Coordinador de Materia Integradora: Msc. Andres Danilo Velastegui	Estudiantes: - Kevin Pullupaxi - Bryan Hermenegildo	Fecha de entrega: 30 de Agosto de 2024
Tutor de Área de Conocimiento: Msc. Carlos Quishpe		Lámina: HS 6/6 Escala: Indicada



ILUMINACIÓN PLANTA NIVEL 2
Escala 1:50

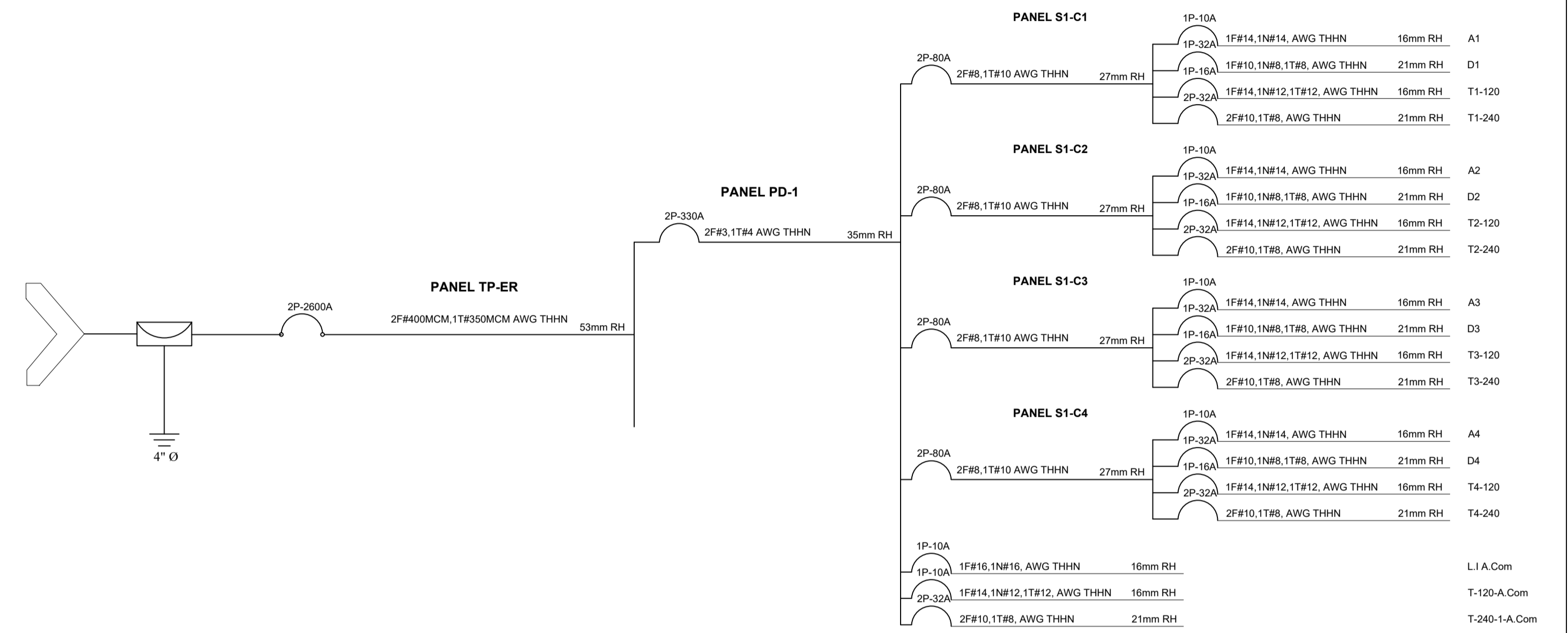
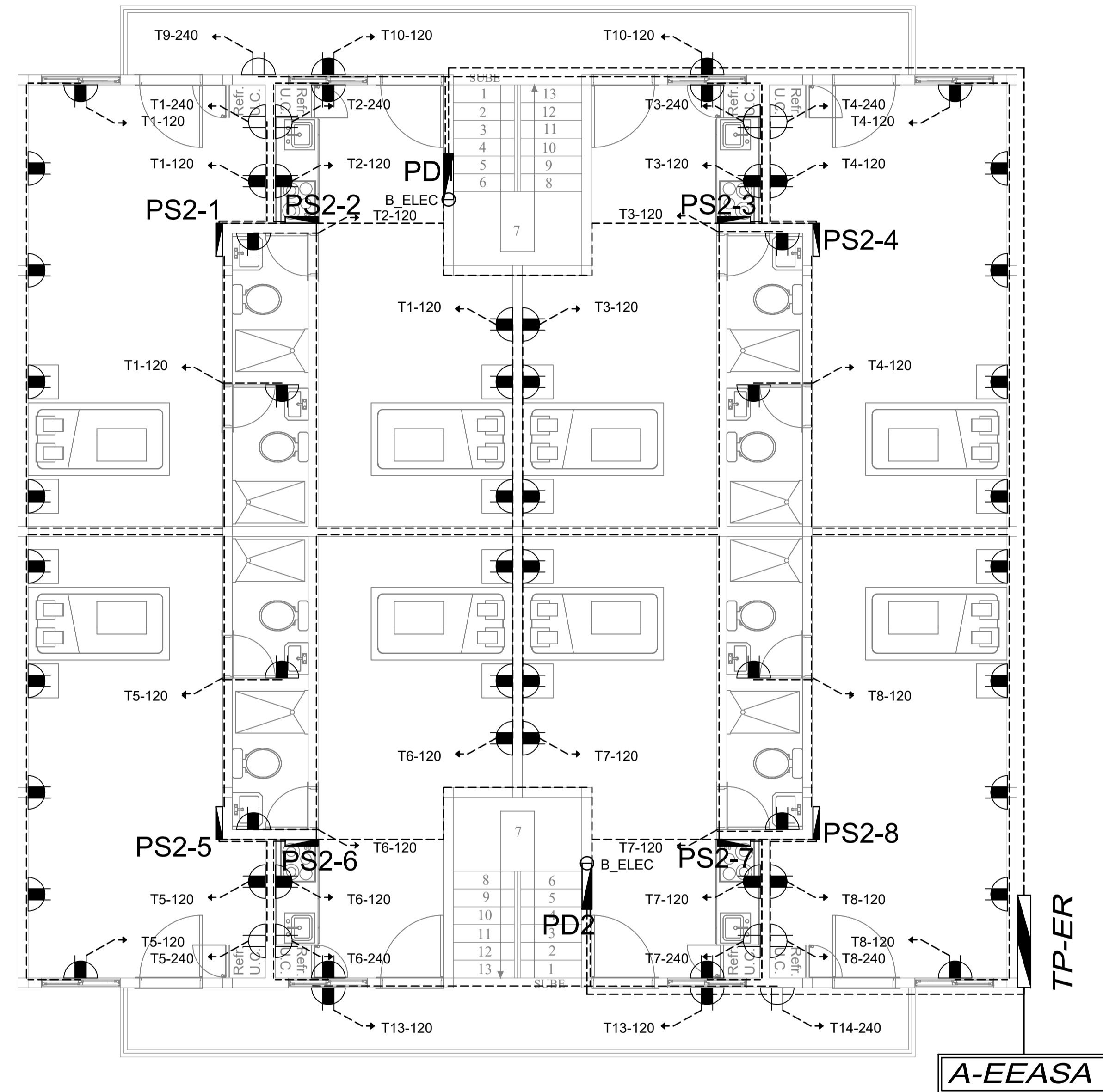


DIAGRAMA UNIFILAR PARA PANEL PRINCIPAL DE UN NIVEL
ESTE DIAGRAMA ES VÁLIDO PARA TODOS LOS TABLEROS PRINCIPALES

SIMBOLOGÍA SISTEMA ELÉCTRICO	
	TOMACORRIENTE 20 [V]
	TOMACORRIENTE 240 [V]
	PD: PANEL PRINCIPAL
	PS: PANEL SECUNDARIO
	ILUMINARIA
	RED DE ILUMINACIÓN
	RED DE TOMACORRIENTE
	B_ELEC: BAJANTE TUBERÍA ELÉCTRICA
	DUCHA ELÉCTRICA
	S INTERRUPCIÓN SIMPLE
	Sab INTERRUPCIÓN DOBLE
	MEDIDOR
	ACOMETIDA
	VARILLA PUESTA A TIERRA
	INTERRUPTOR
	A_EEASA ACOMETIDA A RED EEASA

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA		
PROYECTO: EDIFICIO RESIDENCIAL EN PUYO		
CONTENIDO: ILUMINACIÓN Y DIAGRAMA UNIFILAR		
Coordinador de Materia Integradora: Msc. Andres Danilo Velastegui	Estudiantes: - Kevin Pullupaxi - Bryan Hermenegildo	Fecha de entrega: 8 de Agosto de 2024
Tutor de Área de Conocimiento: Msc. Carlos Quishpe	Lámina: EL 1/2	Escala: Indicada



NOMBRE DEL CIRCUITO	VOLTAJE [V]	PUNTOS	DESCRIPCIÓN
A1	120	4	Luces Cuarto 1
D1	120	1	Ducha Eléctrica Cuarto 1
T1-120	120	7	Tomacorriente Cuarto 1-120
T1-240	240	1	Tomacorriente Cuarto 1-240
A2	120	4	Luces Cuarto 2
D2	240	1	Ducha Eléctrica Cuarto 2
T2-120	120	7	Tomacorriente Cuarto 2-120
T2-240	240	1	Tomacorriente Cuarto 2-240
A3	120	4	Luces Cama y baño Cuarto 3
D3	240	1	Ducha Eléctrica Cuarto 3
T3-120	120	7	Tomacorriente Cuarto 3-120
T3-240	240	1	Tomacorriente Cuarto 3-240
A4	120	4	Luces Cama y baño Cuarto 4
D4	240	1	Ducha Eléctrica Cuarto 4
T4-120	120	7	Tomacorriente Cuarto 4-120
T4-240	240	1	Tomacorriente Cuarto 4-240
L.I.A. Com	120	4	Luces Área Comunal
T-120-A. Com	120	2	Tomacorrientes Área Comunal 120
T-240-1-A. Com	240	1	Tomacorriente Área Comunal 240

DESCRIPCIÓN DE CIRCUITOS PARA UN PANEL PRINCIPAL

Sin escala

SIMBOLOGÍA SISTEMA ELÉCTRICO

	TOMACORRIENTE 120 [V]		DUCHA ELÉCTRICA
	TOMACORRIENTE 240 [V]		INTERRUPTOR SIMPLE
	PD: PANEL PRINCIPAL		INTERRUPTOR DOBLE
	PS: PANEL SECUNDARIO		MEDIDOR
	ILUMINARIA		ACOMETIDA
	RED DE ILUMINACIÓN		VARILLA PUESTA A TIERRA
	RED DE TOMACORRIENTE		INTERRUPTOR
	B_ELEC: BAJANTE TUBERÍA ELÉCTRICA		ACOMETIDA A RED EEASA

TOMACORRIENTES PLANTA NIVEL 2

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS DE LA TIERRA

PROYECTO: EDIFICIO RESIDENCIAL EN PUYO		
CONTENIDO: TOMACORRIENTES Y DESCRIPCIÓN DE CIRCUITOS		
Coordinador de Materia Integradora: Msc. Andres Danilo Velastegui	Estudiantes: - Kevin Pullupaxi - Bryan Hermenegildo	Fecha de entrega: 8 de Agosto de 2024
Tutor de Área de Conocimiento: Msc. Carlos Quishpe	Lámina: EL 2/2	Escala: Indicada

DISEÑO ESTRUCTURAL E INSTALACIONES PARA UN EDIFICIO RESIDENCIAL EN PUYO INTEGRANDO METODOLOGÍA BIM

PROBLEMA

En Puyo, la falta de edificios residenciales diseñados para estudiantes y trabajadores temporales de otras ciudades dificulta su integración en la comunidad y afecta su experiencia durante su estancia en la ciudad.



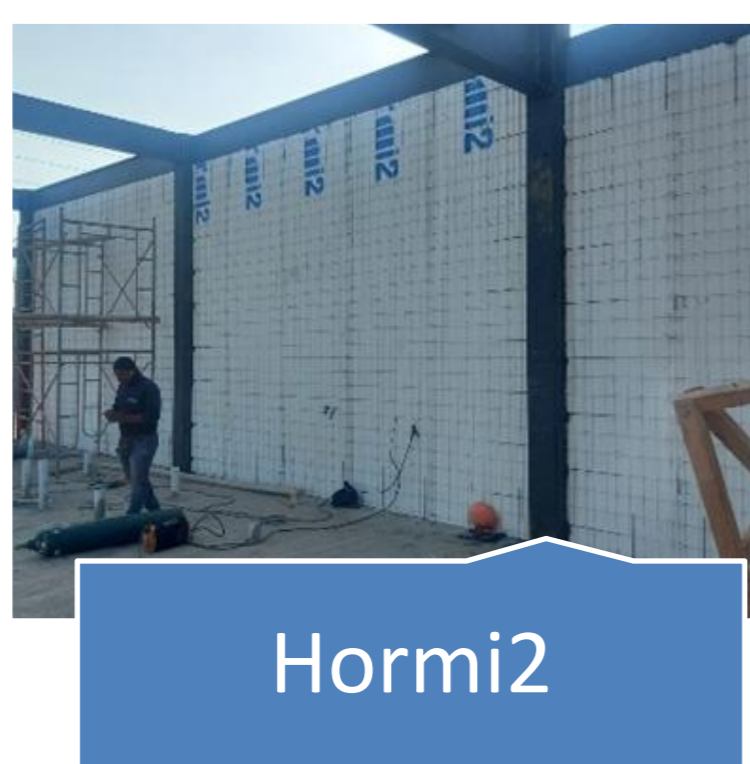
OBJETIVO GENERAL

Diseñar integralmente la estructura e instalaciones de un edificio residencial de cuatro niveles en Puyo, optimizando el espacio y minimizando columnas mediante el uso parcial de la metodología BIM, para ofrecer soluciones habitacionales modernas y funcionales para la población joven.

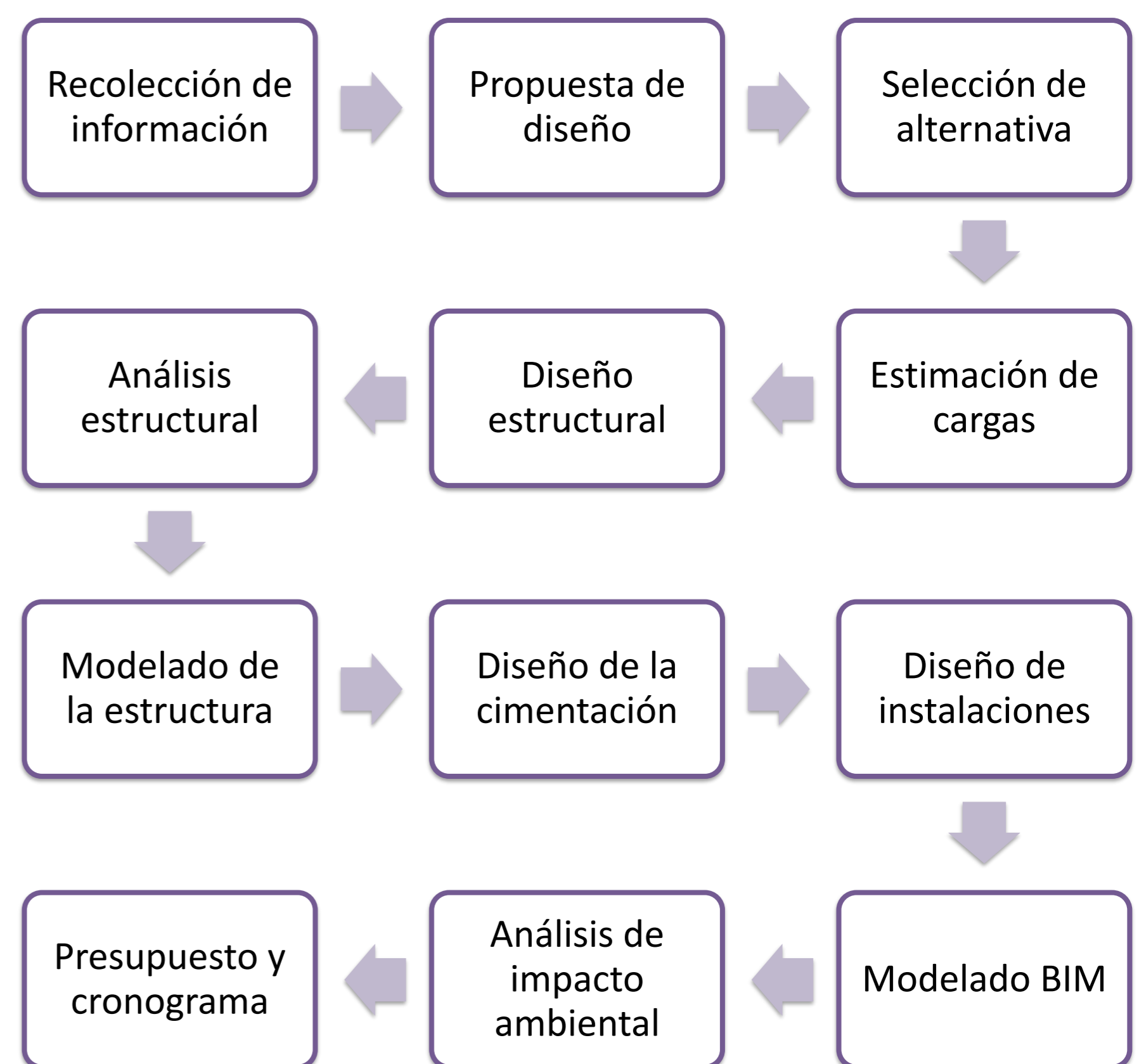


PROPUESTA

Para el proyecto, se propuso una estructura metálica junto con tres alternativas para la mampostería: a) mampostería simple, b) hormi2, c) mampostería enchapada con malla electrosoldada. Estas alternativas se evaluaron mediante un análisis técnico, económico y de impacto ambiental, con el objetivo de reducir el riesgo de deformaciones y fisuras, así como de minimizar las dimensiones de columnas y vigas para optimizar el espacio en las habitaciones.

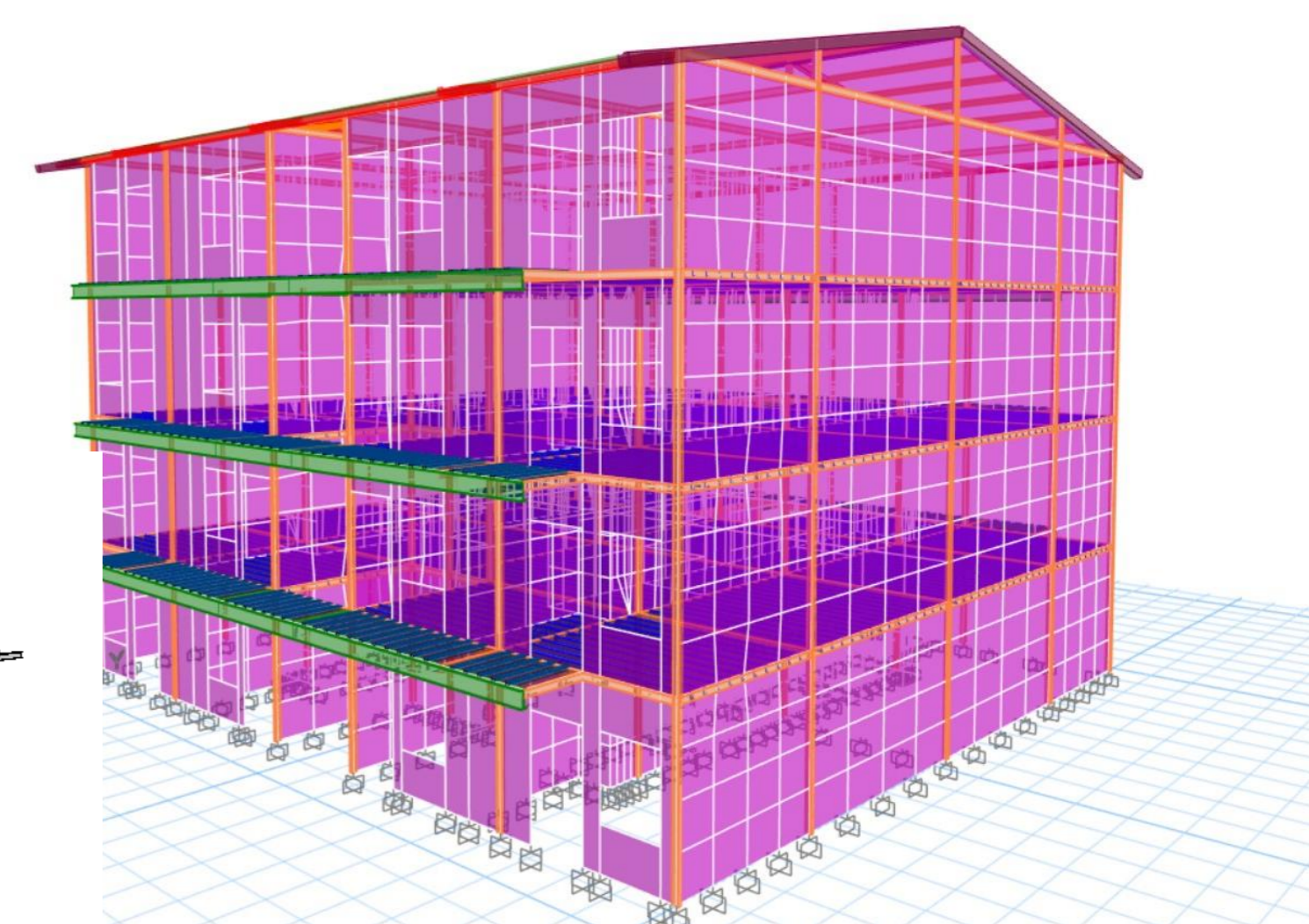
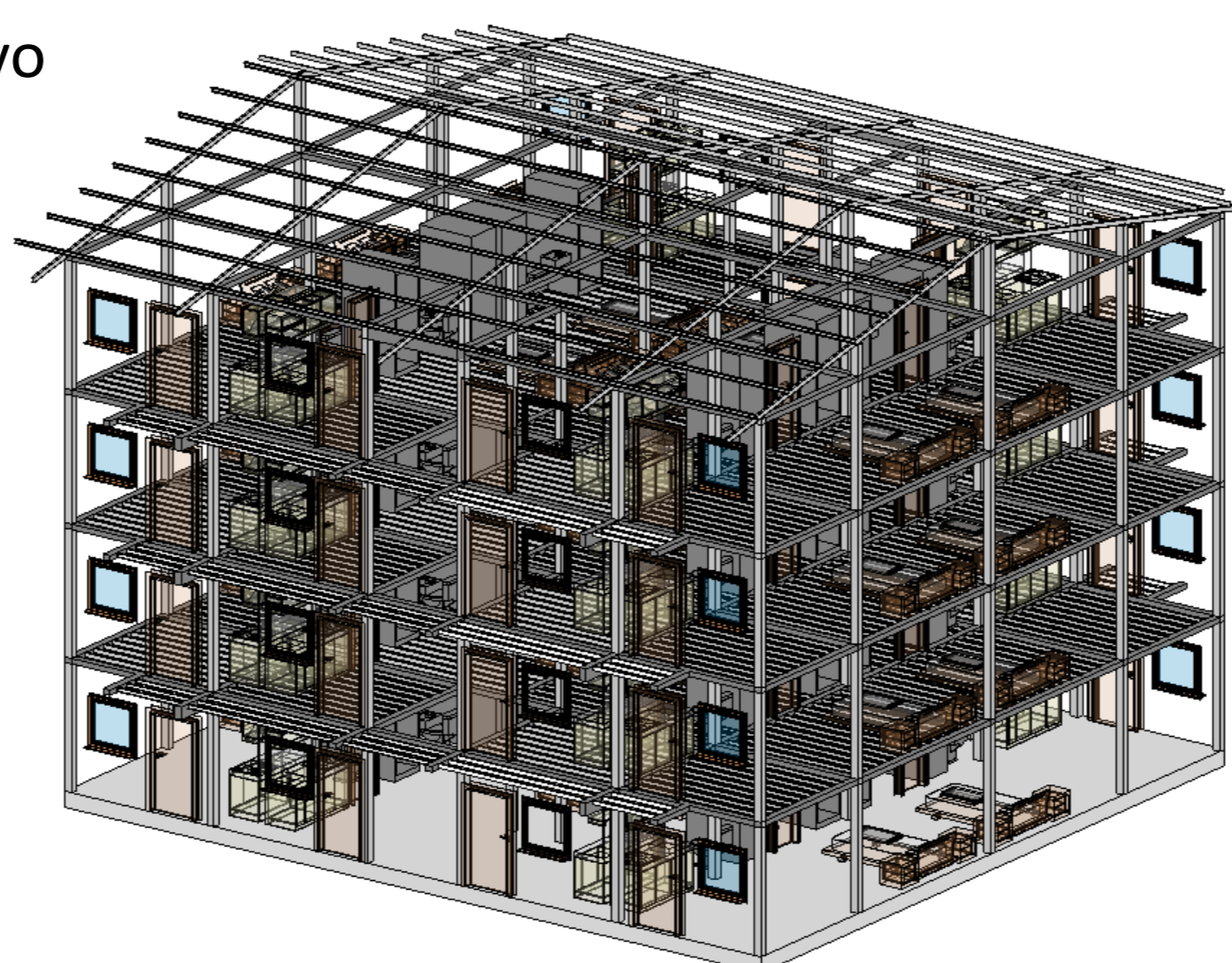


METODOLOGÍA



RESULTADOS

- El presupuesto final del edificio residencial es de \$ 363.121,29, dando así un estimado de \$383 por metro cuadrado de construcción.
- El diseño estructural del edificio y las instalaciones hidrosanitarias y eléctricas.
- Los precios unitarios y su respectivo cronograma de obra.



CONCLUSIONES

- El uso de BIM en el proyecto nos permitió una mayor facilidad para realizar el presupuesto y el diseño del edificio
- La implementación de muros estructurales y vigas de gran alcance nos permitió minimizar la presencia de columnas y vigas en el edificio optimizando así el uso del espacio interior.
- La utilización de software de análisis estructural ha asegurado que todos los componentes del edificio cumplan sus funciones garantizando la seguridad y fiabilidad de la estructura.