

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO EDUCATIVO DE  
NIVEL PRIMARIA DE LA I.E. N° 51076 SANTA ANITA,  
IMPLEMENTANDO LA METODOLOGIA BIM EN EL DISTRITO DE  
SANTA ANA - PROVINCIA DE LA CONVENCION - DEPARTAMENTO  
DE CUSCO**

**PRESENTADO POR:**

Br. SUENER ARTEAGA ALVAREZ

**PARA OPTAR AL TITULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO CIVIL**

**ASESOR:**

ING. JOSE FELIPE AZPILCUETA CARBONELL

**CUSCO - PERÚ**

**2025**

# INFORME DE ORIGINALIDAD

(Aprobado por Resolución Nro. CU-303-2020-UNSAAC)

El que suscribe, **Asesor** del trabajo de investigación/tesis titulada: "Mejoramiento y ampliación del servicio educativo de nivel primaria de la I.E. N° 51076 Santa Anita, implementando la metodología BIR en el distrito de Santa Ana - provincia de La Convención - departamento de Cusco"

Presentado por: Br. Suener Arteaga Alvarez DNI N° 71558645

presentado por: ..... DNI N°: .....

Para optar el título profesional/grado académico de título profesional de Ingeniero Civil

Informo que el trabajo de investigación ha sido sometido a revisión por 02 veces, mediante el Software Antiplagio, conforme al Art. 6° del **Reglamento para Uso de Sistema Antiplagio de la UNSAAC** y de la evaluación de originalidad se tiene un porcentaje de 03 %.

Evaluación y acciones del reporte de coincidencia para trabajos de investigación conducentes a grado académico o título profesional, tesis

Porcentaje	Evaluación y Acciones	Marque con una (X)
Del 1 al 10%	No se considera plagio.	X
Del 11 al 30 %	Devolver al usuario para las correcciones.	
Mayor a 31%	El responsable de la revisión del documento emite un informe al inmediato jerárquico, quien a su vez eleva el informe a la autoridad académica para que tome las acciones correspondientes. Sin perjuicio de las sanciones administrativas que correspondan de acuerdo a Ley.	

Por tanto, en mi condición de asesor, firmo el presente informe en señal de conformidad y **adjunto** las primeras páginas del reporte del Sistema Antiplagio.

Cusco, 17 de Junio de 2025

  
Firma

Post firma Ing. Jose Felipe Azpilcueta Carboneil

Nro. de DNI 23881345

ORCID del Asesor 0000 - 0003 - 3954 - 4737

Se adjunta:

1. Reporte generado por el Sistema Antiplagio.
2. Enlace del Reporte Generado por el Sistema Antiplagio: **oid:** 27259 : 467875673

# SUENER ARTEAGA ALVAREZ

## MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO EDUCATIVO DEL NIVEL PRIMARIO DE LA IE 51076 SANTA ANITA LA CO

 Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::27259:467875673

Fecha de entrega

17 jun 2025, 6:50 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

17 jun 2025, 6:58 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

TESIS ARTEAGA ALVAREZ, Suener.pdf

Tamaño de archivo

87.7 MB

223 Páginas

17.641 Palabras

187.268 Caracteres

# 3% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

## Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 10 palabras)

## Fuentes principales

- 3%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 2%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

## Marcas de integridad

### N.º de alertas de integridad para revisión

-  **Caracteres reemplazados**  
209 caracteres sospechosos en N.º de páginas  
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.
-  **Texto oculto**  
2962 caracteres sospechosos en N.º de páginas  
El texto es alterado para mezclarse con el fondo blanco del documento.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

## DEDICATORIA

*Dedico este trabajo con profundo agradecimiento a mis padres, por su amor incondicional, por ser ejemplo de esfuerzo y constancia, y por brindarme siempre su apoyo en cada etapa de mi formación. A mis hermanos, por su compañía, aliento y confianza depositada en mí. Y, de manera muy especial, a mi novia, por su comprensión, paciencia y respaldo constante durante todo este proceso.*

*A todos ustedes, gracias por ser parte esencial de este camino. Este logro es también suyo.*

## AGRADECIMIENTO

*Expreso mi más profundo agradecimiento a mis docentes, quienes han sido guías fundamentales en mi proceso de formación profesional. Su dedicación, conocimiento y vocación docente han dejado una huella imborrable en mi desarrollo académico.*

*Gracias por compartir no solo sus enseñanzas técnicas, sino también por fomentar en mí el pensamiento crítico, la ética profesional y el compromiso con la excelencia. Cada clase, observación y consejo recibido ha contribuido de manera significativa a la construcción de este proyecto.*

*Este trabajo es también resultado del acompañamiento y la orientación brindada a lo largo de mi etapa universitaria. A ustedes, mi más sincera gratitud y reconocimiento.*

## RESUMEN

El presente proyecto, titulado “**Mejoramiento y Ampliación del Servicio Educativo del Nivel Primaria de la I.E. N.º 51076 Santa Anita, implementando la metodología BIM en el distrito de Santa Ana – Provincia de La Convención – Departamento de Cusco**”, tiene como objetivo principal el desarrollo de una infraestructura educativa eficiente, moderna y adecuada a los requerimientos pedagógicos y administrativos del centro educativo.

La propuesta considera la incorporación de herramientas digitales basadas en modelos de información para la construcción (BIM, por sus siglas en inglés), que permiten integrar las disciplinas arquitectónica, estructural, sanitaria y eléctrica dentro de un entorno colaborativo. Este enfoque facilita el trabajo entre disciplinas técnicas, permitiendo una adecuada gestión del proyecto, así como el aprovechamiento óptimo de los recursos disponibles, reduciendo tiempos, costos y errores durante la ejecución. Asimismo, se destaca el valor de una planificación digital precisa y coordinada, que contribuye al éxito del proceso constructivo.

Este proyecto se alinea con las nuevas exigencias del sector construcción en el Perú, considerando que el uso de BIM será obligatorio para los proyectos públicos a partir del año 2030. De esta manera, se busca no solo cumplir con las normativas vigentes, sino también contribuir a la modernización y tecnificación de la infraestructura educativa en zonas prioritarias como Santa Ana.

**Palabras clave:** Metodología BIM, Revit, Infraestructura educativa, Modelado 3D, Automatización de procesos, Coordinación interdisciplinaria.

## ABSTRACT

The present project entitled "**Improvement and Expansion of the Primary Level Educational Service of I.E. No. 51076 Santa Anita, implementing the BIM methodology in the district of Santa Ana – Province of La Convención – Department of Cusco,**" aims to develop a modern, functional, and high-quality educational infrastructure that adequately meets the pedagogical and administrative needs of the institution. The proposal is based on the use of BIM (Building Information Modeling) methodology, allowing for an integrated management of architectural, structural, sanitary, and electrical design.

Its implementation promotes collaborative work among the various specialties, optimizing resources in terms of time, cost, and quality. During the study and design phase, the importance of an interdisciplinary approach and the generation of intelligent digital models is evident, strengthening the planning and coordination of the project.

This project not only meets the current demands of the construction sector in Peru, where the use of BIM will be mandatory for public projects starting in 2030, but also represents a step forward in the modernization and technical development of educational infrastructure in strategic areas such as Santa Ana.

**Keywords:** BIM methodology, Revit, Educational infrastructure, 3D modeling, Process automation, Interdisciplinary coordination.

## INDICE

INDICE.....	6
CAPITULO I.....	14
1. ASPECTOS GENERALES.....	14
1.1. INTRODUCCION.....	14
1.2. DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL.....	15
1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
1.4. OBJETIVOS.....	18
1.4.1 Objetivos Generales:.....	18
1.4.2 Objetivos Específicos:.....	18
1.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIAS.....	19
1.5.1 Justificación.....	19
1.5.2 Importancias.....	19
1.6. LIMITACIONES Y VIABILIDAD DEL PROYECTO.....	19
1.7. METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE PROYECTO.....	20
CAPITULO II.....	21
2. DESCRIPCION DE LA INFRAESTRUCTURA.....	21
2.1. TOPOGRAFIA DEL PROYECTO.....	21
2.1.1 Recopilación de Información.....	21
2.1.2. Trabajo de campo.....	22
Tabla 3. Cuadro de Ubicación de Puntos BM.....	22
2.1.3. Condiciones topográficas del área del proyecto.....	24
2.2. DESCRIPCION ARQUITECTONICA DEL PROYECTO.....	29
2.2.1 Ubicación del Proyecto.....	29
2.2.2 Accesibilidad al área del Proyecto.....	30

2.2.3 Información del Terreno.....	30
2.2.4 Infraestructura Existente .....	31
AULAS.....	33
AMBIENTES ADMINISTRATIVOS .....	34
SERVICIOS HIGIÉNICOS.....	34
AMBIENTES COMPLEMENTARIOS.....	34
ÁREA DE RECREACIÓN .....	35
2.2.5 Propuesta Arquitectónica .....	35
2.2.6 Cuadro de Áreas .....	38
2.2.7 Detalle de acabados Arquitectónicos del Proyecto .....	38
2.3. DESCRIPCION ESTRUCTURAL DEL PROYECTO.....	39
2.3.1 Generalidades .....	39
2.3.2 Descripción del Proyecto. ....	39
2.3.3 Descripción de los Elementos Estructurales. ....	40
2.3.4 Método de Análisis y Diseño .....	41
2.3.5 Análisis Sísmico.....	43
2.3.6 Normas Utilizadas. ....	44
2.4. DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES SANITARIAS DEL PROYECTO. .	45
2.4.1 Generalidades .....	45
2.4.2 Solución Adoptada.....	45
2.4.3 Descripción de las Instalaciones Sanitarias del Proyecto.....	45
2.5. DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DEL PROYECTO. .	46
2.5.1 Generalidades .....	46
2.5.2 Criterios de Diseño.....	46
2.5.3 Suministro de Energía Eléctrica.....	48

2.5.4 Alcances .....	48
2.5.5 Componentes del Sistema de Instalaciones Eléctricas .....	49
CAPITULO III .....	50
3. ESTUDIOS GEOTECNICOS .....	50
3.1.  NORMATIVIDAD .....	51
3.2.  GEOLOGIA Y SISMICIDAD.....	51
3.2.1 Información Previa del Terreno a Investigar.....	51
3.2.2 Geología Local .....	51
3.3.  INVESTIGACIONES DE CAMPO .....	52
3.3.1 Calicatas. ....	52
3.3.2 Nivel Freático.....	52
3.4.  ENSAYOS DE LABORATORIO .....	52
3.4.1 Evaluación de la Capacidad Portante .....	52
3.5.  PERFILES ESTRATIGRAFICOS. ....	53
3.6.  ANALISIS DE LA CIMENTACION.....	54
3.6.1 Factores a considerar en el Diseño:.....	54
ANALISIS DE ASENTAMIENTOS EN LAS CIMENTACIONES .....	57
ANALISIS DE CARGA ADMISIBLE DEL TERRENO .....	57
ANALISIS DE CORTE PUNZONAMIENTO SOBRE LA CIMENTACION .....	58
CALCULO DE PARÁMETROS GEOTECNICOS.....	58
CAPITULO IV .....	59
4. DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PROYECTO .....	59
4.1.  GENERALIDADES .....	59
4.1.1 Normas Empleadas.....	60
4.1.2  Detalles técnicos de los materiales empleados .....	60

4.1.3	Condiciones Geotécnicas del terreno y Criterios para el diseño de Cimentación....	61
4.1.4	Configuración estructural.....	61
4.1.5	Dimensionamiento preliminar de los componentes estructurales.....	62
a)	Pre-dimensionamiento de viga.....	63
b)	Pre-dimensionamiento de columnas.....	64
c)	Pre dimensionamiento de losas.....	67
d)	Pre dimensionamiento de cimentación.....	68
4.2.	METRADO DE CARGAS EN LA ESTRUCTURA.....	70
4.2.1	Cargas Verticales.....	70
4.2.2	Cargas Horizontales.....	70
4.2.3	Combinación de Cargas.....	70
4.3.	ANÁLISIS ESTÁTICO Y MODAL ESPECTRAL.....	71
4.3.1	Análisis Estático.....	71
4.3.2	Parámetros Sísmicos.....	71
a)	Factor de zona (Z).....	71
b)	Factor de suelo (S).....	71
c)	Factor de amplificación sísmica (C).....	72
d)	Factor de uso (U).....	74
e)	Factor de reducción de fuerzas sísmicas (R).....	74
4.3.3	Análisis Dinámico Modal Espectral.....	76
4.3.4	Datos ingresados al software ETABS.....	77
a)	Datos para el análisis estático.....	77
b)	Datos para el análisis dinámico.....	79
4.3.5	Análisis sismo resistente de la estructura.....	80
a)	Verificación de la cortante basal mínima.....	80

b)	Verificación del sistema estructural.....	82
c)	Verificación de los límites de la distorsión.....	83
d)	Verificación de la Participación de Masa .....	86
4.3.6	Irregularidad Estructural por Altura.....	87
4.3.7	Irregularidad estructural por planta.....	94
a)	Irregularidad Torsional .....	95
b)	Irregularidad Torsional extrema .....	96
c)	Irregularidad de Esquinas entrantes .....	97
d)	Irregularidad de Discontinuidad del Diafragma .....	98
e)	Irregularidad de Sistemas no paralelos .....	99
4.4.	DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES .....	104
4.4.1	Diseño de Viga.....	104
a)	Diseño por Flexión.....	104
b)	Diseño por Corte .....	106
4.4.2	Diseño de Columnas.....	115
a)	Diseño por flexo-compresión.....	115
b)	Diseño por corte.....	117
4.4.3	Diseño de muro de Concreto Armado.....	129
4.4.4	Diseño de losa maciza en 2 Direccion .....	132
a)	Diseño por flexión .....	132
b)	Diseño por cortante:.....	133
c)	Refuerzo de acero de temperatura .....	134
4.4.4	DISEÑO DE ZAPATAS .....	143
4.4.5	DISEÑO DE VIGA DE CIMENTACION.....	154
a)	Diseño por flexión de la viga de cimentación.....	154

b) Diseño por corte de la viga de cimentación .....	156
CAPITULO V .....	162
5. INSTALACIONES SANITARIAS .....	162
5.1. DEFINICIONES .....	162
a) 5.1.1 Uso BIM en Instalaciones Sanitarias. ....	162
5.2. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES .....	162
5.3. DISEÑO DE LA RED DE AGUA FRIA. ....	163
b) 5.3.1 Calculo de la dotación de Agua Potable. ....	163
c) 5.3.2 Calculo de tanque cisterna y tanque elevado. ....	163
d) 5.3.3 Calculo de consumo diario. ....	164
5.4. DISEÑO DE LA RED DE DESAGUE .....	166
5.4.1 Unidades de Descarga .....	167
5.4.2 Unidades de Gasto según ambientes .....	167
5.4.3 Cálculo de ramales.....	168
5.4.4 Cálculo del diámetro de la red colectora. ....	168
e) 5.4.5 Cálculo de cajas de registro. ....	169
5.5. DISEÑO DE LA RED DE AGUAS PLUVIALES .....	169
CAPITULO VI .....	170
6. INSTALACIONES ELECTRICAS .....	170
6.1. DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES .....	170
6.2. CONSIDERACIONES DE DISEÑO .....	170
6.3. PARÁMETROS GENERALES DE CALCULO .....	170
6.4. CALCULO DE LA DEMANDA .....	171
6.5. CONSIDERACIONES DE DISEÑO EN INSTALACIONES ESPECIALES .....	172
6.5.1 Sistema de protección contra incendios. ....	172

6.5.2	Sistema de instalación de telecomunicaciones.....	173
6.5.3	Sistema de instalaciones de accesibilidad .....	174
6.5.4	Sistema de energía renovable y eficiencia energética .....	176
6.5.5	Sistema de seguridad y monitoreo.....	177
CAPITULO VII.....		178
7.	ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, METRADOS, ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS, PRESUPUESTO Y PROGRAMACION DE OBRA.....	178
7.1.	ESPECIFICACIONES TECNICAS POR ESPECIALIDAD.....	178
7.2.	METRADOS USANDO EL MODELO BIM 3D .....	178
7.3.	ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO.....	178
7.3.1	Análisis de Costos Unitarios.....	178
7.3.2	Determinación costo hora hombre.....	179
7.3.3	Análisis de gastos generales, Supervisión y Liquidación.....	179
7.3.4	Presupuesto.....	179
7.3.5	Relación de Insumos del Proyecto.....	179
7.3.6	Fórmula Polinómica .....	180
7.4.	PROGRAMACIÓN DE OBRA.....	180
7.4.1	Diagrama GANTT.....	180
7.4.2	Diagrama PERT-CPM.....	181
7.4.3	Cronograma de adquisición de insumos.....	181
7.4.4	Cronograma Valorizado de Obra Mensual.....	182
7.4.5	CURVA “S”.....	182
CAPITULO VIII .....		183
8.	IMPLEMENTACIÓN BIM.....	183
8.1.	GENERALIDADES .....	183

8.2.	INTEROPERABILIDAD.....	186
8.3.	ESTANDARIZACION BIM.....	188
8.4.	DESARROLLO DEL PROYECTO BIM.....	189
8.4.1	ARQUITECTURA CON REVIT.....	189
8.4.2	ESTRUCTURAS CON REVIT.....	190
8.4.3	INSTALACIONES SANITARIAS CON REVIT.....	193
8.4.4	INSTALACIONES ELÉCTRICAS CON REVIT.....	194
8.5.	ANALISIS DE INTERFERENCIAS CON NAVISWORKS.....	194
8.5.1	DETECCION DE INTERFERENCIAS (CLASH DETECTION).....	194
CAPITULO IX.....		199
9.	CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES.....	199
9.1	CONCLUSIONES.....	199
9.2	RECOMENDACIONES.....	200
BIBLIOGRAFIA.....		202

## **CAPITULO I**

### **1. ASPECTOS GENERALES**

#### **1.1. INTRODUCCION**

En el marco del desarrollo de infraestructura educativa, garantizar espacios adecuados para el aprendizaje y una gestión administrativa eficiente resulta esencial para asegurar el correcto funcionamiento de los centros educativos. La Institución Educativa N.º 51076 Santa Anita, situada en el distrito de Santa Ana, provincia de La Convención, región Cusco, enfrenta una serie de limitaciones tanto físicas como funcionales que afectan negativamente su desempeño académico, especialmente en lo relacionado con la gestión pedagógica y administrativa. En este contexto, la presente propuesta busca mejorar y ampliar el servicio educativo a nivel de primaria, mediante la implementación de una infraestructura moderna y funcional, desarrollada con criterios técnicos actualizados y utilizando herramientas digitales como la metodología BIM.

El uso del enfoque BIM en este proyecto permite una planificación integral al coordinar de forma conjunta las diversas disciplinas técnicas que intervienen en el diseño y construcción. Esta metodología facilita la integración entre arquitectura, estructuras e instalaciones, lo que contribuye a una mejor organización del tiempo, uso eficiente de recursos y mejora en la calidad de ejecución. Además, permite detectar interferencias antes de la etapa constructiva, reduciendo errores y retrabajos.

De igual forma, el uso de tecnologías BIM responde a los lineamientos actuales establecidos en el marco legal nacional, el cual estipula que a partir del año 2030 su aplicación será obligatoria en proyectos del sector público en el país.

En este sentido, el presente trabajo tiene como propósito ofrecer soluciones que respondan a las necesidades estructurales y de gestión de la I.E. Santa Anita, promoviendo la modernización y sostenibilidad de la infraestructura educativa, así como su adecuación a las exigencias contemporáneas del sistema educativo nacional.

## **1.2. DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL**

### **Infraestructura Educativa**

La I.E N.º 51076 Santa Anita evidencia serias limitaciones en su infraestructura física, lo que repercute negativamente en la prestación del servicio educativo a nivel primario.

En la actualidad, los espacios disponibles resultan insuficientes para cubrir la creciente población escolar, situación que incide directamente en las condiciones del proceso de aprendizaje y en el desarrollo integral del estudiantado.

Las principales problemáticas identificadas son:

- **Condiciones de las Aulas:** Las aulas existentes no responden a las necesidades actuales del alumnado. Se encuentran saturadas debido al incremento de la población estudiantil, y están equipadas con mobiliario anticuado, lo cual dificulta la implementación de metodologías activas, el trabajo colaborativo y el uso eficiente de tecnologías educativas.
- **Espacios Comunes Insuficientes:** La institución carece de ambientes destinados a actividades grupales, lúdicas y deportivas, lo que limita el aprendizaje integral y la promoción de habilidades socioemocionales en los estudiantes.
- **Accesibilidad Limitada:** La infraestructura no se ajusta plenamente a las normativas de accesibilidad universal, dificultando la inclusión y desplazamiento autónomo de estudiantes con discapacidad motora o física.
- **Áreas Administrativas Inadecuadas:** Las oficinas destinadas al personal administrativo presentan espacios reducidos y carencia de recursos adecuados, lo cual compromete la eficiencia en los procesos de gestión institucional.

Estas condiciones reflejan la necesidad urgente de intervenir la infraestructura educativa, a fin de garantizar entornos seguros, funcionales y adecuados para el desarrollo pedagógico, social y administrativo.

### **Recursos Tecnológicos y Pedagógicos**

Actualmente, la institución educativa cuenta con una disponibilidad restringida de recursos tecnológicos, lo que dificulta el desarrollo de procesos de enseñanza y aprendizaje acordes con las exigencias pedagógicas actuales. No se dispone de equipos modernos que permitan aplicar

metodologías digitales innovadoras, ni se ha desarrollado una estrategia de capacitación efectiva para el personal docente en el uso de dichas herramientas.

- Recursos Tecnológicos Disponibles: La escuela carece de una dotación suficiente de equipos informáticos para cubrir las necesidades del alumnado. Además, los dispositivos existentes se encuentran obsoletos o inoperativos, lo cual impide su integración efectiva en el proceso educativo.
- Formación Docente: El personal docente no cuenta con preparación especializada en metodologías activas de enseñanza ni en el manejo de tecnologías educativas, lo que restringe de manera considerable la aplicación de enfoques pedagógicos que incorporen herramientas tecnológicas en los procesos formativos.

### **Condiciones de los Servicios Básicos**

Actualmente, la institución cuenta con acceso a servicios fundamentales como el suministro de agua, energía eléctrica y sistemas de saneamiento; no obstante, estos resultan insuficientes y presentan fallas que interrumpen regularmente las labores académicas. La edificación actual no se encuentra adecuada para incorporar mejoras tecnológicas orientadas a la sostenibilidad, tales como la implementación de sistemas de energía renovable.

- Agua y Saneamiento: El suministro de agua potable presenta irregularidades, lo que dificulta mantener condiciones sanitarias apropiadas dentro de la institución. Asimismo, la red de drenaje presenta deficiencias que dificultan el funcionamiento óptimo de los servicios sanitarios.
- Energía Eléctrica: El sistema eléctrico de la institución es limitado y no responde a los requerimientos actuales de equipamiento tecnológico. Además, se registran interrupciones frecuentes que restringen el uso eficiente de herramientas pedagógicas digitales.

### **Contexto Social y Comunitario**

La comunidad educativa mantiene una participación activa en las actividades institucionales y manifiesta un firme compromiso con el fortalecimiento de la calidad del servicio educativo. No obstante, se identifican restricciones económicas que limitan la posibilidad de ejecutar mejoras significativas sin el respaldo de entidades externas.

- Participación Comunitaria: Si bien la comunidad local demuestra disposición para involucrarse en el proyecto de mejoramiento, se requiere un mayor respaldo en términos de recursos económicos y materiales, que permitan afrontar adecuadamente los costos asociados a la intervención en infraestructura.
- Condiciones Socioeconómicas: Una parte considerable del alumnado proviene de hogares con ingresos limitados, lo cual restringe su acceso a recursos tecnológicos y materiales didácticos complementarios que favorezcan su proceso de aprendizaje.

### **Uso de BIM y Oportunidades de Innovación**

En la actualidad, la Institución Educativa N.º 51076 Santa Anita no ha integrado la metodología BIM (Modelado de Información para la Construcción) en la gestión de su infraestructura. No obstante, se reconoce como una alternativa estratégica con potencial para optimizar sustancialmente las etapas de mejoramiento y ampliación del proyecto educativo.

La incorporación de esta metodología permite realizar una planificación detallada y coordinada, favoreciendo una gestión racional de los recursos asignados y minimizando los gastos operativos durante el desarrollo del proyecto. Además, la utilización de BIM representa un valor agregado en el mantenimiento posterior de las instalaciones, ya que proporciona documentación precisa y actualizada sobre la infraestructura y los sistemas instalados.

Este enfoque moderno no solo refuerza el compromiso con la sostenibilidad de la propuesta, sino que también plantea escenarios viables para replicar estas soluciones tecnológicas en otros centros educativos del entorno regional.

### **1.3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

La I.E N.º 51076 Santa Anita, situada en el distrito de Santa Ana, en la provincia de La Convención del departamento de Cusco, enfrenta limitaciones importantes en su infraestructura física. Estas deficiencias repercuten negativamente en la prestación del servicio educativo en el nivel de educación primaria. Las aulas actuales no cubren adecuadamente la demanda generada por el incremento de estudiantes, y los ambientes destinados a actividades pedagógicas, recreativas y administrativas son insuficientes para ofrecer un espacio educativo seguro, adecuado e inclusivo.

Además, el déficit en recursos físicos impide el desarrollo de estrategias de enseñanza acordes con los estándares educativos actuales, limitando la implementación de herramientas tecnológicas y metodologías innovadoras dentro del proceso formativo.

Ante este contexto, resulta prioritario intervenir en la infraestructura del centro educativo, mediante un proceso de mejora y ampliación orientado por criterios técnicos que garanticen eficiencia, sostenibilidad y calidad en cada fase del proyecto. En este sentido, la incorporación de la metodología BIM (Modelado de Información para la Construcción) representa una solución innovadora, que optimiza la planificación, el diseño, la ejecución y la futura operación de las edificaciones mediante representaciones digitales en tres dimensiones, las cuales concentran datos estructurales, energéticos, funcionales y de mantenimiento.

Este enfoque no solo contribuye a una mejor utilización de los recursos y a la disminución de fallos durante la construcción, sino que también asegura una ejecución articulada entre los diferentes participantes del proyecto, garantizando que la infraestructura generada esté alineada con los requerimientos educativos presentes y con las proyecciones de crecimiento de la comunidad escolar.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivos Generales:**

Mejorar y ampliar el servicio educativo del nivel primario de la I.E. N.º 51076 Santa Anita, incorporando el uso de la metodología BIM como herramienta para modernizar la infraestructura escolar, promoviendo así un entorno funcional, inclusivo y contemporáneo que impulse el desarrollo integral (tanto académico como personal) de los estudiantes del distrito de Santa Ana, en la provincia de La Convención, región Cusco.

### **1.4.2 Objetivos Específicos:**

- Diagnosticar las condiciones actuales de la infraestructura educativa de la I.E. N.º 51076 Santa Anita, identificando las principales limitaciones físicas, tecnológicas y pedagógicas que inciden negativamente en el adecuado desarrollo del proceso educativo.
- Elaborar un planteamiento de diseño arquitectónico y operativo orientado a cubrir los requerimientos educativos del nivel primario, incorporando lineamientos que garanticen inclusión, protección y eficiencia ambiental.

- Aplicar el enfoque BIM como herramienta de apoyo en la elaboración del diseño del proyecto arquitectónico.
- Fortalecer el entorno escolar mediante el diseño de ambientes apropiados para actividades formativas, recreativas y de gestión, fomentando un espacio inclusivo que contribuya al crecimiento académico y personal de los estudiantes.

## **1.5. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIAS**

### **1.5.1 Justificación**

La institución educativa N.º 51076 Santa Anita enfrenta limitaciones en su infraestructura que obstaculizan el adecuado desarrollo del proceso de enseñanza-aprendizaje, especialmente en el nivel primario. Las condiciones actuales no permiten atender de forma eficiente el incremento de la demanda ni proporcionan espacios apropiados para una educación de calidad. Ante esta problemática, la incorporación del enfoque BIM dentro del proyecto de mejoramiento y ampliación constituye una alternativa innovadora para optimizar la planificación y el diseño, promoviendo un uso eficiente de los recursos y logrando una infraestructura moderna, segura y funcional. Esta metodología, ampliamente reconocida en el ámbito de la construcción, facilitará superar las carencias existentes y atender los requerimientos pedagógicos de la población escolar, aportando significativamente al fortalecimiento del sistema educativo local.

### **1.5.2 Importancias**

La ejecución de la propuesta para mejorar y ampliar la infraestructura de la I.E. N.º 51076 Santa Anita representa un aporte relevante en distintos niveles. En primer lugar, beneficiará directamente a los estudiantes al brindarles ambientes apropiados, seguros e inclusivos que favorezcan su proceso de aprendizaje y formación integral. Igualmente, permitirá al personal docente desempeñarse en condiciones que faciliten la aplicación de enfoques pedagógicos innovadores. Por otro lado, la incorporación de la metodología BIM marca un hito técnico en la región, impulsando la actualización de los proyectos educativos y promoviendo la sostenibilidad a largo plazo de las edificaciones escolares. Finalmente, esta intervención contribuye al progreso social y educativo del distrito de Santa Ana, consolidando el compromiso con el fortalecimiento continuo del sistema educativo local.

## **1.6. LIMITACIONES Y VIABILIDAD DEL PROYECTO**

El proyecto de mejoramiento y ampliación de la I.E. N.º 51076 Santa Anita es viable desde distintos aspectos, ya que cuenta con un terreno legalmente saneado y el respaldo de la

comunidad educativa y autoridades locales, lo que asegura su ejecución. La metodología BIM permite una gestión eficiente de recursos, optimizando costos y tiempos, y existen profesionales capacitados para su implementación en la región. Sin embargo, el proyecto enfrenta ciertas limitaciones, entre ellas, la disponibilidad restringida de recursos económicos que puede condicionar la extensión de las obras. Además, la capacitación necesaria para el manejo de BIM implica un proceso de adaptación para el personal involucrado. Otros factores como las condiciones climáticas y el acceso al terreno pueden representar desafíos en la fase constructiva. También, la coordinación entre las entidades participantes puede generar demoras en los procedimientos administrativos, lo que podría afectar el cronograma previsto.

### 1.7. METODOLOGÍA DE DESARROLLO DE PROYECTO

El proyecto será desarrollado mediante un enfoque técnico organizado en etapas, con el objetivo de garantizar una planificación adecuada, una ejecución coherente y resultados sostenibles, empleando para ello el uso del sistema BIM.

- **Diagnóstico inicial:** Se recopila información técnica y social de la institución mediante visitas, entrevistas y revisión de documentos, para detectar las áreas prioritarias que requieren intervención.
- **Diseño preliminar:** Se plantea un diseño inicial que incluye la creación de nuevos espacios como aulas, laboratorios y zonas inclusivas. Se elaboran planos y especificaciones técnicas alineadas con la normativa educativa vigente.
- **Aplicación de la metodología BIM:** Se genera un modelo digital 3D del proyecto, integrando elementos arquitectónicos, estructurales y de instalaciones. Esta herramienta facilita la coordinación entre especialidades y mejora la planificación.
- **Simulación y evaluación:** A través del modelo BIM, se realizan simulaciones que permiten analizar el uso eficiente de recursos, la sostenibilidad del diseño y el aprovechamiento del espacio, ajustando el proyecto según los resultados.
- **Validación y planificación final:** El diseño definitivo se presenta a los actores involucrados para su aprobación. Posteriormente, se define el plan de ejecución, incluyendo cronograma, recursos y estrategias de control del proyecto.

## CAPITULO II

### 2. DESCRIPCION DE LA INFRAESTRUCTURA

#### 2.1. TOPOGRAFIA DEL PROYECTO

##### 2.1.1 Recopilación de Información

Con el propósito de llevar adelante el proyecto, se ha reunido información procedente de distintas fuentes relevantes, entre las que destacan:

**Tabla 1.** Fuentes relevantes para la recopilación de información.

FUENTE DE INFORMACION	TIPO DE INFORMACION	USO EN EL PROYECTO
Mapa geológico del cuadrángulo Cusco (26-q)	Información geológica a escala 1:100,000	Estudio del terreno y condiciones geológicas.
Boletines especializados sobre geología.	Detalles y análisis geológicos de la región.	Comprensión de procesos geodinámicos.
Imágenes satelitales actualizadas.	Visualización aérea y cambios en la zona.	Análisis territorial y ubicación precisa.
Levantamientos topográficos.	Datos topográficos y altimétricos.	Diseño y planificación del terreno.
Datos técnicos de búsquedas en internet.	Reportes sobre eventos geodinámicos, mapas, presupuestos, equipo y emergencias.	Apoyo en evaluación de riesgos y planificación técnica.

*Fuente:* Elaboración propia

*Ilustración 1.* levantamiento Topográfico realizado en la I.E Santa Anita



*Fuente:* Elaboración Propia.

### 2.1.2. Trabajo de campo

La fase inicial del trabajo de campo consistió en una inspección detallada del área de estudio, actividad que se llevó a cabo con el acompañamiento de la directora de la institución educativa. Durante esta fase, se verificaron las delimitaciones del terreno y las áreas colindantes, a fin de establecer los límites precisos del proyecto. Posteriormente, se procedió a la monumentación de puntos de control, ubicados estratégicamente en los vértices de las poligonales dentro de áreas fijas, lo cual permitió establecer una base confiable para las mediciones posteriores.

Las mediciones incluyeron ángulos horizontales y verticales, utilizando una estación total marca Topcon, la cual permitió también la medición electrónica de distancias. Se realizaron levantamientos detallados de puntos de relleno, correcciones topográficas, nivelación geométrica y evaluación de las estructuras existentes en el área.

A continuación, se presenta el personal y los equipos empleados durante esta etapa:

**Tabla 2.** Personal y equipo utilizado en el trabajo de campo

Recurso	Detalle
Personal	01 Topógrafo, 01 Auxiliar, 01 Bachiller responsable del estudio.
Instrumentos	01 Estación Total Topcon, 02 Prismas, 01 Laptop ASUS.

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 3.** Cuadro de Ubicación de Puntos BM

CUADRO DE UBICACION DE PUNTOS BM				
Nombre	Coordenadas			Geolocalización
	Este (X)	Norte (Y)	Altitud (m.s.n.m.)	
BM 01	749711.509	8576267.137	1113.031	<b>Datum:</b> WGS84 <b>Sistema de Proyección:</b> UTM <b>Zona:</b> 18S, <b>Cuadrícula:</b> L
BM 02	749697.452	8576308.406	1109.487	
BM 03	749702.412	8576294.073	1109.711	
BM 04	749738.470	8576316.665	1110.707	

Fuente:Elaboración Propia a partir del trabajo de campo.

*Ilustración 3. Levantamiento topográfico – Vista general del terreno.*



*Ilustración 2. Delimitación de Áreas Colindantes*



*Ilustración 4. Punto de control georreferenciado*



### 2.1.3. Condiciones topográficas del área del proyecto

Los sectores destinados al desarrollo del proyecto se ubican en una zona de topografía predominantemente llana, sin presencia de riachuelos o cuerpos de agua cercanos. No obstante, se observa vegetación característica de la ceja de selva, como arbustos y matorrales dispersos.

Asimismo, el terreno presenta una pendiente suave de aproximadamente 5 %, condición que resulta favorable para el diseño y distribución de áreas recreativas y de esparcimiento, permitiendo un aprovechamiento funcional del espacio disponible.

**Tabla 4.** *Datos Técnicos del Levantamiento Topográfico*

CUADRO DE DATOS TECNICOS					
VERTICE	LADO	DISTANCIA	ANGULO INTERNO	COORDENADAS ESTE (X)	COORDENADAS NORTE (Y)
A	A-B	47.99	90°9'41"	749696.682	8576269.505
B	B-C	50.40	89°49'31"	749742.473	8576283.878
C	C-D	47.98	90°26'58"	749727.232	8576331.923
D	D-E	50.63	89°33'49"	749681.382	8576317.773
TOTAL			AREA: 2424.31m2 (0.24243 ha)		
			PERIMETRO: 197.02 ml		

Fuente: Elaboración Propia.

Después del levantamiento de coordenadas y medidas de los vértices, se realizó el control topográfico diario utilizando una estación total marca Leica, especialmente diseñada para trabajos de replanteo. Del mismo modo, se utilizó un receptor GPS modelo Garmin 64sc, el cual hizo posible transferir los datos obtenidos en el campo hacia un colector de información. Para el procesamiento de dicha información, se utilizaron los softwares Autodesk Civil 3D y AutoCAD Civil 3D, facilitando la generación de planos topográficos a escalas apropiadas. En la etapa inicial del trabajo, se procedió a ubicar los bancos de nivel (BM-01), con el objetivo de enlazar la poligonal básica del levantamiento topográfico con la Red Geodésica Horizontal Nacional. Adicionalmente, se colocaron puntos de referencia altimétrica fuera del límite del sector evaluado. Dichos puntos funcionaron como referencias clave durante el proceso de levantamiento topográfico y fueron debidamente fijados en ubicaciones estables, con el objetivo de asegurar consistencia y exactitud en las mediciones realizadas.

**Tabla 5.** Puntos de levantamiento Topográfico en las instalaciones de la I.E Santa Anita

PUNTOS DE LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO UTM-WGS 84 (ZONA 18L)									
N° PUNTO	ESTE (X)	NORTE (Y)	ELEVACION (m.s.n.n)	DESCRIPCION	N° PUNTO	ESTE (X)	NORTE (Y)	ELEVACION (m.s.n.n)	DESCRIPCION
1	749697.00	8576262.00	1113.20	ESTACION	104	749724.07	8576295.06	1111.07	GRA
2	749679.60	8576317.18	1107.39	ESQ	105	749724.20	8576294.79	1111.23	GRA
3	749711.51	8576267.14	1113.03	BM1	106	749725.84	8576295.31	1111.24	GRA
4	749711.52	8576267.14	1113.03	BM2	107	749725.93	8576295.06	1111.42	GRA
5	749697.45	8576308.41	1109.49	BM3	108	749724.29	8576294.53	1111.42	GRA
6	749702.41	8576294.07	1109.71	BM4	109	749723.51	8576296.79	1110.22	TRI
7	749710.09	8576273.76	1113.04	ACOMETIDA	110	749711.42	8576292.87	1110.22	TRI
8	749707.43	8576277.19	1112.08	BLQ1	111	749711.62	8576292.27	1110.64	TRI
9	749740.96	8576284.95	1112.63	B2	112	749723.68	8576296.22	1110.64	TRI
10	749709.75	8576275.14	1112.64	B2	113	749723.87	8576295.68	1111.07	TRI
11	749712.13	8576275.14	1112.60	ALERO	114	749711.79	8576291.73	1111.06	TRI
12	749720.78	8576277.86	1112.60	ALERO	115	749712.07	8576291.27	1111.48	TRI
13	749729.49	8576280.62	1112.65	ALERO	116	749693.67	8576286.59	1110.63	TRI
14	749716.74	8576276.62	1112.59	ALERO	117	749705.80	8576290.50	1110.64	TRI
15	749737.63	8576295.48	1111.79	B1	118	749706.01	8576289.89	1111.08	TRI
16	749737.37	8576295.40	1111.77	CL	119	749706.04	8576289.90	1111.08	TRI
17	749738.36	8576296.82	1111.83	B3	120	749693.96	8576285.96	1111.07	TRI
18	749732.85	8576293.90	1111.88	B2	121	749694.07	8576285.45	1111.50	TRI
19	749732.87	8576293.48	1111.90	B2	122	749706.19	8576289.32	1111.52	TRI

20	749732.21	8576292.44	1111.83	R	123	749693.37	8576287.72	1109.93	GRA
21	749733.14	8576291.68	1112.11	CL	124	749691.52	8576287.15	1109.95	GRA
22	749733.28	8576291.76	1112.30	CL	125	749691.61	8576286.91	1110.12	GRA
23	749735.76	8576290.04	1112.35	CL	126	749693.47	8576287.43	1110.11	GRA
24	749734.43	8576289.54	1112.17	CL	127	749691.60	8576286.87	1110.11	GRA
25	749733.90	8576289.37	1112.17	CL	128	749691.69	8576286.56	1110.31	GRA
26	749729.84	8576288.07	1112.18	CL	129	749693.57	8576287.10	1110.29	GRA
27	749729.54	8576288.00	1112.17	CL	130	749693.63	8576286.89	1110.47	GRA
28	749725.45	8576286.71	1112.17	CL	131	749691.76	8576286.28	1110.49	GRA
29	749725.18	8576286.61	1112.17	CL	132	749692.13	8576285.13	1111.20	GRA
30	749720.87	8576285.24	1112.16	CL	133	749692.19	8576284.84	1111.37	GRA
31	749716.77	8576283.96	1112.20	CL	134	749694.07	8576285.45	1111.37	GRA
32	749716.52	8576283.86	1112.09	CL	135	749694.14	8576285.14	1111.52	GRA
33	749712.47	8576282.59	1112.18	CL	136	749692.53	8576284.14	1111.55	DADO
34	749712.21	8576282.48	1112.18	CL	137	749696.90	8576285.59	1111.54	DADO
35	749707.89	8576281.13	1112.22	CL	138	749696.61	8576285.53	1111.53	DADO
36	749707.18	8576283.22	1112.16	CLRO	139	749692.83	8576284.26	1111.54	DADO
37	749707.25	8576283.48	1112.14	CLRO	140	749700.65	8576286.76	1111.54	DADO
38	749707.45	8576283.44	1112.16	CLRO	141	749700.93	8576286.86	1111.54	DADO
39	749711.83	8576284.78	1112.14	CLRO	142	749704.69	8576288.07	1111.54	DADO
40	749715.85	8576285.94	1112.16	CLRO	143	749704.97	8576288.17	1111.54	DADO
41	749715.88	8576286.16	1112.15	CLRO	144	749708.72	8576289.39	1110.67	DADO
42	749716.07	8576286.20	1112.15	CLRO	145	749709.01	8576289.48	1110.67	DADO
43	749720.18	8576287.29	1112.15	CLRO	146	749712.77	8576290.69	1111.51	DADO

44	749720.20	8576287.50	1112.15	CLRO	147	749713.06	8576290.78	1111.51	DADO
45	749720.52	8576287.46	1112.15	CLRO	148	749716.82	8576291.99	1111.51	DADO
46	749721.46	8576290.28	1111.54	CLRO	149	749717.10	8576292.08	1111.51	DADO
47	749721.51	8576290.42	1111.54	CLRO	150	749720.87	8576293.30	1111.50	DADO
48	749721.79	8576290.38	1111.54	CLRO	151	749681.39	8576317.77	1109.60	DADO
49	749724.61	8576288.58	1112.15	CLRO	152	749693.96	8576307.76	1109.49	DADO
50	749724.54	8576288.85	1112.15	CLRO	153	749690.21	8576306.49	1109.48	DADO
51	749724.79	8576288.90	1112.15	CLRO	154	749685.93	8576305.15	1109.56	DADO
52	749717.40	8576289.11	1111.54	CLRO	155	749686.19	8576305.20	1109.53	DADO
53	749717.43	8576288.87	1111.54	CLRO	156	749689.94	8576306.41	1109.48	DADO
54	749717.69	8576289.11	1111.54	CLRO	157	749696.96	8576312.81	1109.57	CL
55	749702.89	8576286.84	1111.53	AV	158	749697.27	8576312.90	1109.57	CL
56	749703.57	8576283.46	1111.77	AV	159	749693.02	8576311.58	1109.57	CL
57	749705.24	8576282.76	1112.00	AV	160	749692.71	8576311.48	1109.57	CL
58	749713.81	8576285.53	1112.16	AV	161	749700.48	8576286.10	1111.56	DEPOSIT M
59	749712.44	8576289.80	1111.51	AV	162	749695.18	8576284.42	1111.58	MURO
60	749707.65	8576286.38	1111.74	R	163	749694.91	8576284.33	1111.59	MURO
61	749715.19	8576285.94	1112.16	AV	164	749697.78	8576285.23	1111.56	CL
62	749725.80	8576289.33	1112.15	AV	165	749697.51	8576285.15	1111.56	CL
63	749724.42	8576293.81	1111.48	AV	166	749697.86	8576284.96	1111.56	CL
64	749713.84	8576290.37	1111.41	AV	167	749700.91	8576275.12	1112.12	VERTICE
65	749719.37	8576290.81	1111.54	R	168	749677.82	8576316.55	1107.60	ARCO
66	749727.62	8576289.85	1112.15	AV	169	749726.62	8576316.44	1110.18	RAMPA

67	749733.06	8576291.52	1112.15	AV	170	749731.53	8576318.02	1110.58	RAMPA
68	749726.63	8576293.07	1112.36	AV	171	749725.73	8576313.34	1110.06	RAMPA
69	749729.36	8576293.87	1111.66	KIOSCO	172	749731.98	8576315.31	1110.52	RAMPA
70	749725.70	8576296.11	1110.73	KIOSCO	173	749689.73	8576307.29	1109.57	CL
71	749728.38	8576297.02	1110.03	KIOSCO	174	749689.15	8576309.13	1109.57	MX
72	749728.13	8576299.98	1109.91	AV	175	749690.85	8576310.91	1109.57	MX
73	749724.93	8576310.32	1109.84	AV	176	749701.27	8576314.14	1109.57	CL
74	749720.77	8576308.88	1109.62	AV	177	749701.58	8576314.24	1109.57	CL
75	749722.78	8576302.48	1109.65	AV	178	749704.06	8576315.01	1109.58	CL
76	749721.82	8576302.20	1109.70	AV	179	749704.36	8576315.10	1109.58	CL
77	749723.10	8576298.31	1109.75	AV	180	749706.87	8576315.89	1109.58	CL
78	749724.55	8576303.21	1109.70	R	181	749707.18	8576315.98	1109.58	CL
79	749729.71	8576298.76	1109.92	CL	182	749711.19	8576317.23	1109.57	CL
80	749728.55	8576302.49	1109.92	CL	183	749711.51	8576317.32	1109.57	CL
81	749728.47	8576302.73	1109.92	CL	184	749715.46	8576318.56	1109.57	CL
82	749727.35	8576306.44	1109.92	CL	185	749718.59	8576318.41	1109.60	CL
83	749727.26	8576306.68	1109.92	CL	186	749721.11	8576328.40	1109.60	MX
84	749726.00	8576310.63	1109.92	B3	187	749721.95	8576325.74	1109.60	MX
85	749732.33	8576312.59	1110.54	B3	188	749737.07	8576353.59	1109.56	ANTENA
86	749697.45	8576308.42	1109.48	REVIS	189	749723.49	8576296.78	1109.80	LOSA
87	749733.13	8576313.06	1110.62	PUERT A	190	749719.75	8576308.59	1109.60	REJILLA
88	749733.22	8576312.81	1110.63	PUERT A	191	749719.95	8576308.65	1109.60	REJILLA

89	749733.45	8576313.19	1110.56	PUERT A	192	749718.32	8576313.77	1109.52	REJILLA
90	749738.47	8576316.67	1110.71	BM5	193	749718.07	8576313.71	1109.52	REJILLA
91	749725.28	8576297.25	1110.00	GRA	194	749717.67	8576314.99	1109.49	LOSA
92	749723.53	8576296.80	1110.00	GRA	195	749687.52	8576305.80	1109.46	LOSA
93	749723.63	8576296.53	1110.18	GRA	196	749705.37	8576312.33	1109.46	RAMPA
94	749725.30	8576297.03	1110.17	GRA	197	749704.94	8576313.70	1109.55	RAMPA
95	749725.41	8576296.78	1110.35	GRA	198	749702.14	8576312.86	1109.56	RAMPA
96	749723.77	8576296.20	1110.36	GRA	199	749702.56	8576311.43	1109.45	RAMPA
97	749723.79	8576295.95	1110.53	GRA	200	749716.64	8576317.32	1109.55	VEREDA
98	749725.45	8576296.52	1110.52	GRA	201	749731.65	8576318.77	1110.70	ESQ
99	749725.54	8576296.34	1110.70	GRA	202	749742.29	8576319.91	1110.45	PISTA
100	749723.95	8576295.63	1110.71	GRA	203	749736.03	8576317.41	1110.50	PISTA
101	749724.02	8576295.38	1110.88	GRA	204	749729.32	8576294.05	1110.03	RELL
102	749725.68	8576295.91	1110.88	GRA	205	749738.29	8576297.01	1110.03	RELL
103	749725.75	8576295.63	1111.06	GRA	206	749726.60	8576293.20	1110.03	RELL

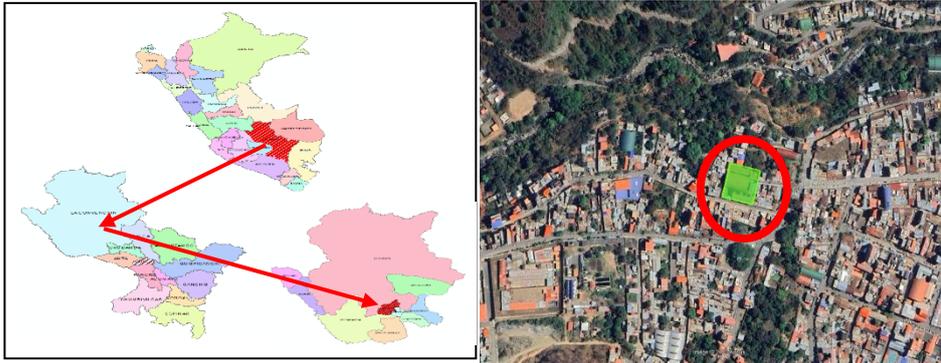
*Fuente:* Elaboración Propia a partir del levantamiento Topográfico.

## 2.2. DESCRIPCION ARQUITECTONICA DEL PROYECTO

### 2.2.1 Ubicación del Proyecto

El proyecto se encuentra situado dentro del área urbana central de la ciudad de Quillabamba, en la zona tradicional conocida como barrio Santa Ana, perteneciente al distrito homónimo, ubicado en la provincia de La Convención, en el departamento del Cusco. Esta región forma parte de la ceja de selva, caracterizada por su clima tropical y alta humedad. El área de intervención se localiza cerca del punto de confluencia de los ríos Chuyapi y Vilcanota, a una altitud cercana a los 1,043 metros sobre el nivel del mar.

*Ilustración 5. Ubicación geográfica del proyecto*



Fuente: Elaboración propia en base a Google Maps (2025)

### 2.2.2 Accesibilidad al área del Proyecto.

El acceso al área de intervención se realiza a través de una vía asfaltada y en condiciones adecuadas, apta para la circulación de unidades motorizadas con carga, lo cual contribuye al transporte eficiente de insumos, herramientas y personal técnico. Esta ruta se encuentra directamente vinculada a las áreas de abastecimiento, favoreciendo una operatividad logística continua y eficaz.

**Tabla 6.** Distancias, tiempos y medios de transporte al área del proyecto.

PARTIDA	FIN	DISTANCIA	TIEMPO	TIPO DE VIA	MEDIO DE TRANSPORTE
Cusco	Quillabamba	210 km	6:00 horas	vía asfaltado	Tráiler de 6 ejes, Bus/Automóvil
Quillabamba	I.E 51076	1.0 km	10 min	vía asfaltado	Camiones de Carga, Bus/Automóvil

Fuente: Elaboración propia.

### 2.2.3 Información del Terreno

El terreno donde se emplaza la institución educativa cuenta con saneamiento físico-legal, estando debidamente inscrito en los Registros Públicos, en la ficha 0, asiento 01, y con inscripción en el MARGESI (Tomo 2, folio 179, asiento 282). La superficie total del terreno

asciende a 2,346 metros cuadrados, delimitada por un contorno perimétrico de aproximadamente 194 metros.

Este terreno fue transferido por la Municipalidad Provincial de La Convención y corresponde a una fracción del Lote N.º 13 del ex Fundo Santa Ana, Sector Motte Motte, que actualmente ha sido identificado como el Lote N.º 14 de la Manzana “K”.

En cuanto a las condiciones físicas, el predio presenta una topografía suave, con una pendiente aproximada del 5 %, lo que facilita un uso eficiente del espacio para destinarlo a zonas de recreación y descanso. Además, se ha verificado que el área no presenta riesgos físicos o naturales que puedan afectar la seguridad de la infraestructura proyectada.

**Tabla 7.** *Vías de acceso al centro educativo.*

<b>SENTIDO DE INGRESO</b>	<b>VÍA DE ACCESO</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
<b>Norte</b>	Pasaje Glorieta	Acceso principal
<b>Este</b>	Pasaje S/N	Vía secundaria
<b>Suroeste</b>	Pasaje S/N	Vía secundaria

*Fuente:* Elaboración propia.

#### **2.2.4 Infraestructura Existente**

La institución educativa dispone de tres bloques construidos en diferentes periodos. Dos de estos bloques presentan una antigüedad aproximada de 20 años, evidenciando un desgaste progresivo en sus componentes estructurales y funcionales. El tercer bloque, de implementación más reciente, fue edificado en el año 2011 y presenta condiciones físicas más favorables. Estas edificaciones han sido utilizadas de manera continua para actividades educativas, administrativas y complementarias, adecuándose funcionalmente al crecimiento de la población estudiantil.

**Tabla 8.** Descripción de las características técnicas y funcionales de los tres bloques existentes en la I.E

<b>CRITERIO</b>	<b>BLOQUE 1</b>	<b>BLOQUE 2</b>	<b>BLOQUE 3</b>
<b>Antigüedad</b>	Más de 20 años	Aproximadamente desde el año 2011	Aproximadamente 20 años
<b>Numero de Niveles</b>	1 Nivel	2 Niveles	2 Niveles
<b>Distribución de ambientes</b>	1 aula, 1 tópic, 1 depósito deportivo, 1 guardianía	7 aulas, 4 servicios higiénicos diferenciados, 1 depósito, 1 escalera semicircular sin descanso	1 aula, 1 cocina, 1 almacén de alimentos, 2 SS.HH. (inoperativos), 1 biblioteca, 1 dirección, 1 sala de profesores, 1 tutoría (almacén)
<b>Sistema Estructural</b>	Aporticado con muros de albañilería	Aporticado con muros de albañilería (aparejo soga y cabeza)	Aporticado con muros de albañilería (aparejo de cabeza)
<b>Estado funcional</b>	Ambientes sin criterio lógico; compartición de funciones; filtraciones por pendiente inadecuada	Funcionalmente mejor organizado; falta de acceso universal (sin rampa); escaleras sin descanso	Ambientes convertidos en almacenes; servicios higiénicos en mal estado; condiciones insalubres
<b>Cubierta</b>	Calamina sobre cerchas de madera	Calamina sobre estructura de madera	No especificado (se asume similar a bloques anteriores)
<b>Accesibilidad</b>	Inmediata desde el ingreso principal	Escaleras semicirculares sin rampa para personas con movilidad reducida	Escalera independiente; sin accesibilidad inclusiva
<b>Ilustración</b>			

Fuente: Elaboración propia

## AULAS

Las aulas más recientes se encuentran ubicadas en el segundo bloque, y presentan un adecuado funcionamiento en términos estructurales y operativos. Cada aula posee un área aproximada de 52 m<sup>2</sup> y ha sido diseñada para albergar a un máximo de 25 estudiantes. Sin embargo, esta capacidad resulta insuficiente frente a la actual demanda estudiantil de la institución.

El bloque de aulas corresponde a una construcción de dos pisos que utiliza un sistema estructural basado en concreto reforzado. Cada nivel dispone de tres aulas, sumando un total de seis espacios educativos, organizados para atender una sección por grado desde primero hasta sexto. Actualmente, la institución educativa opera con dos secciones por grado, lo que ha llevado a emplear áreas no diseñadas para fines académicos, con el objetivo de compensar la falta de ambientes adecuados.

Asimismo, este bloque presenta un sistema de evacuación de aguas pluviales compuesto por canales de concreto armado que descargan mediante tuberías montantes de policloruro de vinilo (PVC). No obstante, se han identificado deficiencias significativas en dicho sistema, como filtraciones que han generado el deterioro progresivo de la losa del techo y de las baldosas del cielorraso del segundo nivel, afectando las condiciones de habitabilidad y seguridad del bloque.

*Ilustración 6. Condiciones actuales de las aulas del Bloque 2 – I.E. N.º 51076 Santa Anita*



Fuente: Elaboración propia a partir de observación directa en campo 2025.

### AMBIENTES ADMINISTRATIVOS

La institución cuenta con ambientes administrativos ubicados en el Bloque 1, específicamente la Dirección y la Sala de Profesores. Este bloque es de concreto armado de dos niveles y alberga siete ambientes en total, incluyendo además una biblioteca, cocina, almacén, aula de 1.º “A” y servicios higiénicos para docentes.

Se identifican deficiencias como la ausencia de tubos de ventilación en los servicios higiénicos y presencia de humedad en los muros perimetrales, causada por su ubicación a desnivel respecto al pasaje Glorieta, lo que genera deterioro estructural.

### SERVICIOS HIGIÉNICOS

La institución educativa dispone de servicios higiénicos en los bloques 2 y 3. Sin embargo, solo los del Bloque 2 se encuentran operativos, aunque presentan un estado de conservación regular. Por otro lado, los servicios higiénicos del Bloque 3 están inoperativos y muestran un notable deterioro, considerándose fuera de servicio.

### AMBIENTES COMPLEMENTARIOS

La institución educativa cuenta con un ambiente de tópicos, el cual comparte espacio con el depósito de material deportivo, lo que afecta su funcionalidad. Asimismo, dispone de un ambiente de guardianía ubicado en una zona alejada del ingreso principal, lo que limita su eficacia como punto de control.

*Ilustración 7. Ambiente complementario compartido entre tópicos y depósito de materiales*



*Fuente:* Elaboración propia a partir de observación directa en campo 2025.

## ÁREA DE RECREACIÓN

La institución educativa dispone de una losa deportiva de concreto destinada al desarrollo de actividades recreativas y deportivas. Esta área está equipada con implementos adecuados para diversas disciplinas, tales como arcos metálicos para fútbol, tableros para baloncesto y una red (net) de vóley. La infraestructura se encuentra en condiciones funcionales y contribuye significativamente al fomento de la actividad física y la socialización entre los estudiantes.

*Ilustración 8. Condiciones actuales del área de Recreación*



*Fuente:* Elaboración propia a partir de observación directa en campo 2025.

### **2.2.5 Propuesta Arquitectónica**

La I.E Santa Anita, está ubicada en un terreno que presenta una inclinación media del 5 %, con una variación de nivel cercana a los 2.20 metros entre el pasaje Anita y el pasaje Glorieta. La parcela tiene una configuración cuadrada y limita con tres vías ubicadas al este, oeste y sur. El área urbana circundante está compuesta por construcciones que varían entre uno y cuatro pisos, realizadas en su mayoría con materiales como adobe y concreto armado.

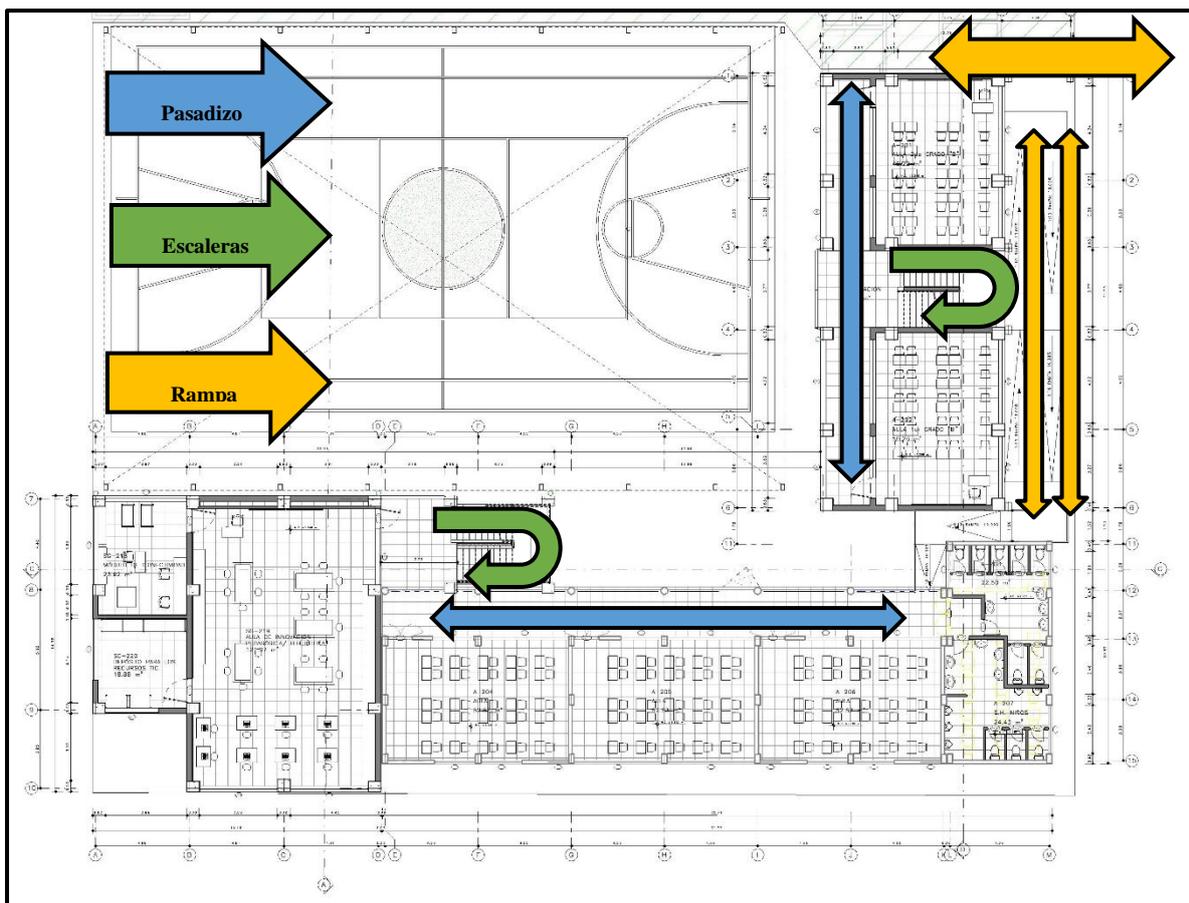
La propuesta arquitectónica responde a criterios normativos y funcionales. Se ha establecido el acceso principal por el pasaje Anita, dado su bajo flujo vehicular y su uso casi exclusivo por parte de la comunidad educativa. Desde este punto se estructura una circulación eficiente hacia las áreas administrativas, de atención al público y los espacios de servicio para los estudiantes, garantizando un ingreso seguro y directo hacia las aulas. La organización de las aulas está diseñada en estructuras de hasta cuatro niveles, siguiendo la normativa vigente.

Los niveles inferiores se asignan a los grados menores, mientras que los superiores se destinan a grados mayores, promoviendo una circulación vertical segura y adecuada para los estudiantes según su edad.

El diseño arquitectónico busca maximizar la eficiencia en la construcción y fomentar la sostenibilidad. Se incorpora la ventilación cruzada como sistema pasivo para mantener un ambiente térmico agradable y garantizar una adecuada renovación del aire. Además, se planea utilizar materiales disponibles en la región que sean duraderos y capaces de soportar las condiciones propias del clima local.

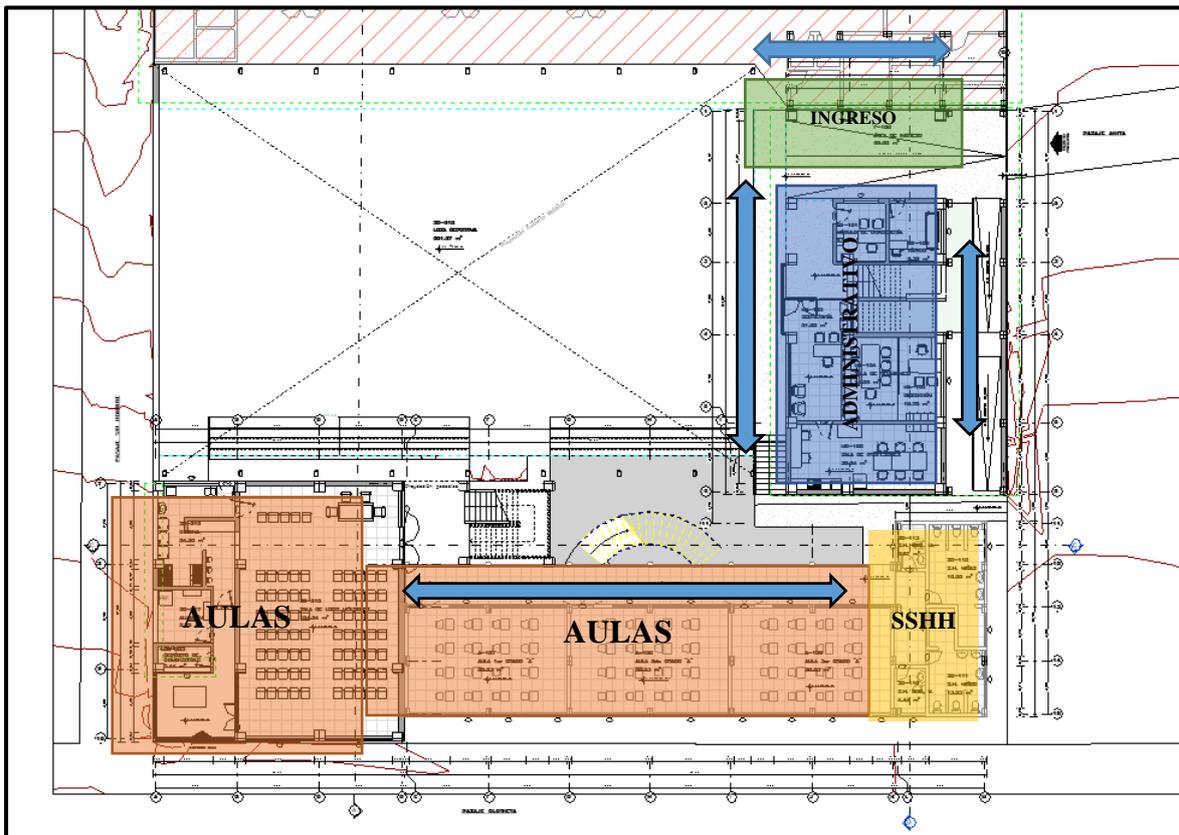
Finalmente, la distribución en bloques regulares facilita tanto la ejecución del proyecto como su mantenimiento futuro, asegurando una solución arquitectónica práctica, efectiva y que pueda ajustarse a los requerimientos de quienes forman parte de la comunidad educativa.

*Ilustración 9. Accesos en las instalaciones del centro educativo*



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 10. Accesos en las Instalaciones del Centro Educativo



Fuente: Elaboración propia

El proyecto comprende bloques de edificación de 2, 3 y 4 niveles, lo que permite una circulación tanto horizontal como vertical que facilita el acceso a los diferentes ambientes de la institución. La circulación horizontal se desarrolla mediante veredas que interconectan los tres bloques arquitectónicos, las cuales están terminadas con concreto en veredas y sardineles, garantizando durabilidad y resistencia. Para la circulación vertical, se proyecta la implementación de dos escaleras ubicadas en el bloque 1 y entre los bloques 2 y 3, las cuales articulan los distintos niveles del edificio. Se propone la demolición de la escalera semicircular existente, ya que esta no se ajusta a los criterios establecidos por la normativa vigente. Adicionalmente, se contempla la instalación de una rampa que conecta el ingreso principal con el segundo nivel del bloque optimizado, asegurando así la accesibilidad universal a los principales espacios de la institución.

## 2.2.6 Cuadro de Áreas

Tabla 9. Cuadro de Áreas

TIPO	CANT	DESCRIPCION	OCUPANTES	I.O.	AREAS NORMATIVAS			AREAS DEL PROYECTO			
					AREA	PARCIAL	SUBTOTAL	CANT	PARCIAL	SUBTOTAL	
AMBIENTE A	12	AULA	25.00	2.00	50.00	600.00	600.00	6.00	49.24	295.44	
	1	BIBLIOTECA ESCOLAR	25.00	2.50	62.50	78.13		1.00	124.87		
	1	DEPOSITO B.E.	1.00	0.25	15.63			1.00	11.93		
AMBIENTE B	1	AULA DE INNOVACION PEDAGOGICA	25.00	3.00	75.00	86.25	190.18			162.92	
	1	DEPOSITO I.P.	1.00	0.15	11.25						
	1	MODULO DE CONECTIVIDAD	1.00	25.80	25.80				26.12		
AMBIENTE C	1	TALLER CREATIVO	25.00	3.00	75.00	86.25	86.25	1.00	87.24	107.26	
	1	ALMACENAMIENTO + EXHIBICION	1.00	0.15	11.25			1.00	20.02		
AMBIENTE D	1	SALA DE USO MULTIPLE	268.00	1.00	268.00	268.00	268.00	1.00	124.24	124.24	
	1	LOSA MULTIUSO	1.00	1.00	651.67	651.67					
AMBIENTE E	1	DEPOSITO PARA IMPLEMENTOS DEPORTIVOS	1.00	30.00	30.00	30.00		681.67			
AMBIENTE F	1	AREA DE INGRESO	1.00	0.10	268.00	26.80	50.00	1.00	60.28	143.07	
	1	ESPACIOS EXTERIORES	1.00					1.00	82.79		
	1	AREA DE ESPERA	3.00	5.00	15.00	15.00		1.00	21.58		
	1	ESPACIO PARA EL PERSONAL DE GESTION ADMINISTRATIVA	4.00	3.50	14.00	14.00		1.00	10.75	46.39	
MODULO ADMINISTRATIVO	1	SALA DE REUNIONES	12.00	1.50	18.00	18.00	57.00	1.00	14.06		
	1	ARCHIVO	1.00	6.00	6.00	6.00					
	1	DEPOSITO DE MATERIALES DE OFICINA	1.00	4.00	4.00	4.00					
MODULO DOCENTE	1	SALA DE DOCENTES	1.00	30.00	30.00	30.00	30.00	1.00	30.24	30.24	
AMBIENTES PARA EL BIENESTAR	1	MODULO DE ACOMPAÑAMIENTO Y CONSEJERIA	1.00	9.50	9.50	9.50		1.00	8.88	18.26	
	1	TOPICO	1.00	7.50	7.50	7.50		1.00	9.38		
	1	ALMACEN GENERAL	1.00	1.50	1.50	1.50					
	1	MAESTRANZA	1.00	10.00	10.00	10.00					
	1	VIGILANCIA O CASETA DE CONTROL	1.00	8.00	8.00	8.00					
	1	CUARTO DE MAQUINAS Y CISTERNA	1.00	4.00	4.00	4.00	48.00				
	1	AMBIENTE PARA RESIDUOS SOLIDOS	1.00	4.00	4.00	4.00					
	2	CUARTO DE LIMPIEZA	1.00	4.00	8.00	8.00					
	1	CUARTO ELECTRICO	1.00	4.00	4.00	4.00					
AMBIENTES PARA SERVICIOS	1	ESTUDIANTES VARONES	9.00	3.00	27.00	27.00		1.00	24.43		
	1	ESTUDIANTES MUJERES	9.00	3.00	27.00	27.00	61.00	1.00	22.50	46.93	
	1	PERSONAL ADM Y DOCENTE	2.00	3.50	7.00	7.00					
	1	COCINA			24.30	24.30		1.00	24.26		
	1	COMEDOR	89.33	1.50	134.00	134.00	170.30	1.00	124.24	160.79	
	1	ALMACEN	1.00		9.00	9.00		1.00	8.85		
	1	DEPOSITO COMBUSTIBLE	1.00		3.00	3.00		1.00	3.44		
<b>TOTAL</b>						<b>1918.89</b>	<b>2227.69</b>	<b>2259.39</b>	<b>25.00</b>	<b>889.34</b>	<b>1135.54</b>

Fuente: Elaboración propia.

## 2.2.7 Detalle de acabados Arquitectónicos del Proyecto

Tabla 10. Acabados Arquitectónicos del Proyecto

ELEMENTO	ACABADOS
Muros	Ladrillo king kong de 24x13x9
Elementos estructurales	Tarrajeo con cemento y arena
Canaletas pluviales	Concreto
Piso (ambientes pedagógicos)	Cerámico de bordes rectificados y antideslizante de alto tránsito
Piso (Tópico, cocina, SS. HH.)	Cerámico de alto tránsito
Piso (pasadizos, área de ingreso, veredas perimetrales)	Cemento frotachado
Puertas	Madera aguano con tablero rebajado
Ventanas	Marco de aluminio donde corresponda con varillas de seguridad de fierro de ½" liso

<b>Pintura</b>	Esmalte sintético para elementos metálicos y maderas; látex lavable para muros, paramentos, cielorraso y revestimientos
<b>Instalaciones eléctricas y sanitarias</b>	Empotradas

*Fuente:* Elaboración propia.

## **2.3. DESCRIPCION ESTRUCTURAL DEL PROYECTO**

### **2.3.1 Generalidades**

El proyecto se encuentra ubicado en el área urbana de Quillabamba, dentro del distrito de Santa Ana, que pertenece a la provincia de La Convención, en el departamento de Cusco. La institución educativa Santa Anita está conformada por cinco bloques arquitectónicos: un bloque de cuatro niveles, un bloque de dos niveles, un bloque de tres niveles, un bloque destinado a espacios deportivos y un bloque para tanque de almacenamiento elevado.

De acuerdo con la Norma E-030, el área del proyecto está clasificada dentro de la zona sísmica 2, y presenta un tipo de suelo identificado como S2. Para el desarrollo del diseño estructural se consideran las siguientes normas técnicas: la Norma E-020 para el cálculo y metrado de cargas, la Norma E-060 relacionada con el diseño de concreto armado, la Norma E-050 que regula suelos y cimentaciones, y la Norma E-070 que establece los lineamientos para albañilería.

En relación con el diseño para sismos, se enfatiza la importancia de mantener el funcionamiento ininterrumpido de los servicios esenciales frente a un terremoto. La construcción debe resistir desplazamientos sísmicos de intensidad moderada y conservar su operatividad tras el suceso.

Para las construcciones escolares, el RNE recomienda la implementación de un sistema estructural dual como opción apropiada. Asimismo, se utilizan alfeizares separados por juntas de 2.5 cm, y techos compuestos por losas aligeradas reforzadas en una sola dirección, conforme a los estándares vigentes.

Respecto a las condiciones del terreno, se identifica grava mal gradada (GP) con una resistencia portante de 1.864 kg/cm<sup>2</sup> y sin presencia de nivel freático, aspectos que se toman en cuenta para el diseño de las cimentaciones y las estructuras.

### **2.3.2 Descripción del Proyecto.**

La estructuración del proyecto se basa en múltiples factores fundamentales que garantizan una estructura sismorresistente. Estos incluyen características como la simplicidad en el diseño, la simetría, la capacidad de resistir cargas, la ductilidad, la uniformidad, la continuidad

estructural, la rigidez lateral, la existencia de un diafragma rígido y la adecuada organización tanto de los elementos estructurales como de la subestructura.

El proyecto incluye aulas, servicios higiénicos, rampas de acceso, un centro deportivo, un tanque de almacenamiento y diversas áreas de trabajo, todos diseñados bajo criterios técnicos que aseguran funcionalidad y seguridad estructural.

### **2.3.3 Descripción de los Elementos Estructurales.**

#### ➤ CIMENTACION

Las bases de los bloques 01 y 02 consisten en zapatas aisladas conectadas mediante vigas de cimentación, las cuales se encuentran ubicadas en los ejes principales y secundarios. La profundidad de estas cimentaciones alcanza 1.50 m desde el nivel del piso terminado. Las vigas cuentan con una sección transversal de 25 x 70 cm, lo que garantiza una distribución eficaz de las cargas hacia el suelo.

En el primer nivel, los muros y tabiques se apoyan sobre cimientos corridos y sobrecimientos elaborados con concreto simple, con una resistencia de 140 kg/cm<sup>2</sup>. La mezcla utilizada para los cimientos es 1:10 con un 30 % de piedra granular, mientras que para los sobrecimientos se emplea una mezcla 1:8 con 30 % de piedra molida, garantizando así la resistencia y durabilidad adecuadas según las cargas y las condiciones del terreno.

#### ➤ COLUMNAS

Las columnas son elementos estructurales verticales encargados de transferir las cargas de la edificación hacia la cimentación. Sus dimensiones, armado y características dependen del tipo y magnitud de los esfuerzos a los que están sometidas. Para su diseño, se utiliza concreto armado con una resistencia característica de 210 kg/cm<sup>2</sup>, lo que asegura una capacidad adecuada para soportar las cargas estructurales de forma eficiente.

#### ➤ VIGAS

Las vigas cumplen la función principal de recibir y transferir cargas hacia las columnas o muros que las soportan. Aunque comúnmente se colocan en posición horizontal, en algunos casos pueden situarse en ángulo según los requerimientos estructurales. En este proyecto, todas las vigas están fabricadas con concreto reforzado que posee una resistencia a la compresión de 210 kg/cm<sup>2</sup>, lo cual asegura un buen rendimiento estructural.

#### ➤ PLACAS

Las placas o muros estructurales son elementos verticales que presentan una longitud considerable en comparación con su espesor y están diseñados para proporcionar rigidez y resistencia lateral a la estructura. A diferencia de las columnas, su comportamiento está principalmente determinado por las fuerzas de corte. En este proyecto, las placas están construidas con concreto reforzado, tienen un espesor de 25 cm y se ubican según los criterios del diseño antisísmico. El concreto utilizado tiene una resistencia característica de 210 kg/cm<sup>2</sup>.

➤ **LOSAS ALIGERADAS**

Las losas aligeradas del primer piso y la cubierta tienen un espesor de 25 cm y están compuestas por bloques huecos de arcilla tradicional, lo que contribuye a disminuir el peso propio sin afectar su capacidad estructural. Estas losas descansan sobre vigas de concreto reforzado, formando un sistema sólido y eficiente. El concreto empleado cuenta con una resistencia característica de 210 kg/cm<sup>2</sup>, lo que asegura un desempeño adecuado frente a las cargas de uso y a eventos sísmicos.

➤ **ESCALERAS**

Las escaleras del proyecto tienen forma de “U” y cuentan con descansos intermedios, construidas con losas de concreto reforzado. Los descansos poseen un espesor de 20 cm, mientras que las rampas tienen un espesor de 15 cm, asegurando así la rigidez y estabilidad necesarias. El concreto utilizado para todas las escaleras tiene una resistencia característica de 210 kg/cm<sup>2</sup>, garantizando que se cumplan los estándares de seguridad y funcionalidad requeridos por la normativa vigente.

### **2.3.4 Método de Análisis y Diseño**

#### **a) Análisis Estructural**

- Análisis estático lineal: Se realiza inicialmente este procedimiento, tomando en cuenta las cargas de peso propio y las fuerzas sísmicas equivalentes, las cuales se distribuyen conforme al peso de cada nivel de la estructura, siguiendo lo indicado en la Norma Técnica E.030 del Perú.
- Análisis dinámico modal: Como complemento, se lleva a cabo este análisis para estudiar cómo responde la estructura frente a distintos modos de vibración, empleando el espectro sísmico establecido por la zonificación sísmica nacional.

Ambos procedimientos permiten optimizar el diseño estructural dentro de un entorno digital colaborativo, garantizando seguridad, eficiencia y cumplimiento normativo.

#### **b) Diseño Estructural**

➤ Cimentaciones:

La cimentación del proyecto se establece según los resultados del estudio geotécnico, el cual define la capacidad portante del suelo. Con base en ello, se opta por cimentaciones superficiales como zapatas aisladas, corridas o losas, en función de las cargas estructurales. Se asegura una adecuada transferencia de cargas al terreno y la estabilidad frente a deslizamientos o volcamiento, teniendo en cuenta tanto las cargas propias de la estructura como las fuerzas sísmicas, siguiendo las directrices establecidas en la Norma E.030. El análisis se realiza mediante software estructural compatible con metodología BIM, como ETABS, garantizando precisión en el comportamiento de la cimentación.

➤ Elementos verticales:

Los elementos estructurales verticales, como las columnas y muros portantes, se proyectan con el objetivo de proporcionar estabilidad global y resistencia adecuada al edificio. Las columnas están calculadas para soportar tanto cargas verticales como efectos de flexión, aplicando los criterios de diseño por resistencia última conforme a lo indicado en la Norma Técnica Peruana E.060. En cuanto a los muros estructurales, estos se disponen en ubicaciones estratégicas que permiten una mejor distribución de rigidez y masas, lo que favorece la respuesta sísmica de la edificación. Su configuración estructural se orienta a mantener el equilibrio del sistema y a limitar los desplazamientos laterales ante movimientos sísmicos.

➤ Elementos horizontales:

Las vigas son dimensionadas para resistir principalmente esfuerzos de flexión y corte, determinando sus secciones transversales de acuerdo con las cargas aplicadas y las distancias entre apoyos. En el caso de las losas, sean estas macizas, aligeradas o nervadas, su análisis estructural busca optimizar el peso propio de la edificación y contribuir a la eficiencia económica del proyecto. Además, se verifica que las deformaciones estructurales se mantengan dentro de los rangos permitidos por la normativa técnica aplicable, garantizando así un comportamiento estructural adecuado y seguro.

➤ Sistemas de conexión:

El diseño de los sistemas de conexión se realiza considerando juntas y uniones que aseguran la continuidad estructural y la correcta transferencia de cargas entre los distintos elementos. Estas conexiones son fundamentales para mantener la integridad del sistema frente a esfuerzos estáticos y dinámicos, garantizando un comportamiento conjunto y seguro de la estructura.

c) **Software BIM**

Dentro del método de análisis y diseño, se emplea software BIM especializado para optimizar la precisión y coordinación del proyecto estructural. ETABS se utiliza para el análisis estructural detallado, incluyendo el análisis dinámico y sísmico. Revit Structure permite el modelado BIM integrado, facilitando el diseño, la coordinación interdisciplinaria y la generación de documentación técnica. Navisworks se emplea para la detección y resolución de interferencias entre disciplinas, asegurando una correcta coordinación del proyecto. Finalmente, SAFE se utiliza para el diseño y análisis de cimentaciones y losas, garantizando un dimensionamiento adecuado y eficiente.

**d) Normativa Aplicada**

- Norma E.030, que establece los criterios para la definición de cargas sísmicas y el análisis dinámico o modal de la estructura.
- Norma E.060 regula los requisitos para el diseño de elementos de concreto armado, garantizando resistencia y durabilidad.
- Norma E.050, para el diseño y verificación de cimentaciones, se basa en el estudio geotécnico del suelo para asegurar la capacidad portante y estabilidad del terreno.

**e) Proceso Integrado con Metodología BIM**

El proceso inicia con la creación de un modelo estructural tridimensional integrado en Revit u software similar. Este modelo se importa a herramientas especializadas como ETABS o SAP2000 para realizar análisis estructurales detallados. Se lleva a cabo una coordinación interdisciplinaria que permite validar el modelo con los equipos de arquitectura, instalaciones y otras especialidades, asegurando la compatibilidad y precisión del diseño. Finalmente, a partir del modelo BIM se generan los planos detallados necesarios para la correcta ejecución del proyecto.

### **2.3.5 Análisis Sísmico**

El análisis sísmico se orienta a identificar las sollicitaciones internas, los desplazamientos estructurales y las deformaciones que podría presentar la edificación ante la ocurrencia de un movimiento telúrico. Para ello, se aplica la Norma Técnica de Edificaciones E.030, que establece los lineamientos para el diseño sismorresistente. Asimismo, se utilizan softwares especializados como ETABS o SAP2000, los cuales permiten realizar análisis modal y espectral integrados con el modelado BIM, facilitando un estudio preciso del comportamiento dinámico de la estructura.

- Análisis Modal Espectral

Este análisis permite evaluar la respuesta dinámica de la estructura frente a un sismo, utilizando el espectro de diseño definido en la Norma Técnica E.030. A diferencia del análisis estático, este método es más preciso para edificaciones con irregularidades estructurales, ya que considera múltiples modos de vibración y su respectiva contribución a la respuesta global del sistema.

➤ **Análisis Dinámico Tiempo-Historia**

Se utiliza para simular el comportamiento estructural ante eventos sísmicos reales o generados artificialmente. Este método resuelve las ecuaciones de movimiento dinámico mediante registros de aceleración compatibles con la zona sísmica del proyecto, proporcionando información detallada sobre la evolución de fuerzas internas, desplazamientos y deformaciones en el tiempo.

➤ **Propiedades dinámicas de la estructura**

- **Masa:** Se obtiene a partir del aporte de las cargas permanentes y una fracción representativa de las cargas variables, conforme a lo estipulado por la normativa estructural aplicable.
- **Rigidez:** Se evalúa considerando las características mecánicas de los materiales empleados y las dimensiones geométricas de los componentes estructurales, lo que permite estimar su capacidad de respuesta frente a acciones laterales.
- **Amortiguamiento:** Para estructuras de concreto armado, se adopta un coeficiente de amortiguamiento equivalente al 5% del valor crítico, conforme a lo recomendado por la norma E.030.

➤ **Integración con metodología BIM**

El análisis dinámico se ejecuta sobre el modelo estructural desarrollado en entorno BIM, permitiendo una coordinación eficaz con otras disciplinas. Esta integración facilita la detección de interferencias, optimiza el diseño estructural y permite la generación automatizada de planos, detalles y reportes técnicos directamente desde el modelo digital.

### **2.3.6 Normas Utilizadas.**

- **NORMA G.050. SEGURIDAD DURANTE LA CONSTRUCCION.**
- **NORMA A.040. EDUCACION.**
- **NORMA E.020. CARGAS.**
- **NORMA E.030. DISEÑO SISMORRESISTENTE.**
- **NORMA E.050. SUELOS Y CIMENTACIONES.**
- **NORMA E.060. CONCRETO ARMADO.**
- **NORMA E.070. ALBAÑILERIA.**

- NORMA IS.010. INSTALACIONES SANITARIAS PARA EDIFICACIONES.
- PLAN DE IMPLEMENTACION Y HOJA DE RUTA DEL PLAN BIM PERÚ.

## **2.4. DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES SANITARIAS DEL PROYECTO.**

### **2.4.1 Generalidades**

En el presente proyecto se ejecutará el diseño completo de las instalaciones sanitarias, comprendiendo los sistemas de abastecimiento de agua potable, evacuación de aguas residuales y manejo de aguas pluviales. Cada uno de estos sistemas será desarrollado en cumplimiento de lo estipulado en la Norma Técnica IS.010 – Instalaciones Sanitarias para Edificaciones, la cual establece los lineamientos técnicos, parámetros de diseño y condiciones mínimas exigibles, de acuerdo con lo dispuesto en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).

### **2.4.2 Solución Adoptada**

Para el sistema de abastecimiento de agua potable, se optará por un sistema indirecto mediante el uso de un tanque elevado, dado que la presión proporcionada por la red pública administrada por EMAQ resultará insuficiente para satisfacer los niveles mínimos exigidos. En cuanto al sistema de evacuación de aguas residuales, se diseñará una red de colectores de tipo convencional, que será enlazada con la infraestructura de alcantarillado público existente. Por último, el sistema de drenaje pluvial será resuelto mediante la conducción de esorrentías hacia cajas de recolección ubicadas en la vía pública, asegurando así un adecuado manejo de las precipitaciones.

### **2.4.3 Descripción de las Instalaciones Sanitarias del Proyecto**

#### **a) Suministro de Agua**

El suministro de agua potable se realizará mediante la conexión a la red secundaria proporcionada por la Empresa Municipal de Agua Quillabamba (EMAQ), entidad que brinda este servicio en la zona desde hace varios años. Esta conexión permitirá el abastecimiento tanto al bloque 02, destinado a los servicios higiénicos, como al tanque elevado que formará parte del sistema de almacenamiento y distribución.

#### **b) Distribución de Agua Fría**

La distribución de agua fría se llevará a cabo mediante una red de tuberías de ½” de diámetro, dimensionadas según la demanda proyectada. Asimismo, se dispondrá de válvulas estratégicamente ubicadas que facilitarán el mantenimiento, aislamiento y operación eficiente del sistema.

#### **c) Presión del Sistema**

La presión del sistema será proporcionada por la Empresa Municipal de Agua Quillabamba (EMAQ), garantizando un valor mínimo de 20 metros de columna de agua, conforme a los requerimientos técnicos para un funcionamiento adecuado de las instalaciones sanitarias proyectadas.

**d) Sistema de Desagüe y Ventilación**

El sistema de desagüe evacuará las aguas residuales hacia la red pública de alcantarillado. Para asegurar un flujo adecuado, se proyectarán pendientes mínimas del 1% en tuberías de 4 pulgadas y del 1.5% en tuberías de 2 pulgadas. Asimismo, se incorporará un sistema de ventilación que permitirá el correcto funcionamiento hidráulico y evitará la acumulación de gases en la red interna.

**e) Sistema de Drenaje Pluvial**

El sistema de drenaje pluvial estará conformado por canaletas y montantes, mediante los cuales se evacuará el agua de lluvia captada en las cubiertas. Estas aguas serán conducidas hacia las cajas de recolección ubicadas en la vía pública, garantizando un adecuado desagüe superficial y evitando acumulaciones en el entorno inmediato de la infraestructura.

## **2.5. DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES ELECTRICAS DEL PROYECTO.**

### **2.5.1 Generalidades**

En el presente proyecto se contemplará el diseño completo del sistema de instalaciones eléctricas, el cual comprenderá el suministro, distribución, alumbrado y tomacorrientes, tanto para las áreas administrativas como pedagógicas. El diseño se ejecutará conforme a lo establecido en el Código Nacional de Electricidad – Utilización (CNE-U), garantizando condiciones de seguridad, eficiencia energética y continuidad del servicio, en cumplimiento con el Reglamento Nacional de Edificaciones y otras normativas técnicas vigentes.

### **2.5.2 Criterios de Diseño**

**a) Cumplimiento Normativo**

El diseño se rige por el Código Nacional de Electricidad (CNE-Suministro 2021), así como por las Normas Técnicas del Ministerio de Educación del Perú para edificaciones escolares. También se consideran las especificaciones de la Norma Técnica Peruana (NTP) aplicables a materiales eléctricos y sistemas de protección.

**b) Demanda Eléctrica y Factor de Simultaneidad**

Se realizará un cálculo detallado de la demanda máxima esperada por ambientes, incluyendo aulas, laboratorios, oficinas administrativas y servicios higiénicos. Se

aplicarán factores de simultaneidad adecuados para evitar sobredimensionamientos, considerando las características específicas del uso escolar.

**c) Seguridad y Protección**

La instalación eléctrica considerará la distribución adecuada de circuitos independientes, los cuales estarán protegidos mediante interruptores termomagnéticos y diferenciales, con la finalidad de prevenir sobrecargas, cortocircuitos y riesgos de electrocución. Del mismo modo, se proyectará un sistema de puesta a tierra que abarcará todo el edificio, brindando protección tanto a los usuarios como a los equipos eléctricos.

**d) Distribución Funcional**

La distribución de tableros eléctricos, tomacorrientes, interruptores y luminarias será diseñada considerando la facilidad de acceso, el mantenimiento eficiente y la operación segura por parte del personal y los estudiantes. Se priorizará la accesibilidad en las zonas de mayor uso y se evitarán cruces innecesarios de canalizaciones, garantizando una disposición funcional y ordenada.

**e) Iluminación Eficiente y Adecuada al Entorno Educativo**

Se seleccionarán luminarias LED de alta eficiencia energética, considerando niveles de iluminancia apropiados según la función de cada espacio educativo. El diseño lumínico buscará proporcionar un confort visual óptimo que favorezca las actividades de aprendizaje, al mismo tiempo que minimiza el consumo de energía eléctrica.

**f) Flexibilidad y Crecimiento Futuro**

El sistema eléctrico será diseñado con previsiones que permitan futuras ampliaciones o modificaciones, sin comprometer el funcionamiento de la instalación existente. Para ello, se considerarán espacios disponibles en los tableros eléctricos y ductos con capacidad adicional, facilitando intervenciones posteriores.

**g) Compatibilidad con Sistemas Complementarios**

El diseño eléctrico incluirá canalizaciones y acometidas destinadas a integrar sistemas complementarios como redes de voz y datos, videovigilancia, alarmas contra incendios y sistemas de audio para emergencias. Esta planificación permitirá una infraestructura tecnológica moderna, alineada con las necesidades del entorno educativo actual.

**h) Condiciones Climáticas y Geográficas**

Al estar el proyecto ubicado en la región Cusco, se contemplará la influencia de factores como la altitud y la temperatura en la elección de materiales y equipos eléctricos. Se priorizarán componentes que ofrezcan resistencia frente a la humedad, radiación solar intensa y demás condiciones ambientales propias de la zona.

### **2.5.3 Suministro de Energía Eléctrica**

El suministro de energía eléctrica se efectuará en media tensión (MT) o baja tensión (BT), de acuerdo con las condiciones técnicas específicas del área de intervención y en coordinación con la disponibilidad del servicio proporcionado por la empresa concesionaria Electro Sur Este S.A.A. Para fines de diseño, se establecerá inicialmente una acometida en baja tensión trifásica, con una tensión nominal de 380/220 V.

La acometida se proyectará desde un punto ubicado en la fachada principal del terreno institucional, garantizando accesibilidad y condiciones adecuadas para su intervención por parte del personal autorizado de la distribuidora. Desde dicho punto, la conexión se dirigirá hacia el Tablero General de Distribución (TGD), el cual se instalará dentro de un recinto técnico o gabinete cerrado que asegure protección frente a agentes externos, en concordancia con los lineamientos establecidos por el Código Nacional de Electricidad (CNE) – Suministro.

El tablero general estará provisto de un interruptor termomagnético tripolar, dimensionado para ofrecer una protección eficiente ante posibles sobrecargas o cortocircuitos en la instalación. Asimismo, se dispondrá la incorporación de un interruptor diferencial principal en caso de que las condiciones normativas lo exijan, particularmente en zonas con potencial riesgo de contacto indirecto.

### **2.5.4 Alcances.**

El diseño de las instalaciones eléctricas será desarrollado en el contexto del proyecto de mejoramiento y ampliación del servicio educativo, y se ajustará plenamente a los requerimientos funcionales, criterios técnicos y disposiciones normativas vigentes. Los alcances considerados incluirán el planteamiento integral del suministro eléctrico y su acometida, garantizando una conexión segura y eficiente al sistema de distribución de energía.

Se contemplará la distribución general de energía eléctrica en baja tensión, asegurando la correcta segmentación de circuitos y la protección de los usuarios. Asimismo, se proyectará un sistema de iluminación interior y exterior con criterios de eficiencia energética y niveles adecuados de iluminancia para cada espacio.

El diseño también incorporará la instalación de tomacorrientes y puntos de fuerza distribuidos estratégicamente, así como un sistema de puesta a tierra que cubra toda la infraestructura educativa, con el fin de proteger a los usuarios y equipos frente a fallas eléctricas. Se preverán

canalizaciones para el tendido eléctrico y para los sistemas especiales complementarios, como datos, videovigilancia, alarmas contra incendio y sistemas de comunicación interna.

Además, se considerarán criterios de eficiencia energética y facilidad de mantenimiento para asegurar una operación sostenible y duradera. Todo el desarrollo técnico será documentado y modelado mediante la metodología BIM, permitiendo una mejor coordinación, visualización y gestión del proyecto en sus distintas etapas.

### **2.5.5 Componentes del Sistema de Instalaciones Eléctricas**

#### **a) Acometida y Tablero General**

El suministro eléctrico ingresará desde la red pública mediante una acometida en baja tensión trifásica (380/220 V – 60 Hz), la cual se conectará al Tablero General de Distribución (TGD), ubicado en un ambiente técnico que garantizará accesibilidad y ventilación adecuada. Desde este tablero se distribuirá la energía hacia los tableros seccionales mediante alimentadores dimensionados según las cargas previstas.

#### **b) Tableros Seccionales**

Se implementarán tableros eléctricos distribuidos por bloques y niveles, encargados de abastecer a los distintos circuitos de iluminación, fuerza y sistemas especiales. Cada tablero incluirá protecciones independientes mediante interruptores termomagnéticos y diferenciales, así como una disposición ordenada y segura de los conductores eléctricos.

#### **c) Iluminación**

El sistema de iluminación utilizará luminarias LED de alta eficiencia, las cuales serán instaladas en cielos rasos, muros o estructuras según la función del ambiente. Se garantizará un nivel de iluminancia adecuado para las actividades educativas. Los puntos de encendido estarán ubicados estratégicamente para optimizar la funcionalidad y el confort visual.

#### **d) Tomacorrientes y Fuerza**

Se dispondrá una red de tomacorrientes distribuidos en aulas, oficinas, laboratorios, servicios higiénicos y otros ambientes, mediante sistemas empotrados o canalizados, según el diseño arquitectónico. En áreas de alta demanda, como la sala de cómputo o dirección, se establecerán circuitos dedicados. Los tomacorrientes se instalarán a alturas ergonómicas y cumplirán con los estándares de seguridad establecidos.

#### **e) Puesta a Tierra**

El sistema incluirá una puesta a tierra funcional y de protección, que interconectará los tableros y equipos críticos, permitiendo la disipación segura de corrientes de falla. Esta

medida garantizará la protección de los usuarios y equipos frente a descargas eléctricas o condiciones anómalas del sistema.

**f) Canalizaciones**

Las canalizaciones eléctricas se ejecutarán mediante ductos de PVC rígido empotrados en muros y losas, así como bandejas metálicas o canaletas superficiales en zonas de fácil mantenimiento. Las rutas de distribución respetarán las distancias mínimas, los radios de curvatura y evitarán interferencias con otras instalaciones del edificio.

**g) Sistemas Especiales**

Se instalarán canalizaciones y puntos de alimentación para sistemas complementarios como voz y datos, videovigilancia, alarma contra incendios, sonido y timbre escolar. Estos sistemas serán integrados de manera coherente al diseño general, asegurando su operatividad y compatibilidad técnica.

**h) Eficiencia Energética y Mantenibilidad**

Se priorizará la instalación de luminarias y equipos con alta eficiencia energética, lo cual permitirá un consumo responsable y sostenible. Asimismo, las instalaciones eléctricas serán diseñadas para facilitar el mantenimiento preventivo y correctivo, con señalización adecuada y acceso seguro para los técnicos responsables.

## **CAPITULO III**

### **3. ESTUDIOS GEOTECNICOS**

El presente capítulo desarrolla los estudios geotécnicos efectuados con la finalidad de evaluar las características físicas y mecánicas del terreno en el área del proyecto. Esta información permite determinar la capacidad de soporte del suelo y establecer los parámetros fundamentales para definir los criterios técnicos que permitan dimensionar correctamente los elementos de cimentación del plantel educativo.

Para ello, se efectúan excavaciones de calicatas en zonas representativas del terreno, alcanzando profundidades mayores a 1.50 metros. Estas exploraciones permiten reconocer los estratos del subsuelo y determinar las características del suelo presente, el cual se clasifica utilizando criterios del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos y el método AASHTO.

El Estudio de Mecánica de Suelos (EMS) comprendió trabajos de campo, ensayos de laboratorio, análisis granulométricos y de límites de consistencia, así como la elaboración de perfiles estratigráficos. Además, se desarrollaron los cálculos correspondientes para determinar la capacidad de carga admisible y se evaluaron los posibles asentamientos del terreno. Finalmente,

se incluyeron observaciones técnicas y recomendaciones específicas destinadas a garantizar la estabilidad, durabilidad y seguridad de las estructuras proyectadas.

### **3.1. NORMATIVIDAD**

El análisis de mecánica de suelos orientado al diseño de cimentaciones se ejecuta siguiendo los lineamientos del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE), en particular lo dispuesto en la Norma Técnica E-050 “Suelos y Cimentaciones”, la cual regula los procedimientos de exploración, caracterización y diseño de cimentaciones sobre suelos naturales o tratados. Adicionalmente, se incorpora lo establecido en la Norma E-030 “Diseño Sismorresistente” para asegurar un comportamiento estructural adecuado ante movimientos sísmicos.

### **3.2. GEOLOGIA Y SISMICIDAD**

#### **3.2.1 Información Previa del Terreno a Investigar.**

El terreno del proyecto se localiza en la ciudad de Quillabamba, en la primera cuadra de la calle Glorieta, cerca del parque Santa Ana. Pertenece al distrito de Santa Ana, ubicado entre la selva alta y la ceja de selva, con una altitud que oscila entre los 800 y 3,800 m s. n. m. La zona presenta un clima templado y húmedo, con lluvias frecuentes que afectan las condiciones superficiales del suelo.

#### **3.2.2 Geología Local**

La geología del área de estudio está conformada por formaciones de origen metamórfico, sedimentario (detrítico y carbonatado) y volcánico-sedimentario. Estos materiales geológicos definen la composición del subsuelo donde se desarrollan las cimentaciones del proyecto.

##### **a) Subcuenca del Río Chuyapi**

El río Chuyapi tiene como nacientes los cerros Poromate y Juncajahuana, localizados al suroeste del cuadrángulo de Quillabamba. Su cauce fluye inicialmente en dirección sur-norte, para luego cambiar a un trayecto de oeste a este en la zona de Tunquimayo. La subcuenca presenta una pendiente suave y uniforme, desembocando finalmente en la ciudad de Quillabamba, lo que aporta condiciones geotécnicas estables en el valle bajo.

##### **b) Formación Quillabamba (Ananea)**

En esta zona se identifican unidades pertenecientes a la Formación Quillabamba, compuestas principalmente por esquistos, esquistos calcáreos, pizarras de tonalidades grises y negras, cuarcitas, cuarzo grauvasca y, en menor proporción, niveles de calizas. Las calizas se encuentran expuestas en sectores como Chaupimayo y Belenpata, y se

consideran como la base litológica de esta formación, aportando resistencia y estabilidad en profundidad.

### **c) Depósitos Aluviales**

Los depósitos aluviales están conformados por estratos de arenas y limos con inclusión de rodados y bloques angulosos, algunos de gran tamaño. Su litología corresponde principalmente a areniscas y granitos, con espesores entre 3 y 6 metros. La capa superficial, de aproximadamente 1.5 metros, presenta limos y arenas de tonos rojizos y amarillentos, bioturbada por raíces de la vegetación local.

## **3.3. INVESTIGACIONES DE CAMPO**

### **3.3.1 Calicatas.**

De acuerdo con la Norma Técnica Peruana NTP 339.150 (equivalente a la ASTM D2488), se efectuaron excavaciones de calicatas en los puntos previamente seleccionados del terreno. En cada calicata se realizó un perfil detallado, documentando cuidadosamente las características físicas de cada capa de suelo. Además, se llevó a cabo una clasificación visual de los materiales encontrados, basada en los criterios del Sistema Unificado para la Clasificación de Suelos (SUCS).

### **3.3.2 Nivel Freático**

Durante la ejecución de las calicatas, no se evidenció la presencia del nivel freático hasta una profundidad de 3.00 metros. Esta condición se consideró favorable para el diseño de la subestructura, ya que reduce los riesgos de afectación por saturación del suelo o presiones hidrostáticas.

## **3.4. ENSAYOS DE LABORATORIO**

Los ensayos de laboratorio realizados incluyen el análisis granulométrico (según ASTM C-136), la determinación de los límites líquido y plástico (ASTM D-4318), la medición de la humedad natural (ASTM D-2216), así como la evaluación de pesos unitarios (ASTM C-29) y pesos específicos (ASTM C-28). Además, se clasificaron los suelos conforme al Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS) siguiendo la norma ASTM D-2487, y se efectuó un ensayo de corte directo para evaluar la resistencia del material.

### **3.4.1 Evaluación de la Capacidad Portante**

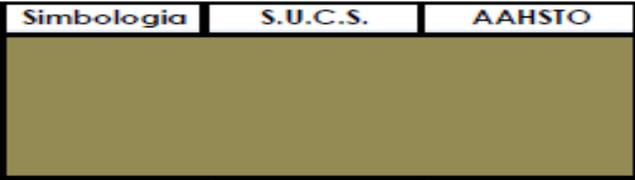
Este análisis facilita la identificación de las condiciones geotécnicas del terreno natural para garantizar la solidez y confiabilidad de la estructura. A partir de las características mecánicas

del suelo y las cargas que recibe la edificación, se determina el tipo, las dimensiones y la profundidad adecuada de la cimentación. La evaluación busca evitar asentamientos diferenciales que puedan comprometer la integridad y funcionalidad de la edificación, optimizar el diseño estructural para equilibrar aspectos técnicos y económicos en el dimensionamiento de zapatas u otros elementos de cimentación, anticipar posibles riesgos geotécnicos tales como suelos expansivos, materiales compresibles o la presencia de agua subterránea, y cumplir con los estándares y normativas vigentes establecidas en el Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE) y demás disposiciones técnicas aplicables a obras de infraestructura pública.

### 3.5. PERFILES ESTRATIGRAFICOS.

Desde la superficie hasta una profundidad de 3.00 metros, el análisis de la muestra alterada indica que el suelo de fundación está compuesto por un estrato heterogéneo formado principalmente por material grava arcillosa limosa con bloques de roca dispersos. El estrato superficial presenta un espesor variable entre 0.50 y 0.70 metros, constituido por material antrópico. Los suelos predominantes en la zona corresponden a depósitos aluviales, con escasa presencia de arena de baja plasticidad, de color marrón parduzco, con humedad moderada y estado semicompacto. De acuerdo con la clasificación del Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), el suelo se identifica bajo el símbolo GC (grava con finos). No se detecta presencia de nivel freático en el rango de profundidad estudiado.

*Ilustración 11. Perfil estratigráfico del terreno en estudio*

Prof.	Simbología	S.U.C.S.	AAHSTO	DESCRIPCIÓN
0.10 0.20 0.30 0.40 0.50 0.60 0.70 0.80				Material antropico con tierra agricola
0.90 1.00 1.10 1.20 1.30 1.40 1.50 1.60 1.70 1.80 1.90 2.00 2.10 2.20 2.30 2.40 2.50 2.60 2.70 2.80 2.90 3.00		GC	A-2-6(0)	Grava arcillosa con cobertura vegetal con fragmentos de roca aluvial

*Fuente:* Elaboración propia

En la Ilustración 11 se aprecia la disposición de zapatas aisladas y corridas, diseñadas en función de las condiciones geotécnicas del terreno. Esta configuración permite una distribución eficiente de las cargas hacia el subsuelo, asegurando la estabilidad estructural de la edificación.

### **3.6. ANALISIS DE LA CIMENTACION**

Las cimentaciones cumplen la función fundamental de transferir las cargas del edificio hacia el suelo. Para el presente proyecto, orientado al mejoramiento y ampliación del servicio educativo de la I.E. N.º 51076 Santa Anita, se evaluaron las condiciones del suelo con el fin de determinar el tipo de cimentación más adecuado. Los estudios geotécnicos identificaron un suelo de tipo GC (grava arcillosa limosa), semicompacto, de baja plasticidad y no se detectó nivel freático hasta una profundidad de 3.00 metros. Estas características permitieron optar por una cimentación superficial con zapatas aisladas y corridas, por ser una solución técnica segura y económicamente viable para la edificación proyectada.

Cabe destacar que todos los criterios aplicados en el análisis del tipo de cimentación, se desarrollan conforme a los lineamientos establecidos en el Reglamento Nacional de Edificaciones (Ministerio de Vivienda, 2022)

#### **3.6.1 Factores a considerar en el Diseño:**

El planteamiento de las cimentaciones en infraestructuras educativas debe partir de un estudio completo que considere las características del suelo, las cargas que actuará sobre la estructura y la actividad sísmica de la zona. Asimismo, es fundamental aplicar principios de sostenibilidad ambiental, funcionalidad en el diseño y control técnico riguroso, con el objetivo de prevenir asentamientos excesivos o fallas por corte, asegurando una edificación estable y con una vida útil prolongada.

##### **a) Dimensionamiento por Presión Admisible**

Para calcular el área necesaria de la cimentación, se utiliza una fórmula que considera la capacidad portante del terreno:

$$A_{req} = \frac{(1 + \%PP)(P_{CM} + P_{CV})}{\sigma_{adm}}$$

donde:

- $A_{req}$ : Área requerida de la cimentación (m<sup>2</sup>)
- %PP: Porcentaje del peso propio de la cimentación
- $P_{CM}$ : Carga muerta transmitida por la estructura (kN)
- $P_{CV}$ : Carga viva transmitida por la estructura (kN)
- $\sigma_{adm}$ : Presión admisible del suelo (kN/m<sup>2</sup>)

Esta fórmula permite estimar el área mínima requerida para una zapata, considerando tanto las cargas verticales como el peso propio de la cimentación. El resultado asegura que la carga aplicada al terreno se mantenga dentro del límite resistente del suelo identificado en los estudios geotécnicos.

### b) Esfuerzo Admisible Neto del Suelo

Este análisis permite determinar si el terreno puede soportar de forma segura las cargas transmitidas por la cimentación.

Esfuerzo admisible neto del suelo ( $q_{adm}$ ):

$$q_{adm} = \frac{q_u}{F * S}$$

donde:

- $q_{adm}$ : Esfuerzo admisible del suelo (kg/cm<sup>2</sup>)
- $q_u$ : Capacidad portante última del suelo (kg/cm<sup>2</sup>)
- $F$ : Factor de seguridad (adimensional) - típicamente 3 (estático) o 2.5 (sísmico)
- $S$ : Factor de forma o asentamiento (adimensional), depende del tipo de cimentación y condiciones del suelo.

Esfuerzo Actual aplicado sobre el Suelo ( $q_{act}$ ):

$$q_{act} = \frac{P}{B * L}$$

donde:

- $q_{act}$ : Esfuerzo real aplicado al terreno por la cimentación (kg/cm<sup>2</sup>)
- $P$ : Carga transmitida por la zapata (kg)
- $B$ : Ancho de la zapata (cm)
- $L$ : Largo de la zapata (cm)

Condición de Seguridad

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

Esta comparación permite confirmar que la cimentación transmitirá una carga menor o igual al esfuerzo que el suelo puede soportar de manera segura, garantizando así la estabilidad estructural bajo condiciones estáticas o sísmicas.

### c) Chequeo por Corte

Para verificar la capacidad portante última del terreno y garantizar la seguridad estructural de la cimentación, se aplica el modelo propuesto por Meyerhof, el cual incluye factores de corrección por forma, profundidad e inclinación de la carga.

La fórmula general se expresa como:

$$q_u = c'N_cF_{cs}F_{cd}F_{ci} + qN_qF_{qs}F_{qd}F_{qi} + \frac{1}{2}\gamma BN_\gamma F_{\gamma s}F_{\gamma d}F_{\gamma i}$$

donde:

- $q_u$ : Capacidad portante última del suelo (kN/m<sup>2</sup>)
- $c'$ : Cohesión del terreno (kN/m<sup>2</sup>)
- $q$ : Sobrecarga en la base de cimentación, calculada como  $q = \gamma \cdot D_f$
- $\gamma$ : Peso unitario del suelo (kN/m<sup>3</sup>)
- $B$ : Ancho de la cimentación (m)
- $N_c, N_q, N_\gamma$ : Coeficientes de capacidad portante.
- $F_{cs}, F_{qs}, F_{\gamma s}$ : Factores de corrección por forma de la zapata.
- $F_{cd}, F_{qd}, F_{\gamma d}$ : Factores de corrección por profundidad de cimentación.
- $F_{ci}, F_{qi}, F_{\gamma i}$ : Factores de corrección por inclinación de la carga.

Este modelo permite una evaluación más precisa de la capacidad del terreno para resistir las cargas aplicadas por la cimentación, adaptándose a las características geométricas y estructurales del proyecto. Asimismo, su aplicación cumple con las recomendaciones del Reglamento Nacional de Edificaciones (Ministerio de Vivienda, 2022)

### d) Chequeo por Asentamiento Total

El asentamiento total corresponde al hundimiento vertical de la cimentación debido a la compresión del suelo. Para edificaciones convencionales, como instituciones educativas, el RNE establece un límite de 2.5 cm, con el fin de evitar daños estructurales. En este proyecto, los valores obtenidos se encuentran dentro de este rango, validando el diseño propuesto (Ministerio de Vivienda, 2022)

### e) Chequeo por Asentamiento Diferencial

El asentamiento diferencial hace referencia a la variación en el descenso vertical entre dos puntos de una cimentación, lo cual puede generar deformaciones estructurales significativas. Esta diferencia puede producir fisuras, daños en acabados y pérdida de

funcionalidad en la edificación. El criterio de control se basa en la distorsión angular, la cual debe mantenerse dentro de los límites permitidos establecidos por la normativa técnica.

Esta se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\alpha = \frac{\delta_B - \delta_A}{L} \leq \frac{1}{500}$$

donde:

- $\alpha$ : Distorsión angular (rad).
- $\delta_B - \delta_A$ : Diferencia de asentamiento entre dos puntos A y B (m).
- $L$ : Longitud horizontal entre los dos puntos A y B (m).
- $\frac{1}{500}$ : Límite máximo permitido según el RNE.

Este control garantiza que las deformaciones angulares se mantengan en un rango seguro, evitando efectos estructurales o funcionales negativos en edificaciones educativas como la proyectada.

## **ANÁLISIS DE ASENTAMIENTOS EN LAS CIMENTACIONES**

De acuerdo con (Das, 2015) el análisis de asentamientos constituye una etapa esencial en el diseño geotécnico, ya que permite evaluar la capacidad del suelo para soportar las cargas impuestas por la edificación, considerando tanto asentamientos totales como diferenciales.

En el presente proyecto, el estudio geotécnico realizado en la I.E. N.º 51076 Santa Anita revela un suelo con capacidad portante adecuada y comportamiento relativamente homogéneo, lo que permite proyectar asentamientos dentro de los márgenes establecidos por la normativa. No se identifican riesgos significativos de asentamientos diferenciales, por lo que se descartan medidas de corrección adicionales.

## **ANÁLISIS DE CARGA ADMISIBLE DEL TERRENO**

De acuerdo (Das, 2015), el análisis de la capacidad admisible del terreno es un paso clave para asegurar la estabilidad de las cimentaciones. Esta evaluación permite evitar fallos geotécnicos, controlar deformaciones excesivas y determinar el tipo de cimentación más apropiado según las condiciones del subsuelo. Además, contribuye a un diseño estructural más eficiente, evita sobredimensionamientos innecesarios y garantiza el cumplimiento de las normativas vigentes, especialmente en zonas con riesgo sísmico. En el caso del proyecto educativo desarrollado en el distrito de Santa Ana, el estudio geotécnico determina que el suelo presenta una capacidad

portante suficiente para resistir las cargas proyectadas sin generar fallas por corte ni asentamientos inaceptables. La resistencia del estrato superficial, en conjunto con la profundidad adecuada de cimentación, permite adoptar zapatas aisladas como solución estructural eficiente, sin comprometer la estabilidad del sistema.

### **ANALISIS DE CORTE PUNZONAMIENTO SOBRE LA CIMENTACION**

Según (Das, 2015) , el análisis de corte por punzonamiento es un procedimiento indispensable en el diseño de cimentaciones superficiales, particularmente cuando zapatas o losas están sometidas a cargas concentradas provenientes de columnas. Das enfatiza la importancia de verificar las tensiones generadas, definir espesores mínimos adecuados y, de ser necesario, implementar refuerzos para garantizar la seguridad estructural.

En el caso del proyecto de mejoramiento y ampliación del servicio educativo en la I.E. N.º 51076 Santa Anita, el análisis estructural, desarrollado con herramientas compatibles con la metodología BIM, incluye la verificación del punzonamiento en las zapatas aisladas, debido a la presencia de columnas que transmiten cargas considerables. El estudio confirma que las tensiones de contacto se mantienen dentro de los límites normativos, y se ha definido un espesor de zapata que permite resistir la acción de punzonamiento sin comprometer la estabilidad del sistema.

### **CALCULO DE PARÁMETROS GEOTECNICOS.**

El correcto cálculo de los parámetros geotécnicos constituye una etapa esencial en el análisis del comportamiento del terreno frente a las cargas estructurales proyectadas. Según (Das, 2015) estos parámetros permiten caracterizar de forma precisa el comportamiento mecánico del suelo, y son la base para diseñar cimentaciones seguras y eficientes.

Entre los parámetros fundamentales se encuentran:

- a) Capacidad portante del suelo: Corresponde al valor máximo de presión que el terreno es capaz de soportar sin comprometer su estabilidad ni presentar deformaciones significativas. En el estudio correspondiente al proyecto, se establece una capacidad adecuada para cimentaciones superficiales, garantizando que las cargas transmitidas por la estructura permanezcan dentro de los márgenes aceptables.
- b) Peso unitario del suelo ( $\gamma$ ): Es otro valor clave, ya que permite calcular las presiones que actúan en profundidad y sobre las cimentaciones. Los ensayos realizados indican un peso unitario promedio que se encuentra dentro del rango esperado para suelos granulares con buen grado de compactación.

- c) Angulo de fricción interna ( $\phi$ ): Es un parámetro fundamental que define la resistencia al corte del suelo. Según (Das, 2015), resulta crucial para evaluar la capacidad del terreno y su comportamiento frente a cargas. En el presente análisis, se obtiene un valor superior a los 30°, lo que indica una adecuada resistencia del estrato sobre el cual se proyecta cimentar.
- d) Cohesión (c): También se considera en la evaluación, aunque en suelos arenosos esta puede ser mínima o nula, el estudio revela un valor bajo pero significativo, lo cual contribuye de forma complementaria a la resistencia al corte del terreno.
- e) Módulo de elasticidad del suelo ( $E_s$ ): Se emplea para estimar los asentamientos bajo carga. En el análisis local, el valor obtenido permite proyectar deformaciones dentro de los límites admisibles, garantizando un comportamiento uniforme de las cimentaciones y evitando asentamientos diferenciales críticos.

En conclusión, los parámetros determinados en el estudio geotécnico del proyecto coinciden con los criterios técnicos establecidos por (Das, 2015), lo que permite sustentar con solidez el diseño de cimentaciones proyectado para la infraestructura educativa. Esta concordancia garantiza estabilidad estructural, cumplimiento normativo y una adecuada interacción suelo-estructura.

## CAPITULO IV

### 4. DISEÑO ESTRUCTURAL DEL PROYECTO

#### 4.1. GENERALIDADES

La presente memoria de cálculo tiene como objetivo establecer las secciones correspondientes para el proyecto “MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EDUCATIVOS EN LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA DEL NIVEL PRIMARIO N°51076 SANTA ANITA DEL DISTRITO DE SANTA ANA, PROVINCIA DE LA CONVENCION, DEPARTAMENTO DEL CUSCO”, la cual está dividido en 2 bloques.

La configuración estructural del primer bloque, correspondiente al área administrativa y aulas, está conformada por un sistema estructural de tipo dual en ambas direcciones principales (X e Y). Esta edificación se desarrolla en cuatro niveles.

**Tabla 11.** Dimensiones de elementos estructurales

Elementos estructurales		Dimensiones
Vigas	Viga principal (VP)	0.3x0.80m
	Viga secundaria (VS)	0.30x0.70m
Columna	Columna (C1)	0.3x0.90m

	Columna (C2)	0.3x1.00m
Muro de concreto armado	PL-1	0.3x1.5m
Losa maciza	Losa maciza	e=0.2m
Zapata Combinada	Zapata combinada (ZC1)	0.6x2.5x4.2m
	Zapata combinada (ZC2)	0.6x3.0x4.2m
	Zapata combinada (ZC3)	H=0.6m
Zapata aislada	Zapata aislada(Z1)	0.6x2.0x3.0
Vigas de Cementación	Vigas de cimentación (VC)	0.3x0.9m

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.1.1 Normas Empleadas

Conforme a lo establecido por el RNE, el diseño estructural del proyecto se desarrolló en base a las siguientes normas técnicas específicas, las cuales regulan los criterios de análisis, dimensionamiento y seguridad estructural de las edificaciones:

- Cargas NTE-E-020
- Diseño Sismorresistente NTE-E-030
- Suelos y Cimentaciones NTE-E-050
- Concreto Armado NTE-E-060
- Albañilería NTE-E-070

#### 4.1.2 Detalles técnicos de los materiales empleados

##### ➤ Concreto:

- Resistencia a compresión:  $f'c=210\text{kg/cm}^2$  en viga de cimentación, zapata continua, columnas, vigas y losas.  $f'c=175\text{kg/cm}^2$  en columnas y vigas de confinamiento.
- Módulo de elasticidad:  $E=217370.65\text{kg/cm}^2$  para  $f'c=210\text{kg/cm}^2$
- Módulo de Poisson:  $\mu=0.15$
- Peso específico del concreto:  $\gamma_c = \frac{2400\text{kg}}{\text{m}^3}$  (concreto armado) y  $\gamma_c = \frac{2300\text{kg}}{\text{m}^3}$  (concreto simple)

##### ➤ Acero corrugado (ASTM A605):

- Resistencia de fluencia  $f_y=4200\text{kg/cm}^2$  (grado 60)
- Módulo de elasticidad  $E=2'000,000\text{kg/cm}^2$
- Peso específico:  $\gamma_s = \frac{7850\text{kg}}{\text{m}^3}$  (acero)

##### ➤ Recubrimientos mínimos(r):

- Cimientos, zapatas y vigas de cimentación 7.00cm
- Columnas y Vigas 4.00cm
- Losas, muros, columnetas, viguetas, y vigas chatas 2.00cm

### 4.1.3 Condiciones Geotécnicas del terreno y Criterios para el diseño de Cimentación.

Conforme a los lineamientos establecidos en el estudio de mecánica de suelos, se han definido los criterios técnicos que deben considerarse para el desarrollo del presente proyecto.

Para la calicata N°1

- Profundidad de cimento: 1.5m
- Peso específico:  $\gamma_s = \frac{1.433g}{cm^3}$
- Capacidad portante del suelo:  $q_a = \frac{1.86kg}{cm^2}$  (Df = 1.5m, FS: 3)
- Nivel freático: No presenta
- Perfil de suelo: S2 (Zona II)
- Angulo de fricción: 29.01°
- Esfuerzo de cohesión: 0.01kg/cm<sup>2</sup>
- Tipo de suelo de acuerdo al SUCS: GC (Grava Arcillosa)

De acuerdo con las conclusiones del estudio geotécnico, se sugiere emplear zapatas aisladas, ya sean rectangulares o cuadradas, vinculadas entre sí por medio de vigas de cimentación.

### 4.1.4 Configuración estructural

Dado que el proyecto se ubica en una zona de alta sismicidad y contempla edificaciones con luces moderadas y cargas convencionales, el sistema estructural ha sido diseñado siguiendo criterios de comportamiento sismorresistente. Estos lineamientos se detallan a continuación:

- Simplicidad geométrica y simetría estructural: Se priorizó un diseño estructural con configuraciones simples y distribuciones simétricas, lo que permite una mejor respuesta dinámica ante eventos sísmicos y facilita el análisis estructural mediante modelos representativos más precisos.
- Comportamiento de diafragma rígido: Las losas de entrepiso fueron diseñadas como diafragmas rígidos, lo que asegura una distribución uniforme de las cargas horizontales hacia los elementos verticales de soporte, de acuerdo con la rigidez relativa de estos últimos.
- Capacidad resistente en ambas direcciones: El sistema estructural garantiza una resistencia adecuada frente a cargas sísmicas actuantes en al menos dos direcciones ortogonales, asegurando su estabilidad global durante eventos sísmicos.
- Continuidad estructural y rigidez uniforme: Se evitó la presencia de irregularidades bruscas en la distribución de rigidez, minimizando discontinuidades que pudieran

concentrar esfuerzos. Para ello, se mantuvo la alineación vertical de elementos estructurales críticos, principalmente en los dos primeros niveles.

- Control de la deformación lateral: Para limitar el desplazamiento horizontal y reducir los daños estructurales y no estructurales durante un sismo, se optó por estructuras con una rigidez lateral elevada, en concordancia con las restricciones arquitectónicas del proyecto.

Además, que toda edificación planteada como tal y de acuerdo a la arquitectura, se clasifica como regular e irregular, y en función a ello se determina los siguientes tipos de estructuras:

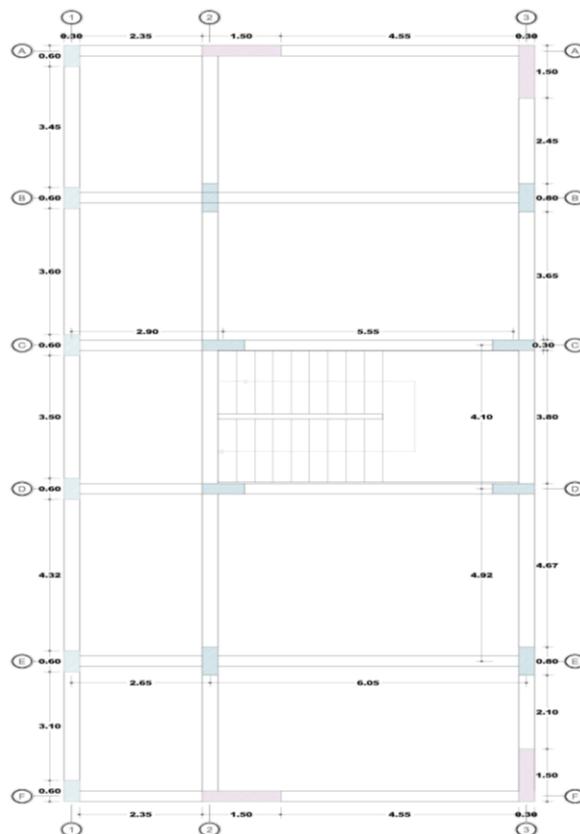
Estructuras regulares: Son aquellas cuya configuración no posee discontinuidad tanto en el sentido horizontal como vertical en otras palabras en planta y elevación.

Estructuras irregulares: Estructuras que poseen una o más irregularidades en planta y elevación.

#### 4.1.5 Dimensionamiento preliminar de los componentes estructurales

En el bloque N°1

*Ilustración 12. Distribución en planta de ejes horizontales y verticales*



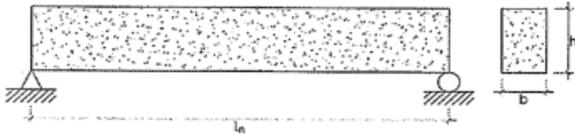
*Fuente: Elaboración propia.*

a) Pre-dimensionamiento de viga

Ilustración 13. Pre dimensionamiento de viga

**PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGAS**

**Vigas Principales**



$$b = \frac{B}{20} \geq 0.25m \quad (\text{Ec. 3.1})$$

$$h = \frac{L_n}{\alpha} \quad (\text{Ec. 3.2})$$

Dónde:  $B$  : Ancho tributario en metros.  
 $L_n$  : Luz libre en metros.

*Tabla 3.3 Factor para Predimensionamiento de vigas principales.*

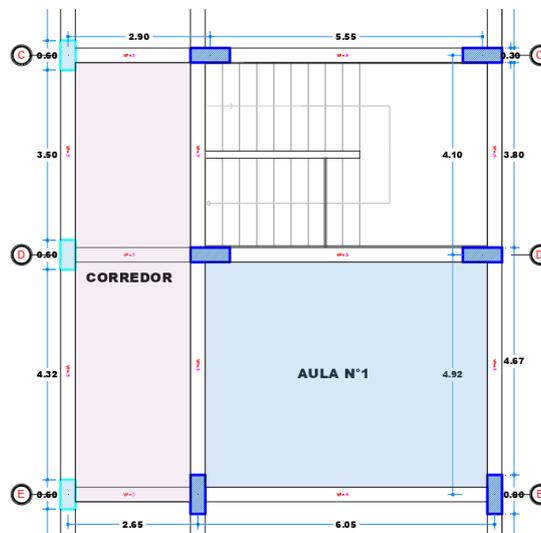
W <sub>sc</sub>	$\alpha$
S/C ≤ 200 kg/m <sup>2</sup>	12
200 < S/C ≤ 350 kg/m <sup>2</sup>	11
350 < S/C ≤ 600 kg/m <sup>2</sup>	10
600 < S/C ≤ 750 kg/m <sup>2</sup>	9

*Fuente: Diseño Sismorresistente de edificaciones de concreto armado Dr. Ricardo Oviedo Sarmiento*

**PARA VIGAS PERTENECIENTES A LA LOSA DEL PRIMER NIVEL:**

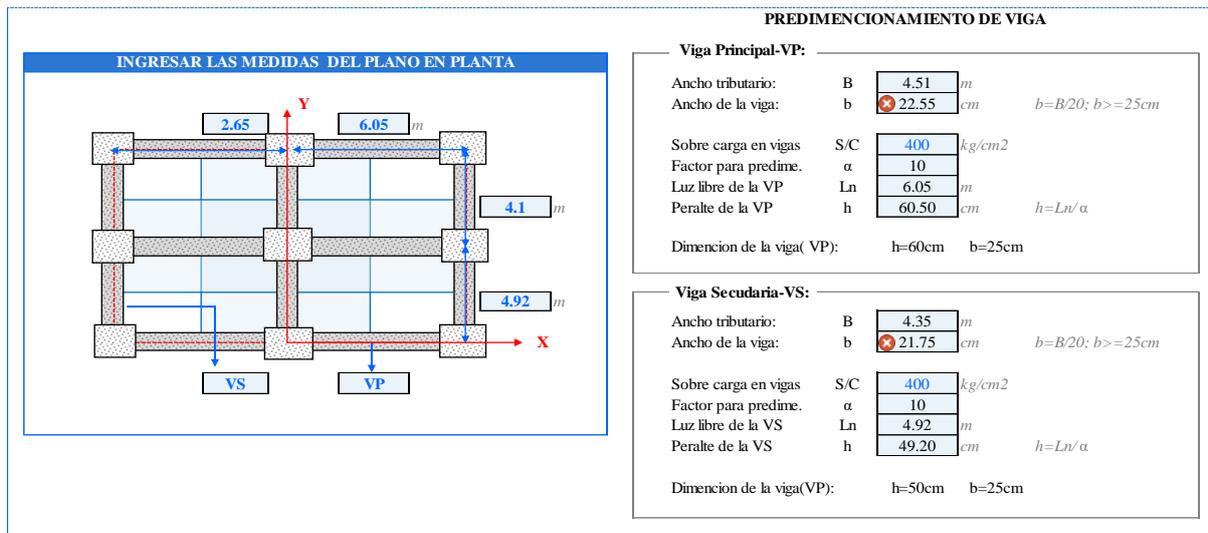
La sobre carga a considerar en de 250kg/cm<sup>2</sup> (aulas) y 400kg/cm<sup>2</sup> (escaleras y corredores) de acuerdo a la NTP E-020, este esfuerzo va actuar sobre la losa maciza de espesor e=20cm las cuales transmitirán cargas hacia las vigas principales y secundarias.

Ilustración 14. Distancias de vigas principales y secundarias



*Fuente propia*

Ilustración 15. Cuadro de cálculo de predimensionamiento de viga

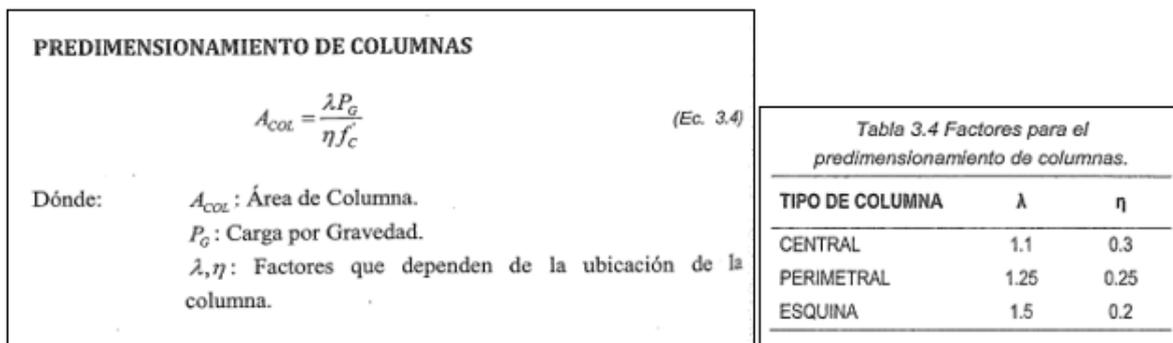


Fuente: Propia

Según el predimensionamiento desarrollado se tiene como sección de la VP (viga principal en dirección “X”) es de 30x60cm y de la VS (viga secundaria en dirección “Y”) es de 30x50cm.

### b) Pre-dimensionamiento de columnas

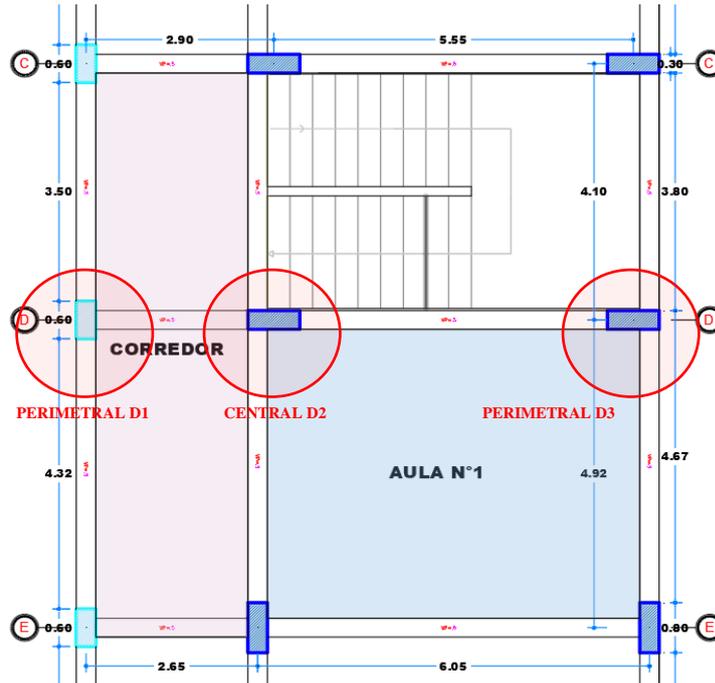
Ilustración 16. Predimensionamiento de columnas



Fuente: Diseño Sismorresistente de edificaciones de concreto armado Dr. Ricardo Oviedo

Se realizará el predimensionamiento de las siguientes columnas centrales y perimetrales.

Ilustración 17. Ubicación de columnas a predimensionamiento



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 18 Cuadro de cálculo de pre dimensionamiento de columna "D-1(30x60cm)"

**INGRESAR LAS MEDIDAS DEL PLANO EN PLANTA**

**Dimensión inicial de columna**

D1: 80 cm  
D2: 30 cm

80 cm  
30 cm

Altura del 1er nivel: 3.5 m  
 Altura típica: 3.5 m  
 Resistencia a compr.(fc): 210 kg/cm<sup>2</sup>  
 Numero de Pisos: 5  
 Tipo de Columna: Perimetral C4  
 Factor η: 0.25  
 Factor λ: 1.25  
 Tipo de losa: Losa masica  
 Peso de losa: 480 kg/m<sup>2</sup>

Losa Masica	
espesor (cm)	Pe (kg/m <sup>3</sup> )
20	2400

**PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNA**

**Perimetral**

**Carga muerta**

Descripcion	# Pisos	Area(m <sup>2</sup> )	Longitud (m)	Peso (Tn/m <sup>2</sup> )	Peso(m)
Peso de acabado:	5	5.98	---	0.1	2.99
Peso de Tabiqu. típica:	4	5.98	---	0.1	2.39
Peso de tabiqu. ultimo:	1	5.98	---	0.05	0.30
Peso de losa:	5	5.98	---	0.48	14.34

Descripcion	Cantida d	seccion(m <sup>2</sup> )	Longitud (m)	Peso Unit(Tn/m)	Peso(m)
Vigas en direccion X	5	0.15	1.03	2.4	1.85
Vigas en direccion Y	5	0.13	3.71	2.4	5.57
Columna	1	0.24	17.50	2.4	10.08

Peso de Carga Muerta: **37.51 Tn**

**Carga Viva**

Descripcion	# Pisos	Area(m <sup>2</sup> )	Longitud (m)	Peso (Tn/m <sup>2</sup> )	Peso(m)
Sobre Carga típica	4	5.98	---	0.4	9.56
Sobre carga Ultimo niv	1	5.98	---	0.4	2.39

Peso de Carga viva: **11.95 Tn**

**Carga por servicio y carga ultima de la columna**

Carga en servicio(Pg=CM+CV) **49.46 Tn**  
 Carga ultima(Pu=1.4CM+1.7CV) **72.83 Tn**

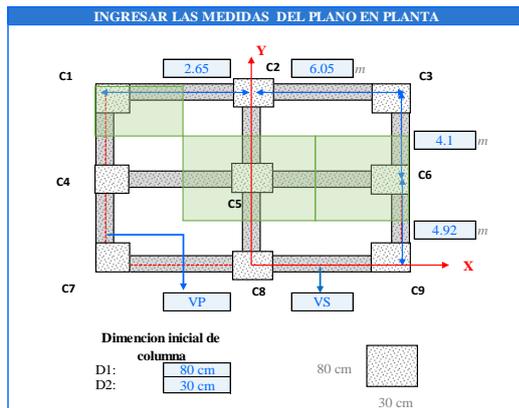
**Area de la Columna**

Area de la columna(Ac= λ\*Pg/η\*fc) **1177.63 cm<sup>2</sup>**

b(cm)	h(cm)	b(cm)	h(cm)	D(cm)
25	47.11	40	29.44	38.72
30	39.25	45	26.17	
35	33.65	60	19.63	

Fuente: Propia elaborado en EXCEL

Ilustración 19. Cuadro de cálculo de pre dimensionamiento de columna D-2(30x80cm)



Altura del 1er nivel	3.5	m
Altura típica	3.5	m
Resistencia a compr.(fc)	210	kg/cm <sup>2</sup>
Numero de Pisos:	5	
Tipo de Columna	Central	C5
Factor η:	0.3	
Factor λ:	1.1	
Tipo de losa:	Losa masisa	
Peso de losa:	480	kg/m <sup>2</sup>

Losa Masisa	
espesor (cm)	Pe (kg/m <sup>3</sup> )
20	2400

PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNA

Central

Carga muerta

Descripcion	# Pisos	Area(m <sup>2</sup> )	Longitud (m)	Peso (Tn/m <sup>2</sup> )	Peso(m)
Peso de acabado:	5	19.62	---	0.1	9.81
Peso de Tabiqu. típica:	4	19.62	---	0.1	7.85
Peso de tabiqu. ultimo:	1	19.62	---	0.05	0.98
Peso de losa:	5	19.62	---	0.48	47.08

Descripcion	Cantidad	seccion(m <sup>2</sup> )	Longitud (m)	Peso Unit(Tn/m)	Peso(m)
Vigas en direccion X	5	0.15	4.05	2.4	7.29
Vigas en direccion Y	5	0.13	3.71	2.4	5.57
Columna	1	0.24	17.50	2.4	10.08

Peso de Carga Muerta: **88.66 Tn**

Carga Viva

Descripcion	# Pisos	Area(m <sup>2</sup> )	Longitud (m)	Peso (Tn/m <sup>2</sup> )	Peso(m)
Sobre Carga típica	4	19.62	---	0.4	31.39
Sobre carga Ultimo nivel	1	19.62	---	0.4	7.85

Peso de Carga viva: **39.24 Tn**

Carga por servicio y carga última de la columna

Carga en servicio(Pg=CM+CV)	127.89 Tn
Carga última(Pu=1.4CM+1.7CV)	190.82 Tn

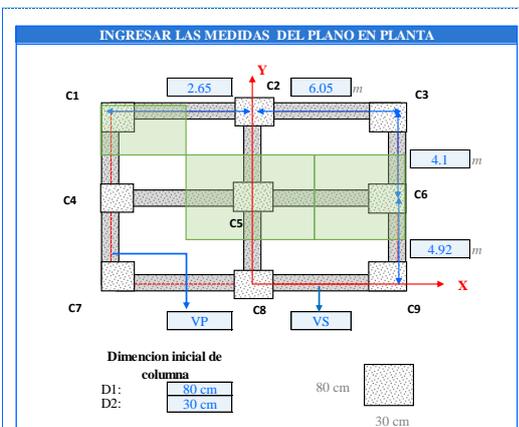
Area de la Columna

Area de la columna(Ac= λ\*Pg/η\*fc) **2233.07 cm<sup>2</sup>**

b(cm)	h(cm)	b(cm)	h(cm)	D(cm)
25	89.32	40	55.83	53.32
30	74.44	45	49.62	
35	63.80	60	37.22	

Fuente: Elaboración propia.

Ilustración 20. Cuadro de cálculo de pre dimensionamiento de columna D-3(30x80cm)



Altura del 1er nivel	3.5	m
Altura típica	3.5	m
Resistencia a compr.(fc)	210	kg/cm <sup>2</sup>
Numero de Pisos:	5	
Tipo de Columna	Perimetral	C6
Factor η:	0.25	
Factor λ:	1.25	
Tipo de losa:	Losa masisa	
Peso de losa:	480	kg/m <sup>2</sup>

Losa Masisa	
espesor (cm)	Pe (kg/m <sup>3</sup> )
20	2400

PREDIMENSIONAMIENTO DE COLUMNA

Perimetral

Carga muerta

Descripcion	# Pisos	Area(m <sup>2</sup> )	Longitud (m)	Peso (Tn/m <sup>2</sup> )	Peso(m)
Peso de acabado:	5	13.64	---	0.1	6.82
Peso de Tabiqu. típica:	4	13.64	---	0.1	5.46
Peso de tabiqu. ultimo:	1	13.64	---	0.05	0.68
Peso de losa:	5	13.64	---	0.48	32.74

Descripcion	Cantidad	seccion(m <sup>2</sup> )	Longitud (m)	Peso Unit(Tn/m)	Peso(m)
Vigas en direccion X	5	0.15	2.73	2.4	4.91
Vigas en direccion Y	5	0.13	3.71	2.4	5.57
Columna	1	0.24	17.50	2.4	10.08

Peso de Carga Muerta: **66.25 Tn**

Carga Viva

Descripcion	# Pisos	Area(m <sup>2</sup> )	Longitud (m)	Peso (Tn/m <sup>2</sup> )	Peso(m)
Sobre Carga típica	4	13.64	---	0.4	21.83
Sobre carga Ultimo nivel	1	13.64	---	0.4	5.46

Peso de Carga viva: **27.29 Tn**

Carga por servicio y carga última de la columna

Carga en servicio(Pg=CM+CV)	93.54 Tn
Carga última(Pu=1.4CM+1.7CV)	139.14 Tn

Area de la Columna

Area de la columna(Ac= λ\*Pg/η\*fc) **2227.11 cm<sup>2</sup>**

b(cm)	h(cm)	b(cm)	h(cm)	D(cm)
25	89.08	40	55.68	53.25
30	74.24	45	49.49	
35	63.63	60	37.12	

Fuente: Elaboración propia.

c) Pre dimensionamiento de losas

Ilustración 21. Peralte mínimo para losas

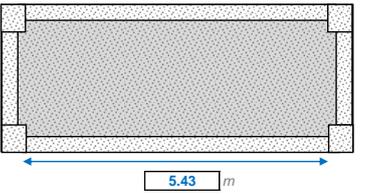
Según el RNE – E.060 – 2009 en su Capítulo 9.

Tabla 3.1 Peraltes o espesores mínimos de vigas no preesforzadas o losas reforzadas en una dirección a menos que se calculen las deflexiones.

Elementos	Espesor o peralte mínimo, h				
	Elementos que no soporten o estén ligados a divisiones u otro tipo de elementos no estructurales susceptibles de dañarse debido a deflexiones grandes.	Simplemente apoyados	Con un extremo continuo	Ambos extremos continuos	En voladizo
Losas macizas en una dirección		L/20	L/24	L/28	L/10
Vigas o losas nervadas en una dirección		L/16	L/18.5	L/21	L/8

Fuente: Diseño Sismorresistente de edificaciones de concreto armado  
Dr. Ricardo Oviedo Sarmiento

Ilustración 22. Cuadro de cálculo de pre dimensionamiento de losa maciza y aligerada



Tipo de Losa con ambos extremos continuo

**PREDIMENSIONAMIENTO DE LOSA**

espesor de la losa

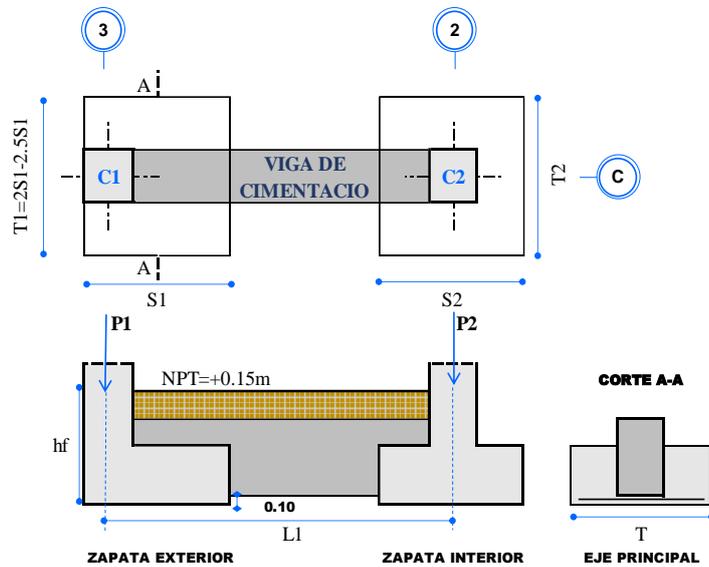
Espesor de losa maciza en 1D	19.39	cm
Espesor de losa aligerada en 1D	25.86	cm

Fuente: Elaboración propia

Según los cálculos preliminares realizados, se ha determinado que la losa aligerada tendrá un espesor total de 25 cm, conformado por una capa de concreto de 5 cm y bloques de ladrillo con una altura de 20 cm.

## d) Pre dimensionamiento de cimentación

Ilustración 23. Calculo de predimensionamiento de cimentación

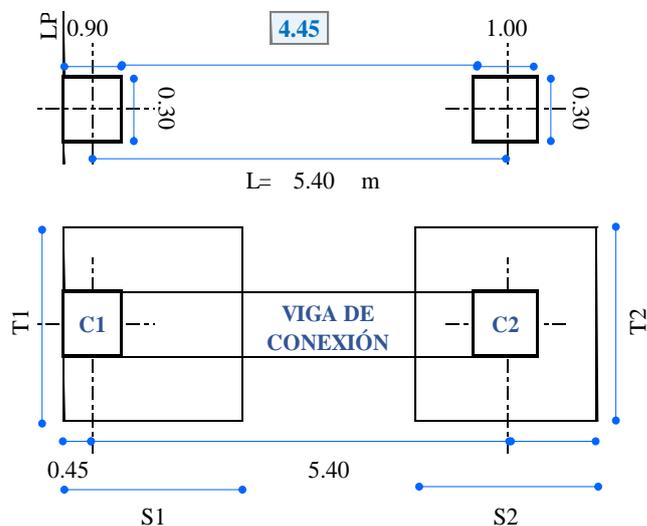


### DATOS

	ZAPATA EXTERIOR		ZAPATA INTERIOR	
Carga de servicio	P1 = PD1+PL1		P2 = PD2+PL2	
Carga muerta	PD1	50.8 Tn	PD2	69.247 Tn
Carga viva	PL1	11.3 Tn	PL2	24.78 Tn
Esfuerzo adm. del suelo	$\sigma_{adm}$	1.86 kg/cm <sup>2</sup>	S/C piso	0.20 Tn/m <sup>2</sup>
Prof. de la cimentacion	hf	1.50 m	f <sub>c</sub>	210 kg/cm <sup>2</sup>
Peso unit. Nat. de suelo	$\gamma_{suelo}$	1.43 Tn/m <sup>3</sup>	f <sub>y</sub>	4200 kg/cm <sup>2</sup>
Altura de suelo	$h_{suelo}$	0.90 m	$\gamma_c$	2.40 Tn/m <sup>3</sup>
Reduccion por flexion	$\phi_{flec}$	0.90	r efec viga	6 cm
Reduccion por corte	$\phi_{corte}$	0.85	r efec zapata	8.47 cm

### DIMENSION DE COLUMNAS

Column	t1 (m)	t2 (m)
C1:	0.90	0.30
C2:	1.00	0.30



### 1.1 PREDIMENSIONAMIENTO DIMENSIONANDO ZAPATAS

Carga de servicio de la C-1	P1:	62.0	Tn	
Esfuerzo estructural en FZ	$\sigma_n$ :	15.67	Tn/m <sup>2</sup>	$\rightarrow Az1 = \frac{P1}{\sigma_n}$
Area de la zapata exterior	Az1:	3.958	m <sup>2</sup>	
S1, T1(2*S1) zapata rectag	S1:	1.41	m	
<b>Usar:</b>	S1:	1.40	m	

### 1.2 PREDIMENSIONAMIENTO DE VIGA DE CIMENTACION

Altura de la viga	h =	0.771	m	$\rightarrow h=L/9-L/7$
Ancho de la viga	b =	0.371	m	$\rightarrow b=P1/31*L$

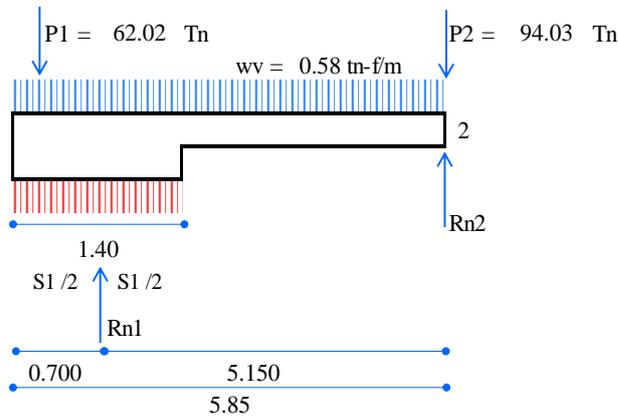
**Usar:** b x h = 0.30 x 0.80 m<sup>2</sup>

$h/2 = 0.3857$

### 1.3 DIMENSION DE ZAPATA EXTERIOR E INTERIOR

#### 1.3.1 Calculo de las reaccion en los apoyos del suelo

$wv = 0.3 * 0.8 * 2.4 = 0.576 \text{ Tn/m}$



Rn1: reaccion neta de la zapata exterior  
Rn2: reaccion neta de la zapata interior

$\Sigma M_2 = 0$

$Rn1 * (5.15) = P1 * 5.4 + 0.576 * 5.85^2 / 2$

Rn1: **66.95 Tn**

$\Sigma F = 0$

$Rn2 = 62.0249 + 94.0269 + 0.58 * 5.85 - 66.95$

Rn2: **92.472 Tn**

#### 1.3.2 Dimensionamiento de las zapatas

$Az1 = \frac{Rn1}{\sigma_n} = 4.27 \text{ m}^2$

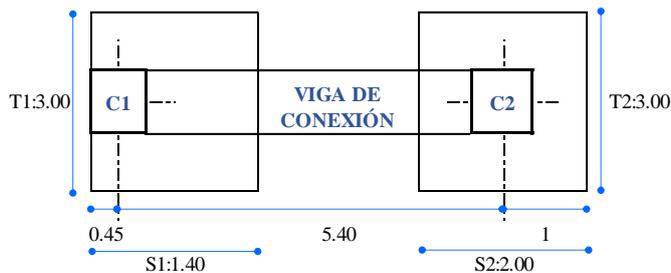
$S1 = 1.40 \quad 4.27 = T1 * 1.4 \quad T1 = 3.05 \text{ m}$

**Usar:** T1 x S1 = 3.00 x 1.40 m

$Az2 = \frac{Rn2}{\sigma_n} = 5.90 \text{ m}^2$

$S2 = 2.08 \quad 5.90 = T2 * 2.079 \quad T2 = 2.84$

**Usar:** T2 x S2 = 3.00 x 2.00 m



Fuente: Elaboración propia.

## 4.2. METRADO DE CARGAS EN LA ESTRUCTURA

### 4.2.1 Cargas Verticales

Para el análisis de cargas verticales se aplicó lo indicado por la norma técnica E.020.

#### a) Cargas vivas

Conocidas como cargas móviles, este tipo de cargas presenta variabilidad y no se mantiene constante sobre la estructura. Incluyen el peso de personas, mobiliario, equipos, materiales y demás objetos trasladables dentro del edificio.

- Sobrecarga en Aulas:  $250 \text{ kg-f/m}^2$
- Sobrecarga en escaleras y corredores en viviendas:  $400 \text{ kg-f/m}^2$

#### b) Cargas muertas

Conocidas como cargas permanentes o inmóviles, comprenden el peso de los elementos que forman parte integral de la estructura, tales como materiales de construcción, equipos fijos, tabiques y sistemas de servicio. Estas cargas se caracterizan por permanecer constantes en el tiempo o por presentar variaciones mínimas en su magnitud. Entre los valores adoptados para el análisis estructural se consideran:

- Peso específico del concreto armado:  $2400 \text{ kg/m}^3$
- Peso específico de tabiquería no estructural:  $1350 \text{ kg/m}^3$
- Carga por acabados:  $120 \text{ kg/m}^2$
- Carga por tabiquería:  $150 \text{ kg/m}^2$ .

### 4.2.2 Cargas Horizontales

La evaluación de las cargas estáticas y dinámicas generadas por un sismo se realiza conforme a los lineamientos establecidos en la NTP E.030 de diseño sismo resistente.

### 4.2.3 Combinación de Cargas

Según la NTE E.060, la evaluación estructural del concreto armado se efectúa utilizando un sistema de cargas amplificadas.

- COMB1:  $1.4CM + 1.7CV$
- COMB2:  $1.25 (CM + CV) + CSX$
- COMB3:  $1.25 (CM + CV) - CSX$
- COMB4:  $1.25 (CM+CV) + CSY$
- COMB5:  $1.25 (CM+CV) - CSY$
- COMB6:  $0.9CM + CSX$
- COMB7:  $0.9CM - CSX$

- COMB8: 0.9CM + CSY
- COMB9: 0.9CM – CSY
- ENVOLVENTE: Max. y Min. (COMB.i), i=1, 2,...,9

### 4.3. ANALISIS ESTATICO Y MODAL ESPECTRAL

#### 4.3.1 Análisis Estático

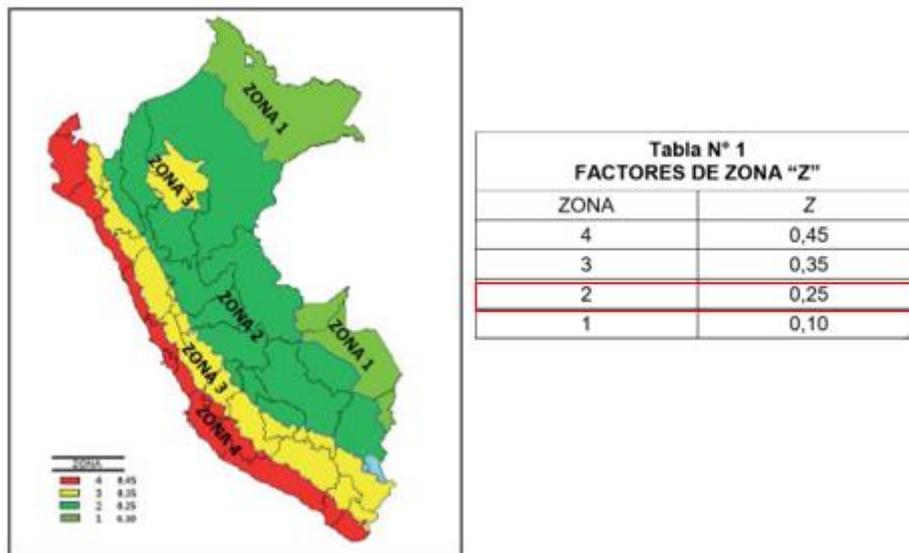
Este método representa la carga sísmica como un conjunto de fuerzas horizontales concentradas en los centros de masa de los distintos niveles del edificio.

#### 4.3.2 Parámetros Sísmicos

##### a) Factor de zona (Z)

De acuerdo con la E.030, el Perú está sectorizado en cuatro áreas sísmicas conforme a la sismicidad observada; Santa Ana se localiza en la zona 2.

*Ilustración 24. Zonas sísmicas del Perú y factores de zona del Perú*



*Fuente: MVCS. Norma E-030 (2019) Art 10.11*

##### b) Factor de suelo (S)

En la zona de estudio, el suelo presenta una velocidad de propagación de ondas de corte ( $V_s$ ) de aproximadamente 289.5 m/s. El promedio de golpes obtenidos en el ensayo SPT es de 45, y la resistencia al corte del terreno se estima en 76 kPa.

**Tabla 12.** Clasificación de los perfiles de suelo y factor de suelo "S"

Tabla N° 2 CLASIFICACIÓN DE LOS PERFILES DE SUELO				Tabla N° 3 FACTOR DE SUELO "S"				
Perfil	$V_g$	$\bar{N}_{60}$	$\bar{s}_w$	SUELO ZONA	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
S <sub>0</sub>	> 1500 m/s	-	-	Z <sub>4</sub>	0,80	1,00	1,05	1,10
S <sub>1</sub>	500 m/s a 1500 m/s	> 50	>100 kPa	Z <sub>3</sub>	0,80	1,00	1,15	1,20
S <sub>2</sub>	180 m/s a 500 m/s	15 a 50	50 kPa a 100 kPa	Z <sub>2</sub>	0,80	1,00	1,20	1,40
S <sub>3</sub>	< 180 m/s	< 15	25 kPa a 50 kPa	Z <sub>1</sub>	0,80	1,00	1,60	2,00
S <sub>4</sub>	Clasificación basada en el EMS							

Fuente: MVCS, Norma E-030 (2019) Art 12, 13.

De acuerdo con la Tabla N.º2, el tipo de suelo ha sido clasificado como S2 (intermedio). El factor de suelo se determina considerando conjuntamente la zona sísmica y la categoría del perfil. Así, se establece un valor de 1.2 para el factor correspondiente.

**c) Factor de amplificación sísmica (C)**

Para determinar el factor de amplificación sísmica, se considerarán inicialmente los valores de  $T_p$  (el período que establece la meseta del factor C) y  $T_L$  (el período que marca el comienzo de la zona donde el factor C mantiene un desplazamiento constante).

Parámetro de Sitio (S, TP y TL)

**Tabla 13.** Periodos  $T_p$  y  $T_L$

Tabla N° 4 PERÍODOS " $T_P$ " Y " $T_L$ "				
	Perfil de suelo			
	S <sub>0</sub>	S <sub>1</sub>	S <sub>2</sub>	S <sub>3</sub>
$T_P$ (s)	0,3	0,4	0,6	1,0
$T_L$ (s)	3,0	2,5	2,0	1,6

Fuente: MVCS, norma E-030 (2019) Art 13

$T_p$ : Periodo que define la plataforma del factor "C"

$T_L$ : Periodo que define el inicio de la zona del factor "C" con desplazamiento constante

Ilustración 25. Valores de coeficiente  $C_t$

Donde:	
$C_T = 35$	Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean únicamente:
	a) Pórticos de concreto armado sin muros de corte.
	b) Pórticos dúctiles de acero con uniones resistentes a momentos, sin arriostramiento.
$C_T = 45$	Para edificios cuyos elementos resistentes en la dirección considerada sean:
	a) Pórticos de concreto armado con muros en las cajas de ascensores y escaleras.
	b) Pórticos de acero arriostrados.
$C_T = 60$	Para edificios de albañilería y para todos los edificios de concreto armado duales, de muros estructurales, y muros de ductilidad limitada.

$$T = \frac{h_n}{C_T} \quad (\text{E 030 Art. 28.4})$$

Donde:

$h_n$  = altura del edificio

$h_n = 14.00$  metros

$C_T = 60$

$$T = \frac{14.00\text{m}}{60} = 0.233\text{seg}$$

**T = 0.233seg**

fuentes: MVCS, Norma E-030 (2019)

La norma también permite emplear el periodo de vibración obtenido de los modos de vibración, ya que estos resultados son más precisos, mientras que el periodo calculado mediante la fórmula es más general y empírico, no reflejando un valor exacto del periodo de vibración.

Ilustración 26 Periodos de vibración y modos de vibración

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX
Modal	1	0.483	0.8115	3.861E-05	4.291E-05	0.8115	3.861E-05	4.291E-05	1.73E-06
Modal	2	0.442	0.0001	0.7005	1.209E-06	0.8116	0.7005	4.412E-05	0.0483
Modal	3	0.39	0.0001	0.1179	0	0.8118	0.8184	4.415E-05	0.0103
Modal	4	0.148	0.1225	4.243E-06	0.0001	0.9343	0.8184	0.0002	1.266E-05
Modal	5	0.138	1.455E-05	0.1016	2.019E-06	0.9343	0.92	0.0002	0.1317
Modal	6	0.115	1.305E-05	0.019	1.89E-06	0.9343	0.939	0.0002	0.0183
Modal	7	0.08	0.0441	0	0.0018	0.9784	0.939	0.002	0.0002
Modal	8	0.078	0.0002	0.0006	0.2707	0.9786	0.9396	0.2727	0.0886
Modal	9	0.075	9.837E-06	0.035	0.0293	0.9786	0.9747	0.3019	0.0409
Modal	10	0.073	5.99E-06	0.002	0.1742	0.9786	0.9766	0.4761	0.1212
Modal	11	0.067	0.0001	3.172E-06	0.0167	0.9787	0.9766	0.4928	0.006
Modal	12	0.065	0.0001	0.0002	0.0018	0.9788	0.9768	0.4946	0.0007
Modal	13	0.064	0.0001	2.018E-05	0.0112	0.9788	0.9769	0.5058	0.0035
Modal	14	0.062	4.925E-05	1.752E-06	0.0283	0.9789	0.9769	0.5341	0.0032
Modal	15	0.061	0	1.985E-05	0.0061	0.9789	0.9769	0.5402	0.0068

Fuente: Elaboración propia (ETABS)

En la dirección “X”, el modo de vibración 1 presenta la mayor contribución de masa, representando un 81.15%, con un periodo de vibración  $T_x=0.483$ .

En la dirección “Y”, el modo de vibración 2 tiene la mayor participación de masa, equivalente al 70.05%, y un periodo de vibración  $T_y=0.442$ .

$$T_p = 0.6$$

$$T_L = 2$$

Ilustración 27. Relación de periodo y factor de amplificación sísmica

$T < T_p$	$C = 2,5$
$T_p < T < T_L$	$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p}{T}\right)$
$T > T_L$	$C = 2,5 \cdot \left(\frac{T_p \cdot T_L}{T^2}\right)$

fuentes: MVCS, Norma E-030 (2019).

- **Dirección X :**  $T_x = 0.483 < T_p(0.6) , C = 2.5$
- **Dirección Y :**  $T_y = 0.442 < T_p(0.6) , C = 2.5$

Para ambas direcciones del Factor de amplificación es de 2.5.

**d) Factor de uso (U)**

Categoría de la Edificación se considera como instituciones educativas de nivel primario, por ende, son edificaciones esenciales cuya categoría es “A” y su factor de uso es U=1.5

**Tabla 14.** *Categoría de las edificaciones y factor “U”*

Tabla N° 5 CATEGORÍA DE LAS EDIFICACIONES Y FACTOR "U"		
CATEGORÍA	DESCRIPCIÓN	FACTOR U
A Edificaciones Esenciales	A1: Establecimientos del sector salud (públicos y privados) del segundo y tercer nivel, según lo normado por el Ministerio de Salud.	Ver nota 1
	A2: Edificaciones esenciales para el manejo de las emergencias, el funcionamiento del gobierno y en general aquellas edificaciones que puedan servir de refugio después de un desastre. Se incluyen las siguientes edificaciones: <ul style="list-style-type: none"> <li>- Establecimientos de salud no comprendidos en la categoría A1.</li> <li>- Puertos, aeropuertos, estaciones ferroviarias de pasajeros, sistemas masivos de transporte, locales municipales, centrales de comunicaciones.</li> <li>- Estaciones de bomberos, cuarteles de las fuerzas armadas y policía.</li> <li>- Instalaciones de generación y transformación de electricidad, reservorios y plantas de tratamiento de agua.</li> <li>- Instituciones educativas, institutos superiores tecnológicos y universidades.</li> <li>- Edificaciones cuyo colapso puede representar un riesgo adicional, tales como grandes hornos, fábricas y depósitos de materiales inflamables o tóxicos.</li> <li>- Edificios que almacenen archivos e información esencial del Estado.</li> </ul>	1,5

*fuelle: MVCS, Norma E-030 (2019) Art 15.*

**e) Factor de reducción de fuerzas sísmicas (R)**

El valor depende de tres parámetros: el coeficiente básico de reducción de fuerzas sísmicas (Ro), la irregularidad en altura (Ia) y la irregularidad en planta (Ip).

$$R = R_o * I_a * I_p$$

**Coeficiente básico de reducción de las fuerzas sísmicas (Ro)**

A mayor ductilidad de la estructura, menor será su rigidez. En el caso de estructuras duales de concreto armado, el coeficiente básico de reducción se establece en Ro=7.

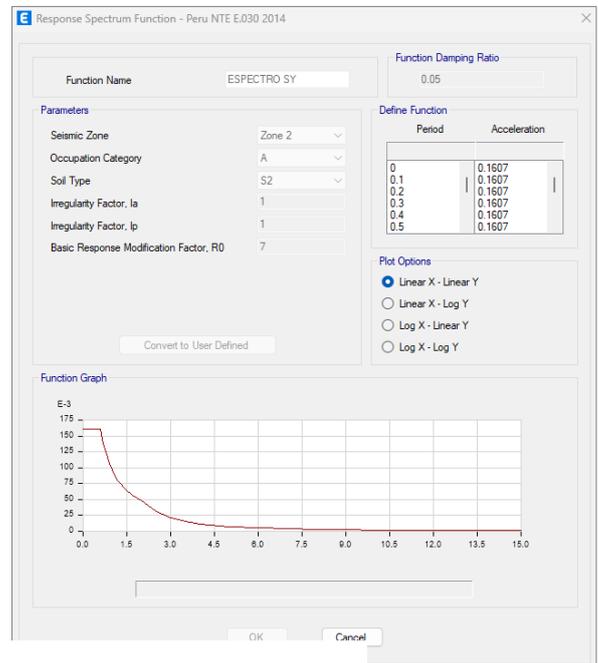
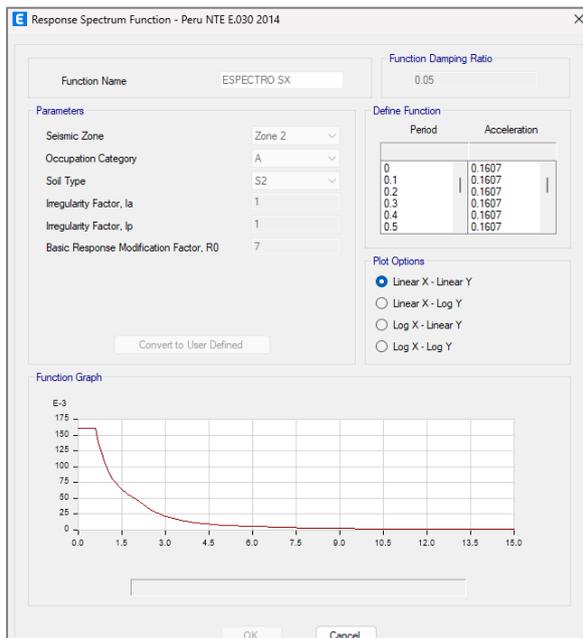
**Tabla 15. Coeficiente básico de reducción**

Tabla N° 7 SISTEMAS ESTRUCTURALES	
Sistema Estructural	Coficiente Básico de Reducción $R_o$ (*)
<b>Acero:</b>	
Pórticos Especiales Resistentes a Momentos (SMF)	8
Pórticos Intermedios Resistentes a Momentos (IMF)	5
Pórticos Ordinarios Resistentes a Momentos (OMF)	4
Pórticos Especiales Concéntricamente Arriostrados (SCBF)	7
Pórticos Ordinarios Concéntricamente Arriostrados (OCBF)	4
Pórticos Excéntricamente Arriostrados (EBF)	8
<b>Concreto Armado:</b>	
Pórticos	8
Dual	7
De muros estructurales	6
Muros de ductilidad limitada	4
<b>Albañilería Armada o Confinada</b>	3
Madera	7(**)

*fuentes: MVCS, Norma E-030 (2019) Art 18.*

En ambas direcciones, se adopta un coeficiente básico de reducción sísmica de  $R_o=7$ . Inicialmente, se asumirá un valor de 1 para las irregularidades en altura y planta, considerando la estructura como regular. Posteriormente, se evaluarán las irregularidades reales presentes y se ajustará el factor de reducción sísmica según corresponda.

*Ilustración 28. Parámetros para el espectro de Diseño en ambas direcciones*

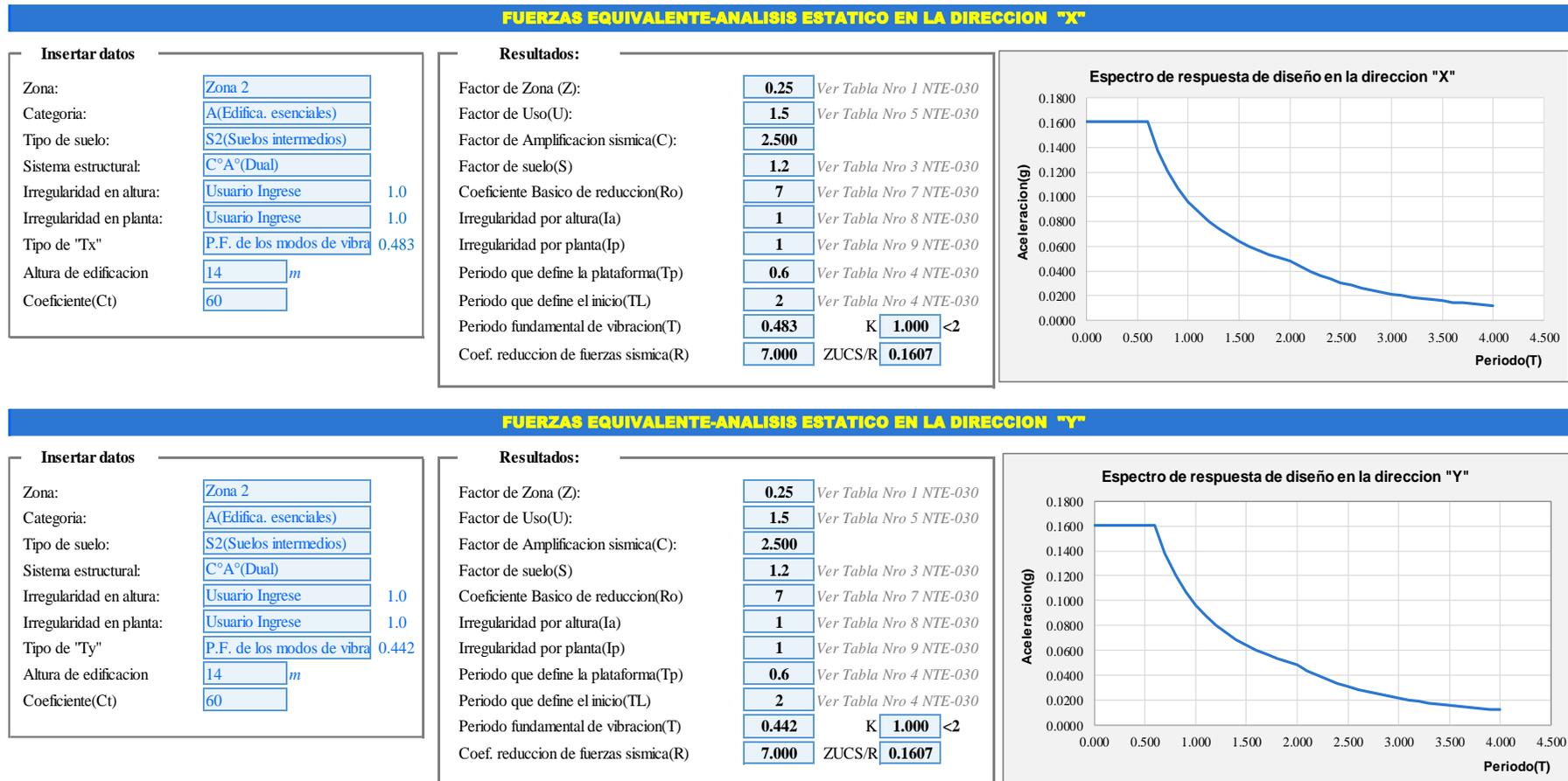


*Fuente: Propia (ETABS)*

### 4.3.3 Análisis Dinámico Modal Espectral

Toda estructura debe ser diseñada tomando los resultados obtenidos del análisis dinámico mediante la combinación modal espectral.

Ilustración 29. Espectro de respuesta de diseño



Si  $T \leq 0.5$  ;  $k = 1$

Si  $T > 0.5$  ;  $k = (0.75 + 0.5T) \leq 2$

Para la dirección “X”

Para la dirección “Y”

$(ZUCS/R)_x=0.1607(16.07\%)$

$(ZUCS/R)_y=0.1607(16.07\%)$

$T_x=0.483 < 0.5 \rightarrow k=1$

$T_y=0.442 < 0.5 \rightarrow k=1$

Este valor nos servirá para realizar el análisis estático de la estructura en el software ETABS.

#### 4.3.4 Datos ingresados al software ETABS

##### a) Datos para el análisis estático

###### ➤ Cargas estáticas

El artículo 28.2 de la Norma E-030 establece que la fuerza cortante basal corresponde a una proporción del peso total de la estructura.

$$V_b = \frac{ZUCS}{R} * P$$

Según el artículo 28.3 de la Norma E-030, la distribución de las fuerzas sísmicas por nivel en una edificación se determina utilizando la siguiente fórmula.

$$F_i = \alpha_i * V$$

$$\alpha_i = \frac{P_i h_i^k}{\sum_{j=1}^n P_j h_j^k}$$

Donde:

- $V_b$ : Cortante basal
- $P$ : Peso de la estructura
- $F_i$ : Fuerza en cada nivel
- $K$ : Coeficiente adimensional
- $n$ : Número de pisos

$$(ZUCS/R)_x=0.1607 \quad ; \quad K_x=1$$

$$(ZUCS/R)_y=0.1406 \quad ; \quad K_y=1$$

Ilustración 30. Datos para los análisis estáticos en la dirección “X”

The screenshot shows the 'Seismic Load Pattern - User Defined' dialog box. It is divided into three main sections: 'Direction and Eccentricity', 'Factors', and 'Story Range'.  
- In the 'Direction and Eccentricity' section, the 'X Dir + Eccentricity' checkbox is selected. Other options like 'X Dir', 'Y Dir', and 'Y Dir + Eccentricity' are unselected. The 'Ecc. Ratio (All Diaph.)' is set to 0.05.  
- In the 'Factors' section, 'Base Shear Coefficient, C' is 0.1607 and 'Building Height Exp., K' is 1.  
- In the 'Story Range' section, 'Top Story' is 'ENTRE PISO4' and 'Bottom Story' is 'Base'.  
Buttons for 'OK' and 'Cancel' are at the bottom.

Fuente: Propia (ETABS)

Ilustración 31. Datos para los análisis estáticos en la dirección “Y”

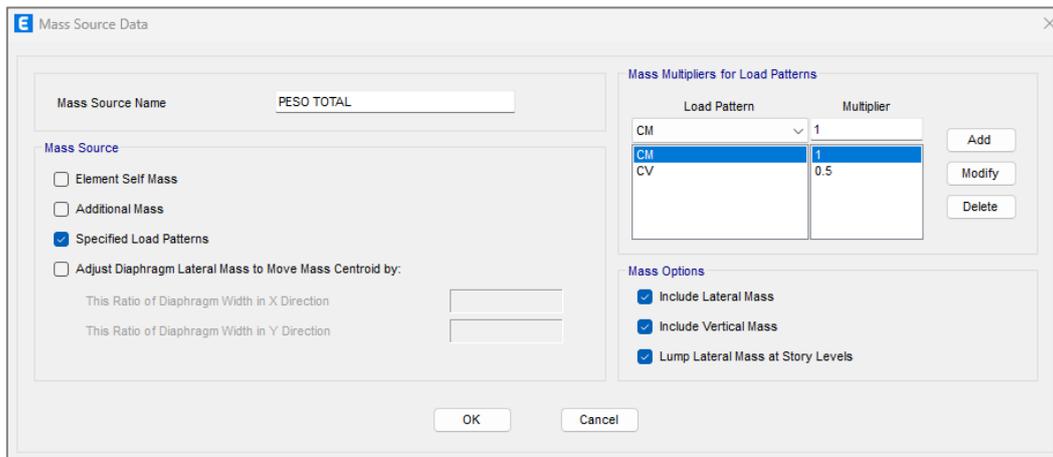
The screenshot shows the 'Seismic Load Pattern - User Defined' dialog box. It is divided into three main sections: 'Direction and Eccentricity', 'Factors', and 'Story Range'.  
- In the 'Direction and Eccentricity' section, the 'Y Dir + Eccentricity' checkbox is selected. Other options like 'X Dir', 'Y Dir', and 'X Dir + Eccentricity' are unselected. The 'Ecc. Ratio (All Diaph.)' is set to 0.05.  
- In the 'Factors' section, 'Base Shear Coefficient, C' is 0.1607 and 'Building Height Exp., K' is 1.  
- In the 'Story Range' section, 'Top Story' is 'ENTRE PISO4' and 'Bottom Story' is 'Base'.  
Buttons for 'OK' and 'Cancel' are at the bottom.

Fuente: Propia (ETABS)

➤ **Peso de la estructura**

El artículo 26 de la Norma E-030 establece que el peso total de una edificación se obtiene sumando el peso propio (carga muerta) y un porcentaje de la carga viva, el cual varía según la categoría del edificio. En edificaciones clasificadas como esenciales, categoría “A”, se considera un 50% de la carga viva adicional al peso propio.

Ilustración 32. Peso Total de la edificación



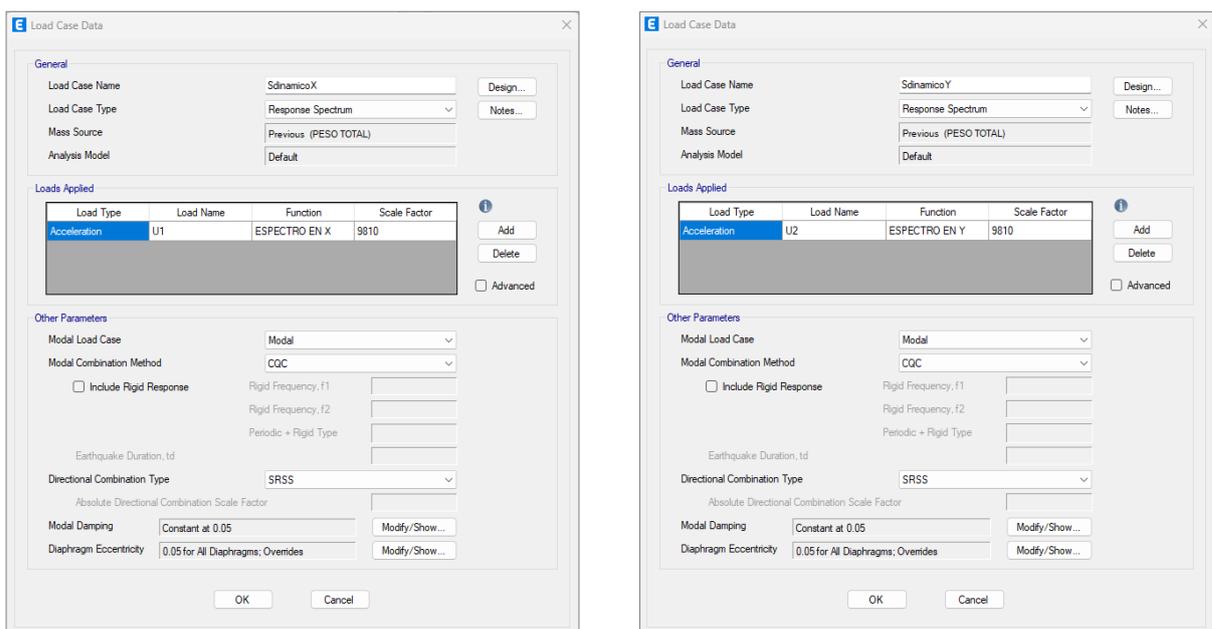
Fuente: Propia (ETABS)

## b) Datos para el análisis dinámico

### ➤ Criterios de combinación

El artículo 29.3 de la Norma E-030 establece los criterios de combinación necesarios para estimar la respuesta máxima elástica esperada ( $r$ ), tanto en lo que respecta a las fuerzas internas de los elementos estructurales como a los parámetros globales del edificio, tales como la fuerza cortante en la base, cortantes entre pisos, momentos de volcamiento, y desplazamientos totales y relativos entre niveles. La combinación más utilizada para este fin es la combinación cuadrática completa (CQC).

Ilustración 33. Combinación cuadrática completa



Fuente: Elaboración propia en ETABS

### 4.3.5 Análisis sismo resistente de la estructura

#### a) Verificación de la cortante basal mínima

Según el artículo 29.4 de la Norma E-030, la fuerza cortante dinámica en el primer entrepiso, en cada dirección analizada, debe ser como mínimo el 80% de la fuerza cortante estática en el caso de estructuras irregulares, y al menos el 90% para estructuras regulares.

Ilustración 34. Fuerzas cortante en el 1er entre pisos.

Output Case	Case Type	Step Type	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m	X m	Y m	Z m
SestaticoX	LinStatic		-155.7292	0	-6.78E-06	-0.0001	-1608.9426	1785.1948	0	0	0
SestaticoY	LinStatic		-2.07E-06	-155.7302	1.506E-06	1608.9469	-2.44E-05	-960.9043	0	0	0
SdinamicoX	LinRespSpec	Max	128.2243	1.1933	1.2602	17.9201	1334.8185	1437.7477	0	0	0
SdinamicoY	LinRespSpec	Max	1.1933	118.999	1.1473	1226.7087	15.0835	656.1032	0	0	0

Fuente: Propia (ETABS)

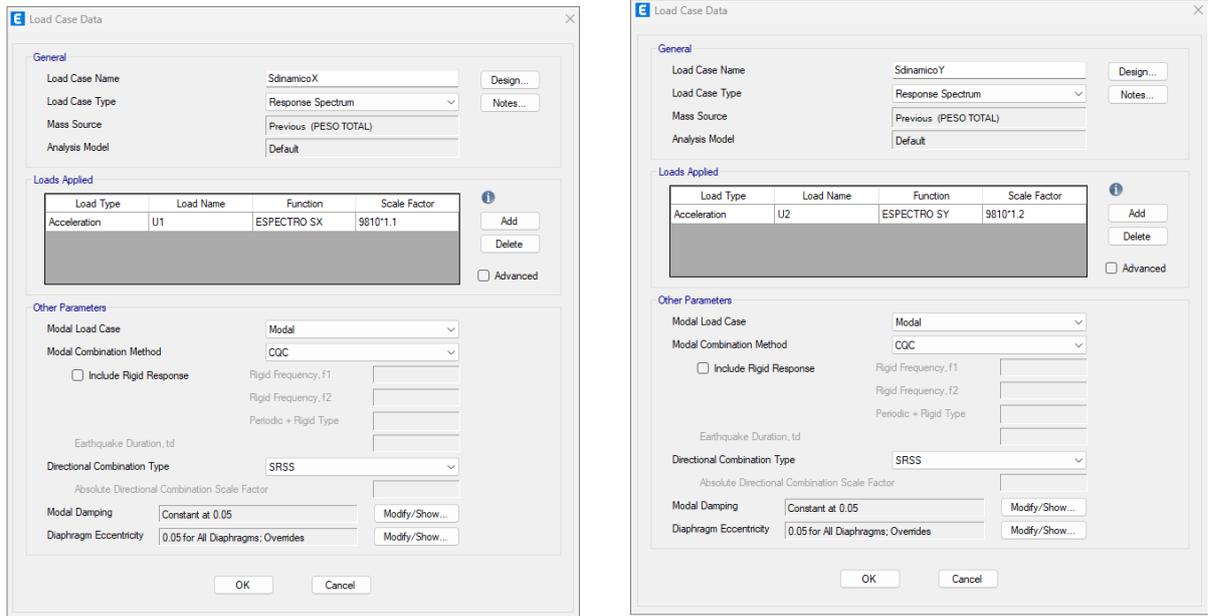
Ilustración 35. Amplificación de fuerzas dinámicas.

VERIFICACION DE LA CORTANTE BASAL ESTATICA Y DINAMICA												
EDIFICIO EN DIRECCION "X"						EDIFICIO EN DIRECCION "Y"						<b>Edificio Regular</b> Vdinam>80%Vest <b>Edificio Irregular</b> Vdinam>90%Vest
	V(tnf)	90%	Condicion	Amplificar		V(tnf)	90%	Condicion	Amplificar			
Vestatico	155.7292	140.1563	No Cumple condicion	1.0931	Vestatico	155.7302	140.1572	No Cumple condicion	1.1778			
Vdinamico	128.2243	128.2243			Vdinamico	118.999	118.9990					
Output Case	Case Type	Step Type	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m	X m	Y m	Z m	
SestaticoX	LinStatic		-155.7292	0	-6.78E-06	-0.0001	-1608.9426	1785.1948	0	0	0	
SestaticoY	LinStatic		-2.07E-06	-155.7302	1.51E-06	1608.9469	-2.44E-05	-960.9043	0	0	0	
SdinamicoX	LinRespSpec	Max	128.2243	1.1933	1.2602	17.9201	1334.8185	1437.7477	0	0	0	
SdinamicoY	LinRespSpec	Max	1.1933	118.999	1.1473	1226.7087	15.0835	656.1032	0	0	0	

Fuente: Propia (Excel)

De acuerdo a la tabla N°8, se necesita amplificar en la dirección "X" por 1.0931(1.1), porque el  $V_{din} < 90\% V_{est}$ . Por otro lado, en la dirección "Y" se amplificará por 1.1778(1.2)

Ilustración 36. Amplificación de cortante dinámica



Fuente: Propia (ETABS)

Volvemos a verificar la cortante dinámica y estática

Ilustración 37. Resultados de la Amplificación de fuerzas dinámicas.

Output Case	Case Type	Step Type	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m	X m	Y m	Z m
SestaticoX	LinStatic		-155.7293	0	-6.862E-06	-0.0001	-1608.9429	1785.1952	0	0	0
SestaticoY	LinStatic		-1.705E-06	-155.7302	1.254E-06	1608.9469	-1.583E-05	-960.9043	0	0	0
SdinamicoX	LinRespSpec	Max	141.0468	1.3126	1.3862	19.7122	1468.3006	1581.5227	0	0	0
SdinamicoY	LinRespSpec	Max	1.432	142.7988	1.3767	1472.0504	18.1003	787.3238	0	0	0

Fuente: Propia (ETABS)

Ilustración 38. Resultados de la Amplificación de fuerzas dinámicas

VERIFICACION DE LA CORTANTE BASAL ESTATICA Y DINAMICA											
EDIFICIO EN DIRECCION "X"					EDIFICIO EN DIRECCION "Y"						
Output Case	Case Type	Step Type	FX tonf	FY tonf	FZ tonf	MX tonf-m	MY tonf-m	MZ tonf-m	X m	Y m	Z m
Vestatico	LinStatic	90%	155.7293	140.1564	Cumple	0.9937					
Vdinamico	LinStatic	90%	141.0468	141.0468	condicion	0.9815					
SestaticoX	LinStatic		-155.7293	0	-6.86E-06	-0.0001	-1608.9429	1785.1952	0	0	0
SestaticoY	LinStatic		-1.71E-06	-155.7302	1.25E-06	1608.9469	-1.58E-05	-960.9043	0	0	0
SdinamicoX	LinRespSpec	Max	141.0468	1.3126	1.3862	19.7122	1468.3006	1581.5227	0	0	0
SdinamicoY	LinRespSpec	Max	1.432	142.7988	1.3767	1472.0504	18.1003	787.3238	0	0	0

Edificio Regular  
Vdinam>80%Vest  
Edificio Irregular  
Vdinam>90%Vest

Fuente: Propia (Excel)

Con la amplificación de la fuerza cortante dinámica este es mayor o al 90% de la fuerza cortante estática en el primer entre piso. Por ende, está cumpliendo esta condición.

### b) Verificación del sistema estructural

La Norma E-030 en el artículo 16.1 indica que Los sistemas a porticados son cuando los elementos de columnas resisten por lo menos 80% de la cortante basal.

SISTEMA ESTRUCTURAL <	CONDICIÓN
A porticado (columnas)	$V_{col} \geq 80\% V_{basal}$
Dual (columnas y muros estructurales)	$20\% V_{basal} < V_{muro} < 70\% V_{basal}$
Muros estructurales	$V_{muro} \geq 70\% V_{basal}$

#### ➤ Cortante basal dinámico en la dirección “X”

Esta fuerza cortante actúa directamente en los Muros estructurales(PX) y los muros ofrecen rigidez y resistencia en la dirección “X” ante dicha fuerza.

Ilustración 39. Resultados de la fuerza cortante en los muros estructurales (PX)

Story	Pier	Output Case	Case Type	Step Type	Location	P tonf	V2 tonf	V3 tonf	T tonf-m	M2 tonf-m	M3 tonf-m
ENTRE PISO4	PX	SdinamicoX	LinRespSpec	Max	Top	2.6466	10.4743	0.0543	3.7888	1.6707	40.3296
ENTRE PISO4	PX	SdinamicoX	LinRespSpec	Max	Bottom	2.6619	10.4743	0.0543	3.7888	1.8682	17.5304
ENTRE PISO3	PX	SdinamicoX	LinRespSpec	Max	Top	9.1292	31.3045	0.0915	12.0258	5.5947	81.2442
ENTRE PISO3	PX	SdinamicoX	LinRespSpec	Max	Bottom	9.1415	31.3045	0.0915	12.0258	5.9144	32.938
ENTRE PISO2	PX	SdinamicoX	LinRespSpec	Max	Top	19.6272	44.3178	0.1156	16.8301	11.5713	73.0857
ENTRE PISO2	PX	SdinamicoX	LinRespSpec	Max	Bottom	19.6356	44.3178	0.1156	16.8301	11.9634	83.8467
ENTRE PISO1	PX	SdinamicoX	LinRespSpec	Max	Top	30.4954	69.3788	0.0925	22.001	17.5455	19.0886
ENTRE PISO1	PX	SdinamicoX	LinRespSpec	Max	Bottom	30.4985	69.3788	0.0925	22.001	17.8445	228.8117

Fuente: Propia (ETABS)

La cortante basal en la dirección “X” que resisten las placas(PX) es de 69.3788Tnf

#### ➤ Cortante basal dinámico en la dirección “Y”

Esta fuerza cortante actúa directamente en los Muros estructurales(PY) y los muros ofrecen rigidez y resistencia en la dirección “Y” ante dicha fuerza.

Ilustración 40. Resultados de la fuerza cortante en los muros estructurales (PY)

Story	Pier	Output Case	Case Type	Step Type	Location	P tonf	V2 tonf	V3 tonf	T tonf-m	M2 tonf-m	M3 tonf-m
ENTRE PISO4	PY	SdinamicoY	LinRespSpec	Max	Top	0.2018	3.8469	0.0907	26.5186	0.1751	65.0504
ENTRE PISO4	PY	SdinamicoY	LinRespSpec	Max	Bottom	0.2047	3.8469	0.0907	26.5186	0.1426	65.2106
ENTRE PISO3	PY	SdinamicoY	LinRespSpec	Max	Top	1.037	15.4499	0.0851	35.2709	0.151	192.5991
ENTRE PISO3	PY	SdinamicoY	LinRespSpec	Max	Bottom	1.0394	15.4499	0.0851	35.2709	0.1472	243.4205
ENTRE PISO2	PY	SdinamicoY	LinRespSpec	Max	Top	2.8292	23.4391	0.0935	43.7228	0.1622	434.0372
ENTRE PISO2	PY	SdinamicoY	LinRespSpec	Max	Bottom	2.8308	23.4391	0.0935	43.7228	0.1651	510.7305
ENTRE PISO1	PY	SdinamicoY	LinRespSpec	Max	Top	4.9594	47.3681	0.0699	35.6645	0.1029	709.8491
ENTRE PISO1	PY	SdinamicoY	LinRespSpec	Max	Bottom	4.96	47.3681	0.0699	35.6645	0.1422	869.5444

Fuente: Propia (ETABS)

La cortante basal en la dirección “Y” que resisten las placas(PY) es de 47.3681Tnf.

Ilustración 41. Verificación del sistema estructural

EDIFICIO EN DIRECCION "X"			EDIFICIO EN DIRECCION "Y"			<b>Porticos</b> $V_{columnas} \geq 80\% V$ <b>Muros estructurales</b> $V_{muros} \geq 70\% V$ <b>Dual</b> $20\% < V_{muros} < 70\% V$
Cortante basal	$V_{basal}$	141.0468 → V basal(dinamico)	Cortante basal	$V_{basal}$	142.7988 → V basal(dinamico)	
Cortante en Muros	$V_{muros}$	69.378 → V muros(dinamico)	Cortante en Muros	$V_{muros}$	47.3681 → V muros(dinamico)	
Cortante en columnas	$V_{columnas}$	71.6688 → V columna(dinamico)	Cortante en columnas	$V_{columnas}$	95.4307 → V columna(dinamico)	
Tipo de sistema estructural en "X"	Dual		Tipo de sistema estructural en "Y"	Dual		

Fuente: Propia (EXCEL)

La estructura fue clasificada como un sistema dual en ambas direcciones, tanto en el eje “X” como en el eje “Y”. Según los datos de la tabla anterior, en la dirección “X” se verifica la presencia de un sistema estructural dual conformado por columnas y muros estructurales, con un valor de  $R_o=7$ . De igual manera, en la dirección “Y” también se identifica un sistema dual con el mismo coeficiente  $R_o=7$ .

### c) Verificación de los límites de la distorsión

El artículo 31 de la Norma E-030 establece que los desplazamientos laterales deben ser amplificados. En el caso de estructuras regulares, se utiliza un factor de  $0.75R$ , mientras que para estructuras irregulares se aplica un factor de  $0.85R$ . Norma E-030 en el artículo 31 indica que los desplazamientos laterales tienen que ser amplificados, para el caso de estructuras regulares por  $0.75R$  y para el caso de estructuras Irregulares  $0.85R$ .

#### Dirección “X”

$$0.85R \text{ (estructura es Irregular)} = 0.85 * 7 = 5.95$$

#### Dirección “Y”

$$0.85R \text{ (estructura es Irregular)} = 0.85 * 7 = 5.95$$

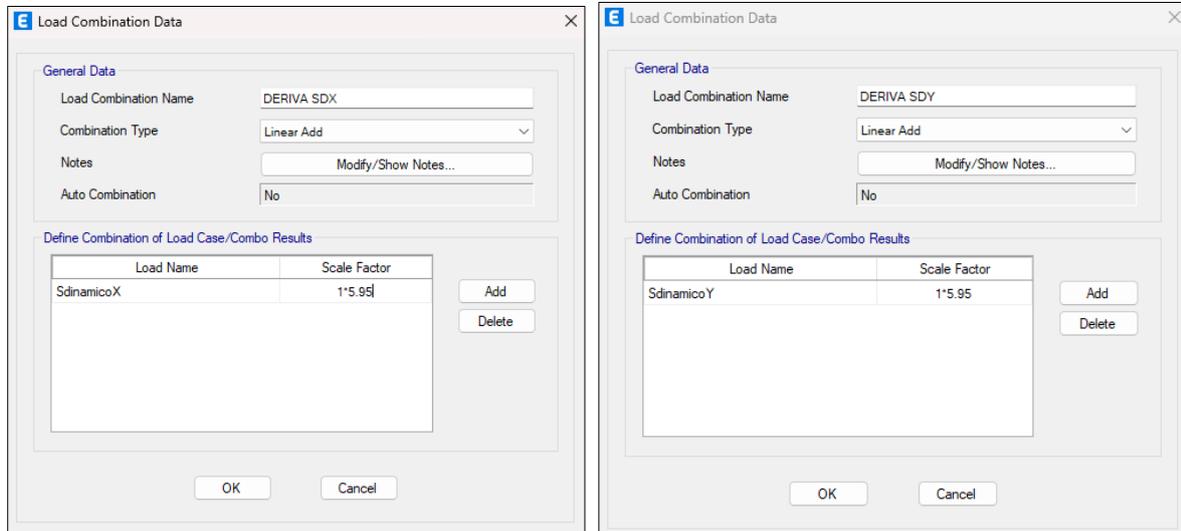
Adema debe cumplir:

$$C/R > 0.11, 2.5/7 = 0.357 > 0.11$$

Adema debe cumplir:

$$C/R > 0.11, 2.5/7 = 0.357 > 0.11$$

*Ilustración 42. Amplificación del análisis dinámico para determinar la distorsión*



*Fuente: Propia (ETABS)*

El artículo 32 de la Norma E-030 establece que la distorsión máxima permitida en una estructura de concreto armado, definida como la relación entre el desplazamiento lateral máximo y la altura del entrepiso, no debe superar el valor límite de 0.007.

Ilustración 43. Distorsiones en ambas direcciones

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X m	Y m	Z m
ENTRE PISO4	DERIVA SDX	Combination	Max	X	0.004576	20	10.5239	0.4688	14
ENTRE PISO4	DERIVA SDX	Combination	Min	X	0.004576	20	10.5239	0.4688	14
ENTRE PISO4	DERIVA SDY	Combination	Max	X	0.002077	17	10.5239	22.0388	14
ENTRE PISO4	DERIVA SDY	Combination	Max	Y	0.00394	24	1.8214	0.6188	14
ENTRE PISO4	DERIVA SDY	Combination	Min	X	0.002077	17	10.5239	22.0388	14
ENTRE PISO4	DERIVA SDY	Combination	Min	Y	0.00394	24	1.8214	0.6188	14
ENTRE PISO3	DERIVA SDX	Combination	Max	X	0.006576	20	10.5239	0.4688	10.5
ENTRE PISO3	DERIVA SDX	Combination	Min	X	0.006576	20	10.5239	0.4688	10.5
ENTRE PISO3	DERIVA SDY	Combination	Max	X	0.003067	17	10.5239	22.0388	10.5
ENTRE PISO3	DERIVA SDY	Combination	Max	Y	0.005965	14	1.8214	0.7688	10.5
ENTRE PISO3	DERIVA SDY	Combination	Min	X	0.003067	17	10.5239	22.0388	10.5
ENTRE PISO3	DERIVA SDY	Combination	Min	Y	0.005965	14	1.8214	0.7688	10.5
ENTRE PISO2	DERIVA SDX	Combination	Max	X	0.007485	20	10.5239	0.4688	7
ENTRE PISO2	DERIVA SDX	Combination	Min	X	0.007485	20	10.5239	0.4688	7
ENTRE PISO2	DERIVA SDY	Combination	Max	X	0.003564	17	10.5239	22.0388	7
ENTRE PISO2	DERIVA SDY	Combination	Max	Y	0.007052	14	1.8214	0.7688	7
ENTRE PISO2	DERIVA SDY	Combination	Min	X	0.003564	17	10.5239	22.0388	7
ENTRE PISO2	DERIVA SDY	Combination	Min	Y	0.007052	14	1.8214	0.7688	7
ENTRE PISO1	DERIVA SDX	Combination	Max	X	0.004803	20	10.5239	0.4688	3.5
ENTRE PISO1	DERIVA SDX	Combination	Min	X	0.004803	20	10.5239	0.4688	3.5
ENTRE PISO1	DERIVA SDY	Combination	Max	X	0.002358	17	10.5239	22.0388	3.5
ENTRE PISO1	DERIVA SDY	Combination	Max	Y	0.004751	14	1.8214	0.7688	3.5
ENTRE PISO1	DERIVA SDY	Combination	Min	X	0.002358	17	10.5239	22.0388	3.5
ENTRE PISO1	DERIVA SDY	Combination	Min	Y	0.004751	14	1.8214	0.7688	3.5

Ilustración 44. Verificación de la distorsión

Story	Output Case	Case Type	Step Type	Direction	Drift	Label	X	Y	Z	Condicion
							m	m	m	
ENTRE PISO4	DERIVA SDX	Combination	Max	X	0.004576	20	10.5239	0.4688	14	cumple
ENTRE PISO4	DERIVA SDX	Combination	Min	X	0.004576	20	10.5239	0.4688	14	cumple
ENTRE PISO4	DERIVA SDY	Combination	Max	X	0.002077	17	10.5239	22.0388	14	cumple
ENTRE PISO4	DERIVA SDY	Combination	Max	Y	0.003940	24	1.8214	0.6188	14	cumple
ENTRE PISO4	DERIVA SDY	Combination	Min	X	0.002077	17	10.5239	22.0388	14	cumple
ENTRE PISO4	DERIVA SDY	Combination	Min	Y	0.003940	24	1.8214	0.6188	14	cumple
ENTRE PISO3	DERIVA SDX	Combination	Max	X	0.006576	20	10.5239	0.4688	10.5	cumple
ENTRE PISO3	DERIVA SDX	Combination	Min	X	0.006576	20	10.5239	0.4688	10.5	cumple
ENTRE PISO3	DERIVA SDY	Combination	Max	X	0.003067	17	10.5239	22.0388	10.5	cumple
ENTRE PISO3	DERIVA SDY	Combination	Max	Y	0.005965	14	1.8214	0.7688	10.5	cumple
ENTRE PISO3	DERIVA SDY	Combination	Min	X	0.003067	17	10.5239	22.0388	10.5	cumple
ENTRE PISO3	DERIVA SDY	Combination	Min	Y	0.005965	14	1.8214	0.7688	10.5	cumple
ENTRE PISO2	DERIVA SDX	Combination	Max	X	0.007485	20	10.5239	0.4688	7	no cumple
ENTRE PISO2	DERIVA SDX	Combination	Min	X	0.007485	20	1.05E+01	0.4688	7	no cumple
ENTRE PISO2	DERIVA SDY	Combination	Max	X	0.003564	17	10.5239	22.0388	7	cumple
ENTRE PISO2	DERIVA SDY	Combination	Max	Y	0.007052	14	1.82E+00	0.7688	7	no cumple
ENTRE PISO2	DERIVA SDY	Combination	Min	X	0.003564	17	10.5239	22.0388	7	cumple
ENTRE PISO2	DERIVA SDY	Combination	Min	Y	0.007052	14	1.8214	0.7688	7	no cumple
ENTRE PISO1	DERIVA SDX	Combination	Max	X	0.004803	20	10.5239	0.4688	3.5	cumple
ENTRE PISO1	DERIVA SDX	Combination	Min	X	0.004803	20	10.5239	0.4688	3.5	cumple
ENTRE PISO1	DERIVA SDY	Combination	Max	X	0.002358	17	10.5239	22.0388	3.5	cumple
ENTRE PISO1	DERIVA SDY	Combination	Max	Y	0.004751	14	1.8214	0.7688	3.5	cumple
ENTRE PISO1	DERIVA SDY	Combination	Min	X	0.002358	17	10.5239	22.0388	3.5	cumple
ENTRE PISO1	DERIVA SDY	Combination	Min	Y	0.004751	14	1.8214	0.7688	3.5	cumple

Fuente: elaboración propia en EXCEL

De acuerdo a los resultados de la tabla 13 y 14 se puede observar que las distorsiones o derivas están cumpliendo con la normativa, donde indica que la máxima distorsión (Drift) es 0.007.A excepción de algunos puntos del 2do entrepiso.

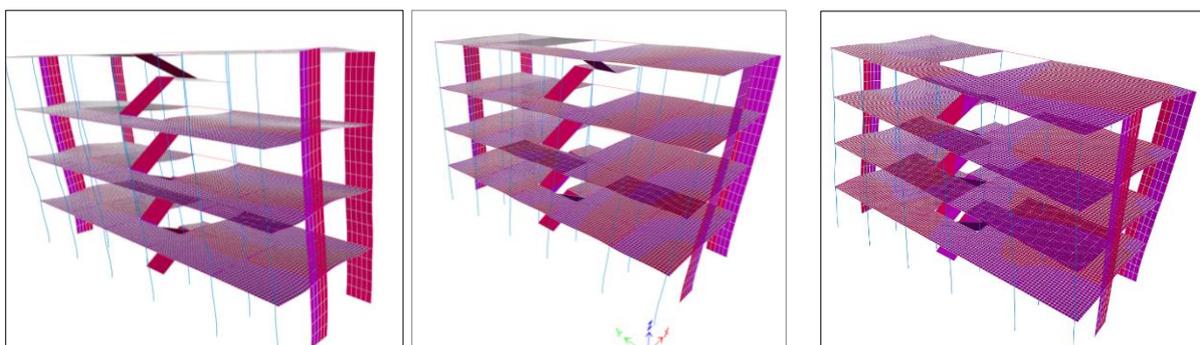
#### d) Verificación de la Participación de Masa

La Norma E-030 en el artículo 29.1, Indica la suma de las participaciones de masa de cada modo de vibración es por lo menos 90% de la masa total de la edificación. Se toma de preferencia los 3 primeros modos de vibración. Para este proyecto se consideraron 20 modos de vibración.

Ilustración 45. Verificación de la participación de masa de cada modo de vibración

Case	Mode	Period sec	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ	RX	RY	RZ	SumRX	SumRY	SumRZ
Modal	1	0.483	0.8115	3.861E-05	4.291E-05	0.8115	3.861E-05	4.291E-05	1.73E-06	0.157	0.0003	1.73E-06	0.157	0.0003
Modal	2	0.442	0.0001	0.7005	1.209E-06	0.8116	0.7005	4.412E-05	0.0483	2.986E-05	0.1253	0.0483	0.157	0.1255
Modal	3	0.39	0.0001	0.1179	0	0.8118	0.8184	4.415E-05	0.0103	2.468E-05	0.6792	0.0586	0.157	0.8047
Modal	4	0.148	0.1225	4.243E-06	0.0001	0.9343	0.8184	0.0002	1.266E-05	0.3908	2.273E-05	0.0587	0.5478	0.8047
Modal	5	0.138	1.455E-05	0.1016	2.019E-06	0.9343	0.92	0.0002	0.1317	0.0001	0.0158	0.1903	0.5479	0.8205
Modal	6	0.115	1.305E-05	0.019	1.89E-06	0.9343	0.939	0.0002	0.0163	2.694E-05	0.1128	0.2086	0.5479	0.9334
Modal	7	0.08	0.0441	0	0.0018	0.9784	0.939	0.002	0.0002	0.0601	6.717E-06	0.2088	0.608	0.9334
Modal	8	0.078	0.0002	0.0006	0.2707	0.9786	0.9396	0.2727	0.0886	0.0037	4.541E-06	0.2973	0.6117	0.9334
Modal	9	0.075	9.837E-06	0.035	0.0293	0.9786	0.9747	0.3019	0.0409	0.0003	0.0058	0.3382	0.612	0.9392
Modal	10	0.073	5.99E-06	0.002	0.1742	0.9786	0.9766	0.4761	0.1212	0.001	0.0009	0.4594	0.613	0.9401
Modal	11	0.067	0.0001	3.172E-06	0.0167	0.9787	0.9766	0.4928	0.006	0.0001	2.15E-06	0.4654	0.6131	0.9401
Modal	12	0.065	0.0001	0.0002	0.0018	0.9788	0.9768	0.4946	0.0007	4.307E-06	0.0001	0.4662	0.6131	0.9402
Modal	13	0.064	0.0001	2.018E-05	0.0112	0.9788	0.9769	0.5058	0.0035	0.0001	1.752E-05	0.4697	0.6132	0.9402
Modal	14	0.062	4.925E-05	1.752E-06	0.0283	0.9789	0.9769	0.5341	0.0032	0.0195	2.109E-05	0.4729	0.6327	0.9402
Modal	15	0.061	0	1.985E-05	0.0061	0.9789	0.9769	0.5402	0.0068	0.0028	0.0005	0.4797	0.6355	0.9407
Modal	16	0.059	0.0001	0.0004	0.0007	0.979	0.9773	0.541	0.0001	0.0005	0.0037	0.4798	0.636	0.9445
Modal	17	0.058	0	0.0075	4.677E-05	0.979	0.9848	0.541	0.0031	6.027E-07	0.0376	0.4829	0.636	0.9821
Modal	18	0.058	0.0002	3.015E-06	0.0116	0.9791	0.9848	0.5527	0.0072	0.0001	0.0004	0.4902	0.6361	0.9825
Modal	19	0.057	0.0114	1.362E-05	0.0001	0.9906	0.9848	0.5528	0.0001	0.0382	2.241E-05	0.4903	0.6743	0.9825
Modal	20	0.055	7.139E-07	1.175E-05	0.0424	0.9906	0.9848	0.5952	0.0759	0.0411	0.0001	0.5662	0.7155	0.9826

Ilustración 46. 1mer, 2do y 3cer Modo de vibración



Fuente: Propia (ETABS)

De la ilustración N°45 se puede observar que la suma de participación de masa de los 3 primeros modos de vibración suma en el eje “X” 81.18%, mientras que en el eje “Y” los 3 primeros modos de vibración suman 81.84%, lo cual estaría cumpliendo con la norma E-030 Art 29.1.

Mientras que la suma de los 20 modos de vibración suma:

- Para el eje “X” (desplazamiento traslacional) suman: **99.06%**
- Para el eje “Y” (desplazamiento traslacional) suman: **98.48%**
- Al rededor del “Z” (desplazamiento rotacional) suman: **98.26%**

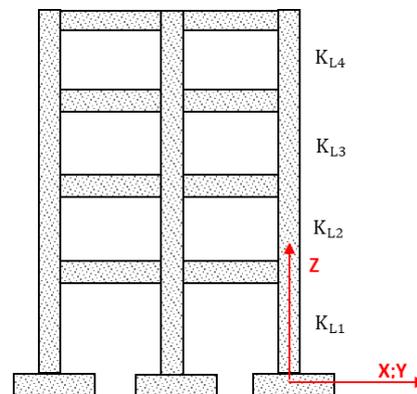
#### 4.3.6 Irregularidad Estructural por Altura

Para la verificación de irregularidad por altura se realizarán en las direcciones “X” y “Y”.

##### a) Irregularidad de Rigidez-Piso Blando

**Tabla 16.** Irregularidad de rigidez – piso blando

Tabla N° 8 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN ALTURA	Factor de Irregularidad $I_a$
<p><b>Irregularidad de Rigidez – Piso Blando</b> Existe irregularidad de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 70% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 80% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes. Las rigideces laterales pueden calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.</p>	<b>0,75</b>



*fuerza: MVCS, Norma E-030 (2019) Art 20.*

- $K_L = \frac{V}{\Delta_{\text{relativo}}}$  ; Rigidez lateral de cada Entre Piso
- Caso I ; si;  $K_{L,i} < 0.70K_{L,i+1}$
- Caso II ; si;  $K_{L,i} < 0.80 \left( \frac{K_{L,i+1} + K_{L,i+2} + K_{L,i+3}}{3} \right)$

Si Cumple el caso I o el Caso II

Entonces presenta **IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ**

Ilustración 47. Rigidez de cada entre piso y en la dirección “X” y “Y”

Story	Output Case	Case Type	Shear X tonf	Drift X m	Stiff X tonf/m	Shear Y tonf	Drift Y m	Stiff Y tonf/m
ENTRE PISO4	SestaticoX	LinStatic	57.7971	0.003167	18251.57	0	2E-05	0
ENTRE PISO3	SestaticoX	LinStatic	106.7636	0.00429	24887.678	0	3E-05	0
ENTRE PISO2	SestaticoX	LinStatic	139.408	0.004468	31204.129	0	3E-05	0
ENTRE PISO1	SestaticoX	LinStatic	155.7293	0.00303	51388.319	0	2.4E-05	0
ENTRE PISO4	SestaticoY	LinStatic	0	7.5E-05	0	57.7972	0.002465	23449.409
ENTRE PISO3	SestaticoY	LinStatic	1.338E-06	0.000135	0	106.7637	0.003339	31977.621
ENTRE PISO2	SestaticoY	LinStatic	1.943E-06	0.000233	0	139.408	0.003593	38795.7
ENTRE PISO1	SestaticoY	LinStatic	2.559E-06	0.000224	0	155.7302	0.002533	61488.562

fuerza: Propia (ETABS)

Ilustración 48. Resultado de casos de Irregularidad de Rigidez

Piso	EDIFICIO EN DIRECCION "X"			EDIFICIO EN DIRECCION "Y"		
	KL(Stiff) Tnf/m	CASO I ≥0.7(Regular)	CASO II ≥0.8(Regular)	KL(Stiff) Tnf/m	CASO I ≥0.7(Regular)	CASO II ≥0.8(Regular)
ENTRE PISO4	18251.570			23449.409		
ENTRE PISO3	24887.678	✓ 1.364		31977.621	✓ 1.364	
ENTRE PISO2	31204.129	✓ 1.254		38795.700	✓ 1.213	
ENTRE PISO1	51388.319	✓ 1.647	✓ 2.074	61488.562	✓ 1.585	✓ 1.958
<b>Ia:</b>		<b>1</b>		<b>Ia:</b>	<b>1</b>	

fuerza: Propia (EXCEL)

Para la dirección “X” se puede apreciar que no existe Irregularidad por Rigidez **Ia=1**.

Para la dirección “Y” se puede apreciar que no existe Irregularidad por Rigidez **Ia=1**.

### b) Irregularidad de Resistencia-Piso Débil

Tabla 17. Irregularidad de resistencia – piso débil

<p><b>Irregularidades de Resistencia – Piso Débil</b> Existe irregularidad de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 80% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	<b>0,75</b>
---	-------------

fuerza: MVCS, Norma E-030 (2019) Art 20.

- si;  $V_i < 0.80V_{i+1}$

Entonces Cumple la condicion

Presenta **IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA**

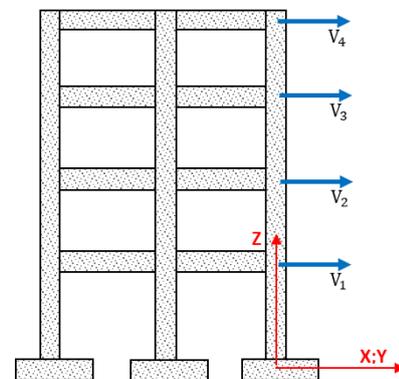


Ilustración 49. Fuerza cortante en cada entre piso y en las direcciones "X" y "Y"

Story	Output Case	Case Type	Shear X tonf	Drift X m	Stiff X tonf/m	Shear Y tonf	Drift Y m	Stiff Y tonf/m
ENTRE PISO4	SestaticoX	LinStatic	57.7971	0.003167	18251.57	0	2E-05	0
ENTRE PISO3	SestaticoX	LinStatic	106.7636	0.00429	24887.678	0	3E-05	0
ENTRE PISO2	SestaticoX	LinStatic	139.408	0.004468	31204.129	0	3E-05	0
ENTRE PISO1	SestaticoX	LinStatic	155.7293	0.00303	51388.319	0	2.4E-05	0
ENTRE PISO4	SestaticoY	LinStatic	0	7.5E-05	0	57.7972	0.002465	23449.409
ENTRE PISO3	SestaticoY	LinStatic	1.338E-06	0.000135	0	106.7637	0.003339	31977.621
ENTRE PISO2	SestaticoY	LinStatic	1.943E-06	0.000233	0	139.408	0.003593	38795.7
ENTRE PISO1	SestaticoY	LinStatic	2.559E-06	0.000224	0	155.7302	0.002533	61488.562

fuerza: Propia (ETABS)

Ilustración 50. Resultado de casos de Irregularidad de Resistencia

EDIFICIO EN DIRECCION "X"			EDIFICIO EN DIRECCION "Y"		
Piso	Vi(Shear) Tnf	Vi/Vi+1 >=0.8(Regular)	Vi(Shear) Tnf	Vi/Vi+1 >=0.8(Regular)	
4to Entrepiso	57.797		57.797		
3cer Entrepiso	106.764	✓ 1.847	106.764	✓ 1.847	
2do Entrepiso	139.408	✓ 1.306	139.408	✓ 1.306	
1mer Entrepiso	155.729	✓ 1.117	155.730	✓ 1.117	
Ia:		1	Ia:		1

Fuente: Elaboración propia en Excel

Para la dirección "X" se puede apreciar que no existe Irregularidad por Resistencia **Ia=1**.  
 Para la dirección "Y" se puede apreciar que no existe Irregularidad por Resistencia **Ia=1**.

### c) Irregularidad Extrema de rigidez

Tabla 18. Irregularidad de extrema rigidez

<p><b>Irregularidad Extrema de Rigidez (Ver Tabla N° 10)</b>                  Existe irregularidad extrema de rigidez cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, en un entrepiso la rigidez lateral es menor que 60% de la rigidez lateral del entrepiso inmediato superior, o es menor que 70% de la rigidez lateral promedio de los tres niveles superiores adyacentes.                  Las rigideces laterales pueden calcularse como la razón entre la fuerza cortante del entrepiso y el correspondiente desplazamiento relativo en el centro de masas, ambos evaluados para la misma condición de carga.</p>	<b>0,60</b>
--	-------------

Fuente: MVCS, Norma E-030 (2019) Art 20.

- $K_L = \frac{V}{\Delta_{relativo}}$  ; Rigidez lateral de cada Entre Piso
- Caso I ; si;  $K_{L,i} < 0.60K_{L,i+1}$
- Caso II ; si;  $K_{L,i} < 0.70 \left( \frac{K_{L,i+1} + K_{L,i+2} + K_{L,i+3}}{3} \right)$

Si Cumple el caso I o el Caso II

Entonces presenta **IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ**

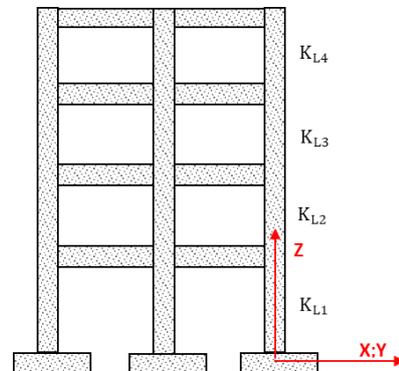


Ilustración 51. Rigidez de cada entre piso y en dirección “X” y “Y”

Story	Output Case	Case Type	Shear X tonf	Drift X m	Stiff X tonf/m	Shear Y tonf	Drift Y m	Stiff Y tonf/m
ENTRE PISO4	SestaticoX	LinStatic	57.7971	0.003167	18251.57	0	2E-05	0
ENTRE PISO3	SestaticoX	LinStatic	106.7636	0.00429	24887.678	0	3E-05	0
ENTRE PISO2	SestaticoX	LinStatic	139.408	0.004468	31204.129	0	3E-05	0
ENTRE PISO1	SestaticoX	LinStatic	155.7293	0.00303	51388.319	0	2.4E-05	0
ENTRE PISO4	SestaticoY	LinStatic	0	7.5E-05	0	57.7972	0.002465	23449.409
ENTRE PISO3	SestaticoY	LinStatic	1.338E-06	0.000135	0	106.7637	0.003339	31977.621
ENTRE PISO2	SestaticoY	LinStatic	1.943E-06	0.000233	0	139.408	0.003593	38795.7
ENTRE PISO1	SestaticoY	LinStatic	2.559E-06	0.000224	0	155.7302	0.002533	61488.562

Ilustración 52. Resultado de casos de Irregularidad extrema de Rigidez

Piso	EDIFICIO EN DIRECCION "X"			EDIFICIO EN DIRECCION "Y"			
	KL(Stiff) Tnf/m	CASO I ≥0.6(Regular)	CASO II ≥0.7(Regular)	KL(Stiff) Tnf/m	CASO I ≥0.6(Regular)	CASO II ≥0.7(Regular)	
ENTRE PISO4	18251.570			23449.409			
ENTRE PISO3	24887.678	✓ 1.364		31977.621	✓ 1.364		
ENTRE PISO2	31204.129	✓ 1.254		38795.700	✓ 1.213		
ENTRE PISO1	51388.319	✓ 1.647	✓ 2.074	61488.562	✓ 1.585	✓ 1.958	
Ia:		1		Ia:		1	

fuerce: Propia (EXCEL)

Para la dirección “X” se puede apreciar que no existe Irregularidad extrema por Rigidez **Ia=1**.

Para la dirección “Y” se puede apreciar que no existe Irregularidad extrema por Rigidez **Ia=1**.

#### d) Irregularidad Extrema de resistencia

Tabla 19 Irregularidad extrema de resistencia

<p><b>Irregularidad Extrema de Resistencia (Ver Tabla N° 10)</b>                  Existe irregularidad extrema de resistencia cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la resistencia de un entrepiso frente a fuerzas cortantes es inferior a 65% de la resistencia del entrepiso inmediato superior.</p>	<b>0,50</b>
---	-------------

Fuente: MVCS, Norma E-030 (2019) Art 20.

- si;  $V_i < 0.65V_{i+1}$

Entonces Cumple la condicion

presenta **IRREGULARIDAD EXTREMA DE RESISTENCIA**

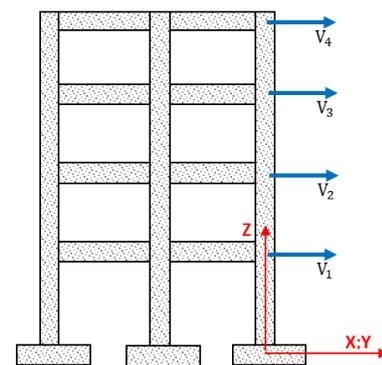


Ilustración 53. Fuerza cortante en cada entre piso y en ambas direcciones

Story	Output Case	Case Type	Shear X tonf	Drift X m	Stiff X tonf/m	Shear Y tonf	Drift Y m	Stiff Y tonf/m
ENTRE PISO4	SestaticoX	LinStatic	57.7971	0.003167	18251.57	0	2E-05	0
ENTRE PISO3	SestaticoX	LinStatic	106.7636	0.00429	24887.678	0	3E-05	0
ENTRE PISO2	SestaticoX	LinStatic	139.408	0.004468	31204.129	0	3E-05	0
ENTRE PISO1	SestaticoX	LinStatic	155.7293	0.00303	51388.319	0	2.4E-05	0
ENTRE PISO4	SestaticoY	LinStatic	0	7.5E-05	0	57.7972	0.002465	23449.409
ENTRE PISO3	SestaticoY	LinStatic	1.338E-06	0.000135	0	106.7637	0.003339	31977.621
ENTRE PISO2	SestaticoY	LinStatic	1.943E-06	0.000233	0	139.408	0.003593	38795.7
ENTRE PISO1	SestaticoY	LinStatic	2.559E-06	0.000224	0	155.7302	0.002533	61488.562

fuerza: Propia (ETABS)

Ilustración 54. Resultado de casos de Irregularidad de extrema Resistencia

Piso	EDIFICIO EN DIRECCION "X"		EDIFICIO EN DIRECCION "Y"	
	Vi(Shear) Tnf	Vi/Vi+1 >=0.65(Regul)	Vi(Shear) Tnf	Vi/Vi+1 >=0.65(Regul)
4to Entrepiso	57.797		57.797	
3cer Entrepiso	106.764	✓ 1.847	106.764	✓ 1.847
2do Entrepiso	139.408	✓ 1.306	139.408	✓ 1.306
1mer Entrepiso	155.729	✓ 1.117	155.730	✓ 1.117

la:	1
-----	---

Fuente: Elaboración propia en EXCEL

Para la dirección "X", no existe Irregularidad por extrema Resistencia **Ia=1**

Para la dirección "Y", no existe Irregularidad por extrema Resistencia **Ia=1**

### e) Irregularidad de Masa o Peso

Tabla 20. Irregularidad de Masa o Peso

<p><b>Irregularidad de Masa o Peso</b> Se tiene irregularidad de masa (o peso) cuando el peso de un piso, determinado según el artículo 26, es mayor que 1,5 veces el peso de un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.</p>	<b>0,90</b>
---	-------------

fuerza: MVCS, Norma E-030 (2019) Art 20.

- si;  $P_i > 1.5P_{i+1}$

Entonces si Cumple la condicion

presenta **IRREGULARIDAD DE MASA O PESO**

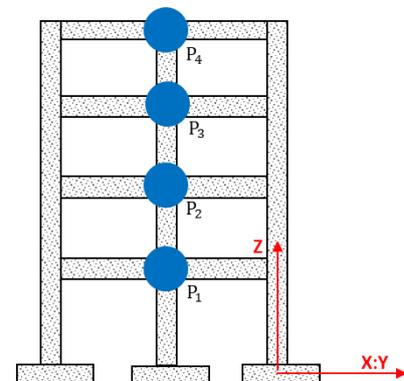


Ilustración 55. Peso en cada entre piso

Story	Output Case	Case Type	Location	P tonf	VX tonf	VY tonf	T tonf-m	MX tonf-m	MY tonf-m
ENTRE PISO4	100%CM+50...	Combination	Bottom	249.4406	4.621E-06	0	-4.85E-05	2802.4043	-1541.4884
ENTRE PISO3	100%CM+50...	Combination	Bottom	498.8811	3.491E-06	0	-3.374E-05	5604.8086	-3082.9767
ENTRE PISO2	100%CM+50...	Combination	Bottom	748.3217	1.404E-06	0	-8.704E-06	8407.2129	-4624.4651
ENTRE PISO1	100%CM+50...	Combination	Bottom	997.7623	3.643E-05	0	-0.0004	11209.6172	-6165.9533
ENTRE PISO4	100%CM+50...	Combination	Top	191.8853	4.622E-06	0	-4.852E-05	2156.8731	-1157.7462
ENTRE PISO3	100%CM+50...	Combination	Top	441.3259	3.491E-06	0	-3.374E-05	4959.2774	-2699.2346
ENTRE PISO2	100%CM+50...	Combination	Top	690.7665	1.404E-06	0	-8.707E-06	7761.6817	-4240.7229
ENTRE PISO1	100%CM+50...	Combination	Top	940.207	3.643E-05	0	-0.0004	10564.086	-5782.2113

fuerza: Propia (ETABS)

Ilustración 56. Resultado de casos de Irregularidad de Masa

EDIFICIO EN DIRECCION "X-Y"			
Piso	Pi(Peso) Tnf	Pi_Tnf	Pi/Pi+1 <= 1.5(Regular)
ENTRE PISO4	249.4406	249.4406	
ENTRE PISO3	498.8811	249.4405	2.000
ENTRE PISO2	748.3217	249.4406	1.500
ENTRE PISO1	997.7623	249.4406	1.333

Ia: 0.9

Fuente: Elaboración propia en EXCEL

Para ambas direcciones se puede apreciar que si existe Irregularidad de Masa o Peso. Por ende, el valor de Ia (Irregularidad de masa o peso) es **Ia=0.9** en ambas direcciones.

### f) Irregularidad Geométrica vertical

Tabla 21. Irregularidad Geométrica vertical

Irregularidad Geométrica Vertical	0,90
La configuración es irregular cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, la dimensión en planta de la estructura resistente a cargas laterales es mayor que 1,3 veces la correspondiente dimensión en un piso adyacente. Este criterio no se aplica en azoteas ni en sótanos.	

Fuente: MVCS, Norma E-030 (2019) Art 20.

- si;  $L_1 > 1.3L_2$

Entonces si Cumple la condicion

Presenta **IRREGULARIDAD GEOMETRIA VERTICAL**

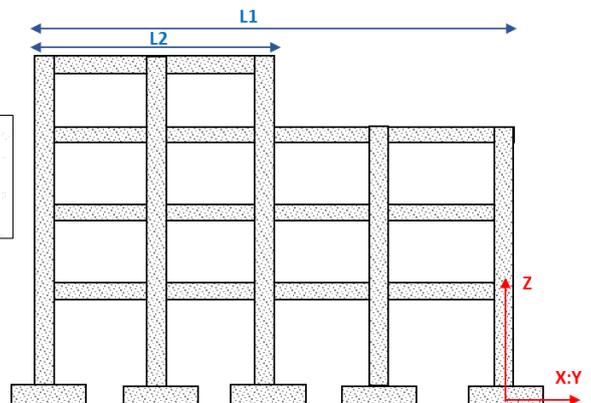


Ilustración 57. Resultado de Irregularidad Geometría vertical

	EDIFICIO EN DIRECCION X	EDIFICIO EN DIRECCION Y
L1	9	21.57
L2	9	21.57
L1/L2	✓ 1.000	✓ 1.000
<b>Ia:</b>	1	1

Fuente: Elaboración propia en EXCEL

Para la dirección “X” no existe Irregularidad de geometría vertical **Ia=1**.

Para la dirección “Y” no existe Irregularidad de geometría vertical **Ia=1**.

**g) Irregularidad por Discontinuidad en los sistemas resistentes**

Tabla 22. Discontinuidad en los sistemas resistentes

<p><b>Discontinuidad en los Sistemas Resistentes</b>                  Se califica a la estructura como irregular cuando en cualquier elemento que resista más de 10% de la fuerza cortante se tiene un desalineamiento vertical, tanto por un cambio de orientación, como por un desplazamiento del eje de magnitud mayor que 25% de la correspondiente dimensión del elemento.</p>	<b>0,80</b>
---	-------------

Fuente: MVCS. Norma E-030 (2019) Art 20.

- si;  $V_{\text{elemento}} > 0.1V_{\text{basal}}$  y  $e > 0.25$

Entonces si Cumple la condicion  
 presenta **IRREGULARIDAD EN LOS SISTEMAS RESISTENTES**

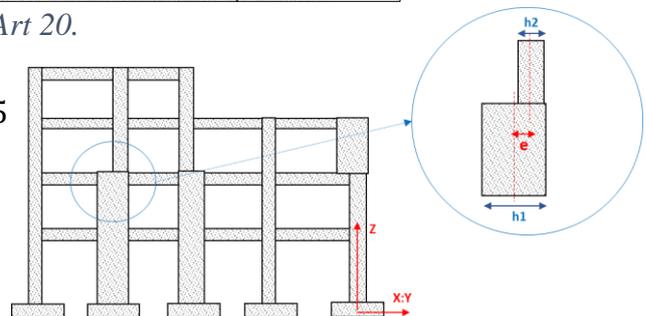


Ilustración 58. Resultado de Irregularidad por discontinuidad en sistemas resistentes

EDIFICIO EN DIRECCION "X"

Cortante basal	$V_{\text{basal}}$ :	141.0468	→V basal(dinamico)
Cortante en Muros	$V_{\text{muros}}$ :	69.378	→V muros(dinamico)
Cortante en columnas	$V_{\text{columnas}}$ :	71.6688	→V columna(dinamico)

Tipo de sistema estructural en "X" **Dual**

EDIFICIO EN DIRECCION "Y"

Cortante basal	$V_{\text{basal}}$ :	142.7988	→V basal(dinamico)
Cortante en Muros	$V_{\text{muros}}$ :	47.3681	→V muros(dinamico)
Cortante en columnas	$V_{\text{columnas}}$ :	95.4307	→V columna(dinamico)

Tipo de sistema estructural en "Y" **Dual**

	EDIFICIO EN DIRECCION X	EDIFICIO EN DIRECCION Y
Velem(Plac.Colum)	71.6688	47.3681
Vbasal	141.0468	142.7988
Velem/Vbasal	✗ 0.508	✗ 0.332
despl. de eje ( e )	✓ 0	✓ 0
<b>Ia:</b>	1	1

Fuente: elaboración propia en Excel

La estructura no presenta este tipo de irregularidad, Por ende, el valor de Ia (Irregularidad por discontinuidad en los sistemas resistentes) es **Ia=1** en ambas direcciones.

#### h) Irregularidad por Discontinuidad extrema de los sistemas resistentes

**Tabla 23.** Discontinuidad extrema en los sistemas resistentes

<b>Discontinuidad extrema de los Sistemas Resistentes (Ver Tabla N° 10)</b> Existe discontinuidad extrema cuando la fuerza cortante que resisten los elementos discontinuos según se describen en el ítem anterior, supere el 25% de la fuerza cortante total.	<b>0,60</b>
---	-------------

Fuente: MVCS, Norma E-030 (2019) Art 20.

- si;  $V_{\text{elemento}} > 0.25V_{\text{basal}}$  y  $e > 0.25$

Entonces si Cumple la condicion

presenta **IRREGULARIDAD EN LOS SISTEMAS RESISTENTES**

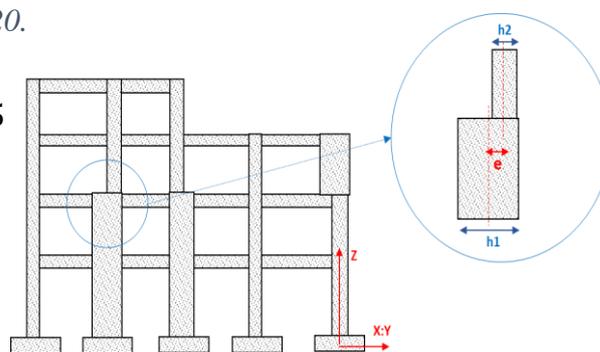


Ilustración 59. Resultado de Irregularidad por discontinuidad en sistemas resistentes

	EDIFICIO EN DIRECCION X	EDIFICIO EN DIRECCION Y
$V_{\text{elem}}(\text{Plac, Colum})$	71.6688	47.3681
$V_{\text{basal}}$	141.0468	142.7988
$V_{\text{elem}}/V_{\text{basal}}$	✘ 0.508	✘ 0.332
despl. de eje( e )	✔ 0	✔ 0
<b>Ia:</b>	1	1

Fuente: Elaboración propia en EXCEL

La estructura no presenta este tipo de irregularidad, Por ende, el valor de Ia (Irregularidad por discontinuidad extrema en los sistemas resistentes) es **Ia=1** en ambas direcciones.

#### 4.3.7 Irregularidad estructural por planta

Para la verificación de irregularidad por altura se realizarán en las direcciones “X” y “Y”.

a) Irregularidad Torsional

Tabla 24. Irregularidad Torsional.

Tabla N° 9 IRREGULARIDADES ESTRUCTURALES EN PLANTA	Factor de Irregularidad $I_T$
<p><b>Irregularidad Torsional</b>                      Existe irregularidad torsional cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio (<math>\Delta_{max}</math>) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1,3 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga (<math>\Delta_{prom}</math>).</p> <p>Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.</p>	<b>0,75</b>

Fuente: MVCS, Norma E-030 (2019) Art 20.

- si  $\Delta_{max} > 1.3\Delta_{promedio}$  y  $\Delta_{max} > 0.5 * 0.007$

entonces si Cumple la condicion

presenta **IRREGULARIDAD TORSIONAL**

**nota: solo se aplica a edificios con**

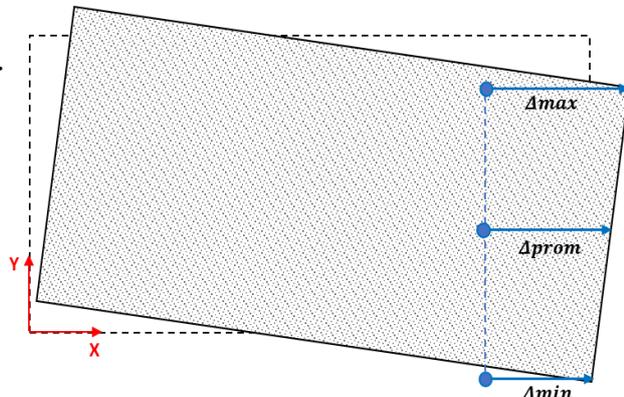


Ilustración 60. Ratio entre desplazamiento relativo máximo y desplaz. relativo promedio

Story	Output Case	Case Type	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Label	Max Loc X m	Max Loc Y m	Max Loc Z m
ENTRE PISO4	SestaticoX	LinStatic	Diaph ENTREPISO4 X	0.000821	0.000817	1.004	35	4.4714	13.3238	14
ENTRE PISO3	SestaticoX	LinStatic	Diaph ENTREPISO3 X	0.001182	0.001177	1.004	35	4.4714	13.3238	10.5
ENTRE PISO2	SestaticoX	LinStatic	Diaph ENTREPISO2 X	0.001347	0.001342	1.004	35	4.4714	13.3238	7
ENTRE PISO1	SestaticoX	LinStatic	Diaph ENTREPISO1 X	0.00087	0.00087	1	35	4.4714	13.3238	3.5
ENTRE PISO4	SestaticoY	LinStatic	Diaph ENTREPISO4 Y	0.000641	0.000641	1	64	4.4714	9.5738	14
ENTRE PISO3	SestaticoY	LinStatic	Diaph ENTREPISO3 Y	0.000953	0.000953	1	64	4.4714	9.5738	10.5
ENTRE PISO2	SestaticoY	LinStatic	Diaph ENTREPISO2 Y	0.001113	0.001113	1	64	4.4714	9.5738	7
ENTRE PISO1	SestaticoY	LinStatic	Diaph ENTREPISO1 Y	0.000743	0.000743	1	35	4.4714	13.3238	3.5

Fuente: elaboración propia en ETABS

Ilustración 61. Resultado de Irregularidad Torsional

Piso	EDIFICIO EN DIRECCION "X"	EDIFICIO EN DIRECCION "Y"
	Ratio ( $\Delta_{max}/\Delta_{pro}$ )	Ratio ( $\Delta_{max}/\Delta_{pro}$ )
4to Entrepiso	✓ 1.004	✓ 1.000
3cer Entrepiso	✓ 1.004	✓ 1.000
2do Entrepiso	✓ 1.004	✓ 1.000
1mer Entrepiso	✓ 1.000	✓ 1.000
<b>Ia</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Fuente: elaboración propia en Excel

Para ambas direcciones se puede apreciar que no existe Irregularidad Torsional. Por ende, el valor de  $I_p$  (Irregularidad Torsional) es  $I_p=1$  en ambas direcciones.

**b) Irregularidad Torsional extrema**

**Tabla 25. Irregularidad Torsional Extrema**

<p><b>Irregularidad Torsional Extrema (Ver Tabla N° 10)</b>          Existe irregularidad torsional extrema cuando, en cualquiera de las direcciones de análisis, el máximo desplazamiento relativo de entrepiso en un extremo del edificio (<math>\Delta_{max}</math>) en esa dirección, calculado incluyendo excentricidad accidental, es mayor que 1,5 veces el desplazamiento relativo promedio de los extremos del mismo entrepiso para la misma condición de carga (<math>\Delta_{prom}</math>).          Este criterio sólo se aplica en edificios con diafragmas rígidos y sólo si el máximo desplazamiento relativo de entrepiso es mayor que 50% del desplazamiento permisible indicado en la Tabla N° 11.</p>	0,60
--	------

Fuente: MVCS, Norma E-030 (2019) Art 20.

- si  $\Delta_{max} > 1.5\Delta_{promedio}$  y  $\Delta_{max} > 0.5 * 0.007$

Entonces si Cumple la condicion

presenta **IRREGULARIDAD TORSIONAL**

**EXTREMA**

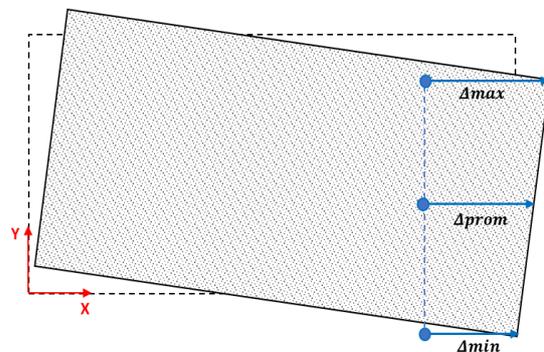


Ilustración 62. Ratio entre desplazamiento relativo máximo y desplazamiento relativo promedio.

Story	Output Case	Case Type	Item	Max Drift	Avg Drift	Ratio	Label	Max Loc X m	Max Loc Y m	Max Loc Z m
ENTRE PISO4	SestaticoX	LinStatic	Diaph ENTREPISO4 X	0.000821	0.000817	1.004	35	4.4714	13.3238	14
ENTRE PISO3	SestaticoX	LinStatic	Diaph ENTREPISO3 X	0.001182	0.001177	1.004	35	4.4714	13.3238	10.5
ENTRE PISO2	SestaticoX	LinStatic	Diaph ENTREPISO2 X	0.001347	0.001342	1.004	35	4.4714	13.3238	7
ENTRE PISO1	SestaticoX	LinStatic	Diaph ENTREPISO1 X	0.00087	0.00087	1	35	4.4714	13.3238	3.5
ENTRE PISO4	SestaticoY	LinStatic	Diaph ENTREPISO4 Y	0.000641	0.000641	1	64	4.4714	9.5738	14
ENTRE PISO3	SestaticoY	LinStatic	Diaph ENTREPISO3 Y	0.000953	0.000953	1	64	4.4714	9.5738	10.5
ENTRE PISO2	SestaticoY	LinStatic	Diaph ENTREPISO2 Y	0.001113	0.001113	1	64	4.4714	9.5738	7
ENTRE PISO1	SestaticoY	LinStatic	Diaph ENTREPISO1 Y	0.000743	0.000743	1	35	4.4714	13.3238	3.5

Fuente: elaboración propia en ETABS

Ilustración 63. Resultado de Irregularidad Torsional extrema

Piso	EDIFICIO EN DIRECCION "X"	EDIFICIO EN DIRECCION "Y"
	Ratio ( $\Delta_{max}/\Delta_{pro}$ )	Ratio ( $\Delta_{max}/\Delta_{pro}$ )
ENTRE PISO4	✓ 1.004	✓ 1.000
ENTRE PISO3	✓ 1.004	✓ 1.000
ENTRE PISO2	✓ 1.004	✓ 1.000
ENTRE PISO1	✓ 1.000	✓ 1.000

<b>Ia</b>	1	1
-----------	---	---

Fuente: elaboración propia en Excel

Para ambas direcciones se puede apreciar que no existe Irregularidad Torsional extrema. Por ende, el valor de  $I_p$  (Irregularidad Torsional) es  **$I_p=1$**  en ambas direcciones.

c) Irregularidad de Esquinas entrantes

Tabla 26. Irregularidad de esquinas entrantes

<p><b>Esquinas Entrantes</b> La estructura se califica como irregular cuando tiene esquinas entrantes cuyas dimensiones en ambas direcciones son mayores que 20% de la correspondiente dimensión total en planta.</p>	<b>0,90</b>
---	-------------

Fuente: MVCS, Norma E-030 (2019) Art 20.

- sí  $Le(X2, Y2) > 0.2Lt(X1, Y1)$

Entonces si Cumple la condicion

presenta **IRREGULARIDAD EN**

**ESQUINAS ENTRANTES**

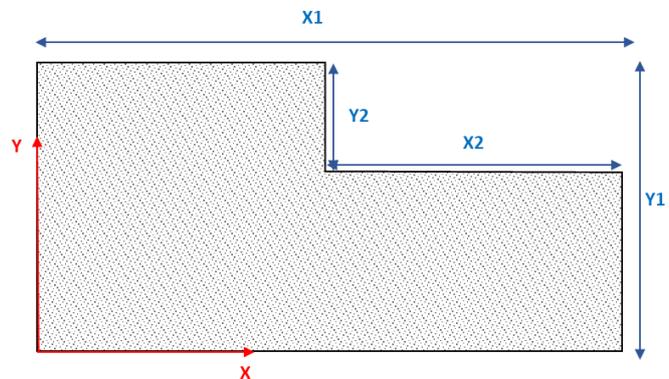


Ilustración 64. Resultado de Irregularidad de esquinas entrantes

	EDIFICIO EN DIRECCION X	EDIFICIO EN DIRECCION Y
Lt(X1, Y1)	9	21.57
Le(X2, Y2)	0	0
Le/Lt	✓ 0.000	✓ 0.000

<b>Ia</b>	1	1
-----------	---	---

Fuente: elaboración propia en Excel

En ambas direcciones se puede apreciar que no existe Irregularidad de esquinas entrantes  **$I_p=1$** .

## d) Irregularidad de Discontinuidad del Diafragma

Tabla 27. Irregularidad de Discontinuidad del diafragma.

<p><b>Discontinuidad del Diafragma</b>          La estructura se califica como irregular cuando los diafragmas tienen discontinuidades abruptas o variaciones importantes en rigidez, incluyendo aberturas mayores que 50% del área bruta del diafragma. También existe irregularidad cuando, en cualquiera de los pisos y para cualquiera de las direcciones de análisis, se tiene alguna sección transversal del diafragma con un área neta resistente menor que 25% del área de la sección transversal total de la misma dirección calculada con las dimensiones totales de la planta.</p>	<p><b>0,85</b></p>
---	--------------------

Fuente: MVCS, Norma E-030 (2019) Art 20.

- si;  $A_{\text{abertura}} > 0.5A_{\text{total}}$
- si;  $A_{\text{resistente}} < 0.25 A_{\text{total}}$

Entonces si Cumple la condición presenta

**IRREGULARIDAD POR DISCONTINUIDAD DE DIAFRAGMA**

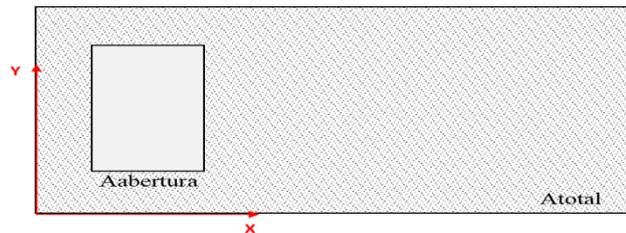
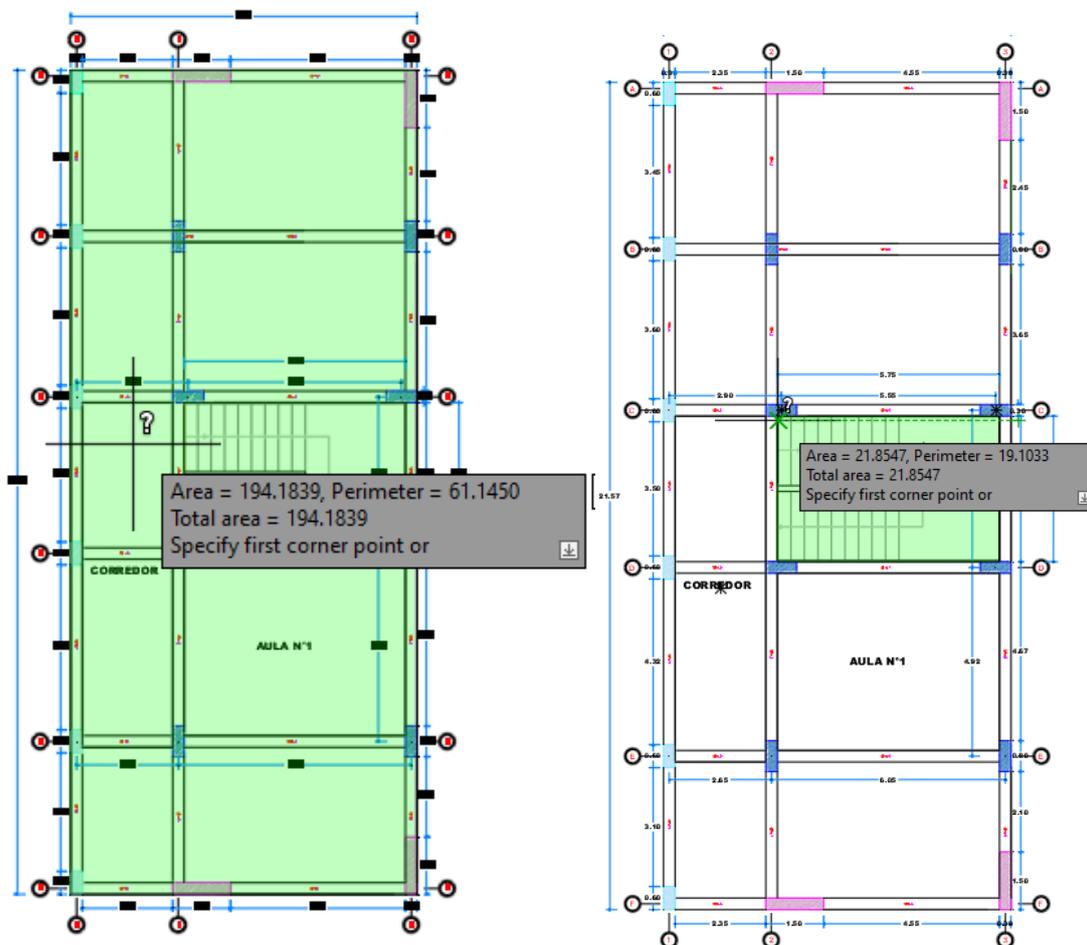


Ilustración 65. Diafragma en planta



Fuente: Elaboración Propia

Ilustración 66. Resultado de Irregularidad de discontinuidad de diafragma

	EDIFICIO EN DIRECCION X	EDIFICIO EN DIRECCION Y
A(total)	194.13	194.13
A(abertura)	21.85	21.85
Aabert/Atotal	✓ 0.113	✓ 0.113

<b>Ia</b>	1	1
-----------	---	---

fuelle: elaboración propia en Excel

La estructura no presenta este tipo de irregularidad por más que existe discontinuidad en las escaleras. Por ende, el valor de  $I_p$  (Irregularidad de Discontinuidad del diafragma) es  **$I_p=1$**  en ambas direcciones.

#### e) Irregularidad de Sistemas no paralelos

La estructura no presenta este tipo de irregularidad, Por ende, el valor de  $I_p$  (Irregularidad de sistema no paralelos) es  **$I_a=1$**  en ambas direcciones.

### Resultados de la Corrección por Irregularidad

Ilustración 67. Resultado de Irregularidad en altura

VERIFICACIONES DE IRREGULARIDADES DE ALTURA (Ia)	DIRECCION X	DIRECCION Y
1. IRREGULARIDAD DE RIGIDEZ-PISO BLANDO	1	1
2. IRREGULARIDAD DE RESISTENCIA-PISO DEBIL	1	1
3. IRREGULARIDAD EXTREMA DE RIGIDEZ	1	1
4. IRREGULARIDAD EXTREMA DE RESISTENCIA	1	1
5. IRREGULARIDAD DE PESO O MASA	0.9	0.9
6. IRREGULARIDAD GEOMETRIA VERTICAL	1	1
7. DISCONTINUIDAD EN LOS SISTEMAS RESISTENTES	1	1
8. DISCONTINUIDAD EXTREMA DE LOS SISTEMAS RESISTENTE	1	1
<b>Ia:</b>	<b>0.9</b>	<b>0.9</b>

Fuelle: elaboración propia en Excel

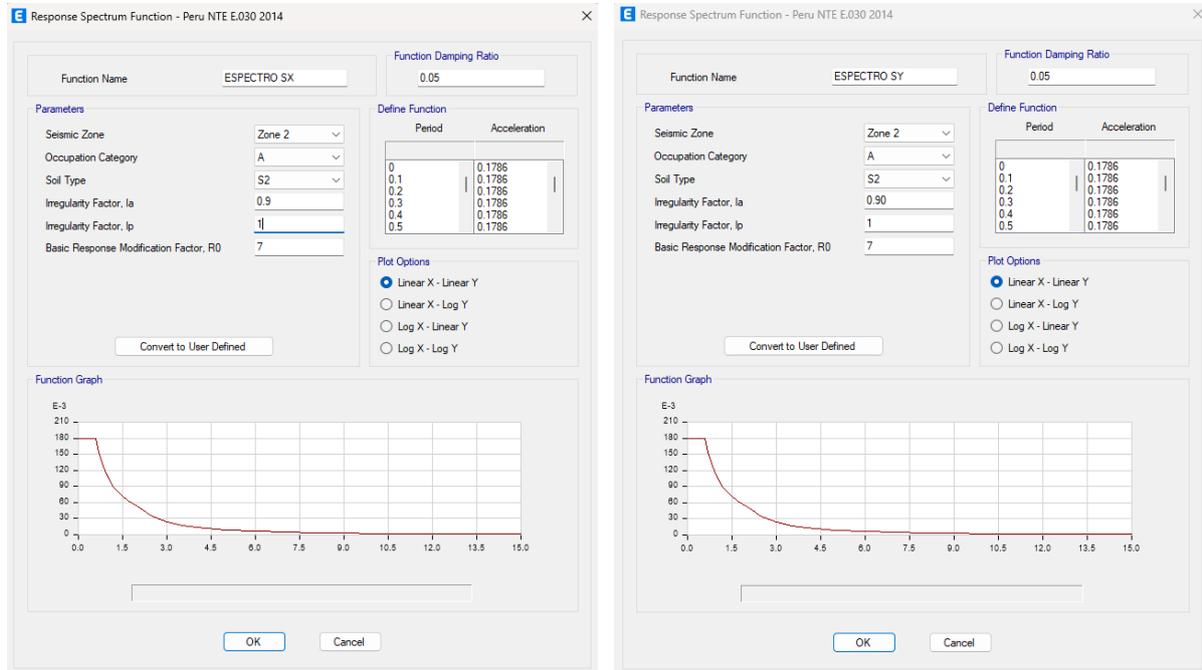
Ilustración 68. Resultado de Irregularidad en planta

VERIFICACIONES DE IRREGULARIDADES DE PLANTA (Ip)		
1. IRREGULARIDAD TORSIONAL	1	1
2. IRREGULARIDAD TORSIONAL EXTREMA	1	1
3. IRREGULARIDAD ESQUINAS ENTRANTES	1	1
4. IRREGULARIDAD POR DISCONTINUIDAD DE DIAFRAGMA	1	1
5. IRREGULARIDAD POR SISTEMAS NO PARALELOS	1	1
<b>Ip:</b>	<b>1</b>	<b>1</b>

Fuelle: elaboración propia en Excel

Se modificarán los valores de  $I_a$  (Irregularidad en altura) de 1 a 0.9 y  $I_p$  (Irregularidad en planta) mantiene su valor, de tal manera que la fuerza cortante basal aumente en el análisis.

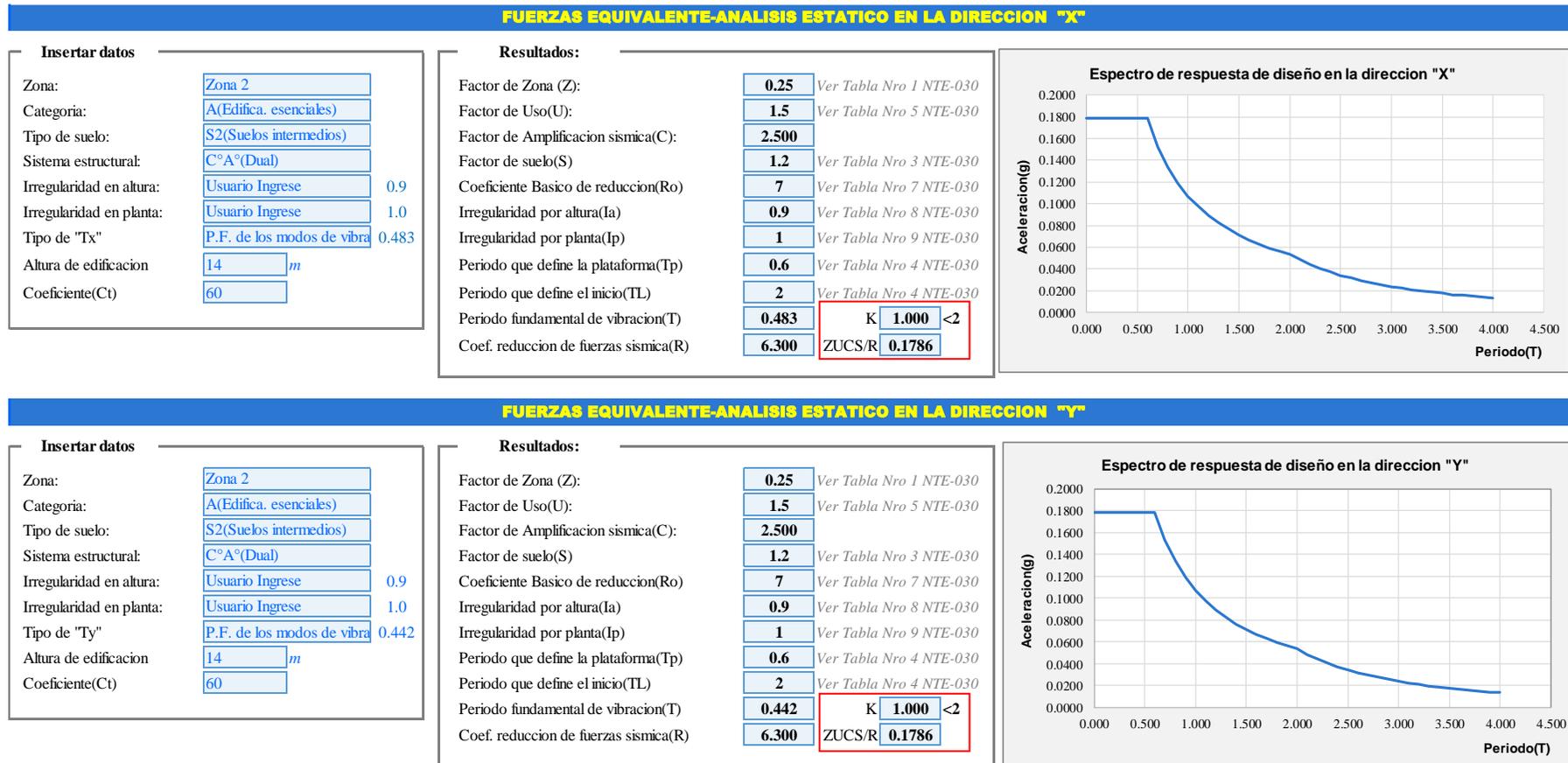
*Ilustración 69. Corrección de los coeficientes de Irregularidad Para el análisis estático*



*Fuente: elaboración propia en ETABS*

Se modificarán los valores de Ia, Ip en ambas direcciones, de tal manera que la fuerza cortante basal aumente en el análisis estático, el valor que se ingresa para el análisis estático en el ETABS es el ZUCS/R y K con ello se corregirá el análisis estático.

Ilustración 70. Corrección de los coeficientes de Irregularidad Para el análisis dinámico.



Fuente: elaboración propia en Excel

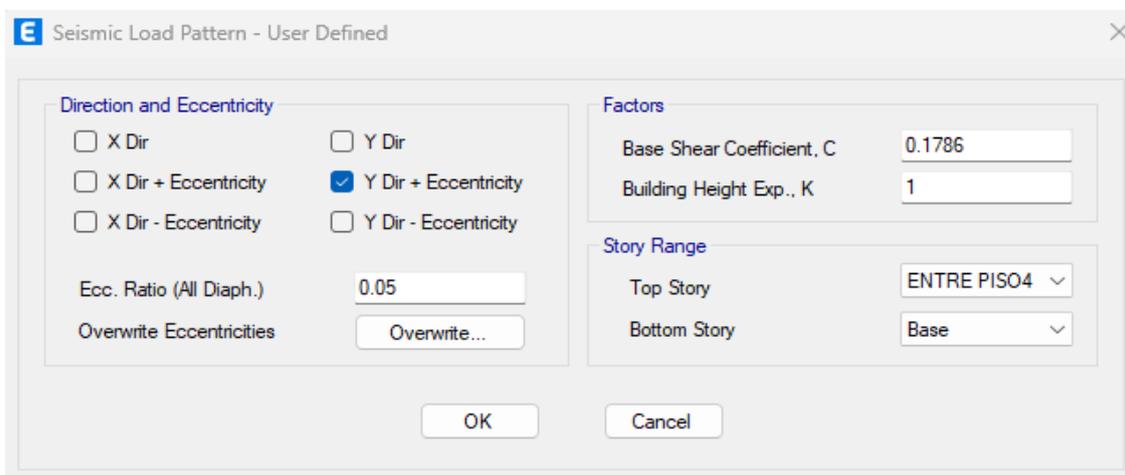
Ingresamos los nuevos valores de  $K=1$  y  $ZUCS/R=0.1786$  en el Estas para el análisis dinámico

*Ilustración 71. Corrección de los coeficientes de K y ZUCS/R en la dirección “X” para el análisis dinámico*



*Fuente: elaboración propia en ETABS*

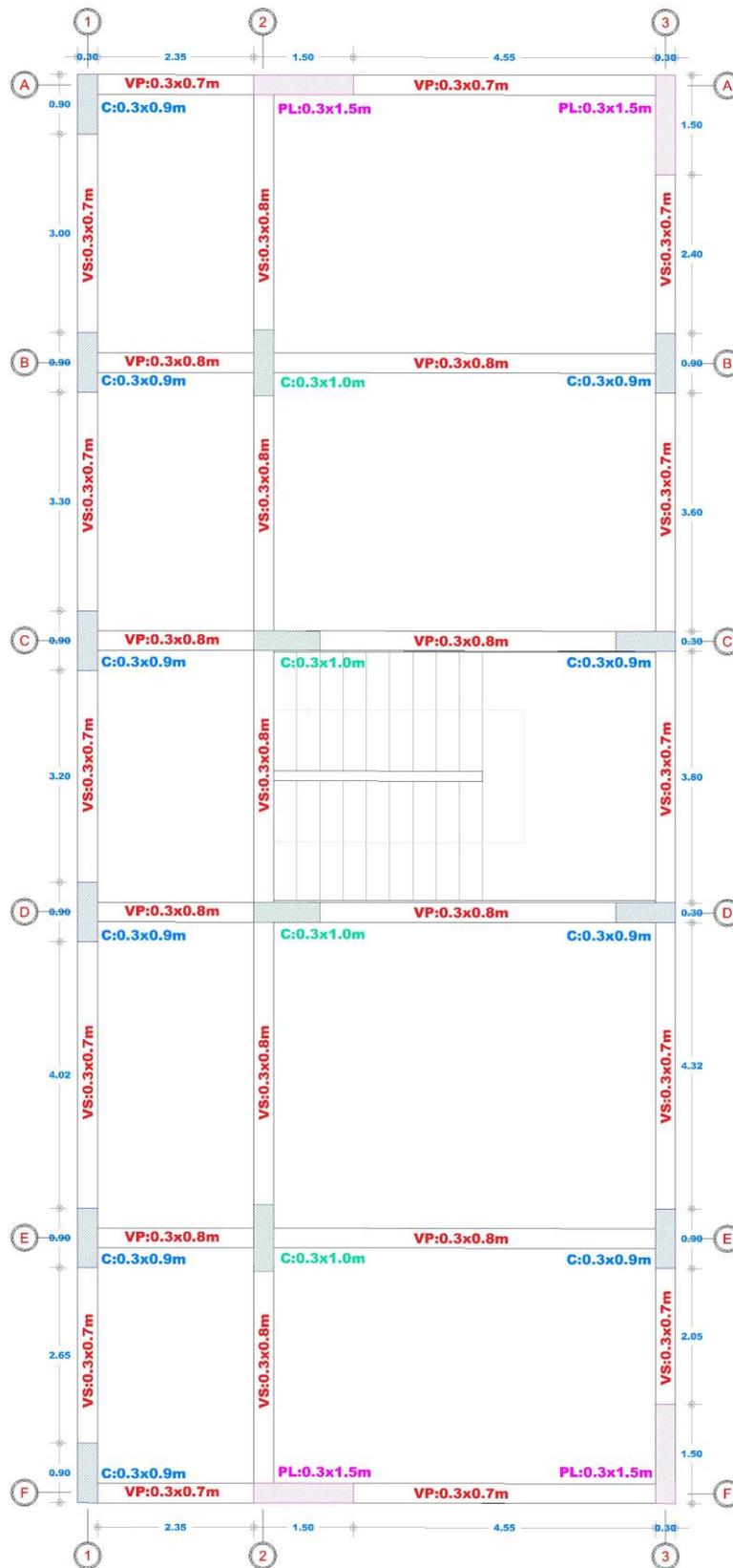
*Ilustración 72. Corrección de los coeficientes de K y ZUCS/R en la dirección “Y” para el análisis dinámico*



*Fuente: Elaboración propia en ETABS*

Se realizó el análisis estructural del bloque correspondiente, lo que requirió la modificación de las secciones de columnas y vigas con el fin de cumplir adecuadamente con las condiciones de diseño establecidas para dichos elementos. Los resultados obtenidos, correspondientes a las nuevas dimensiones propuestas, se presentan en la figura siguiente.

Ilustración 73. Secciones de vigas y columnas.



Fuente: Elaboración Propia

## 4.4. DISEÑO DE ELEMENTOS ESTRUCTURALES

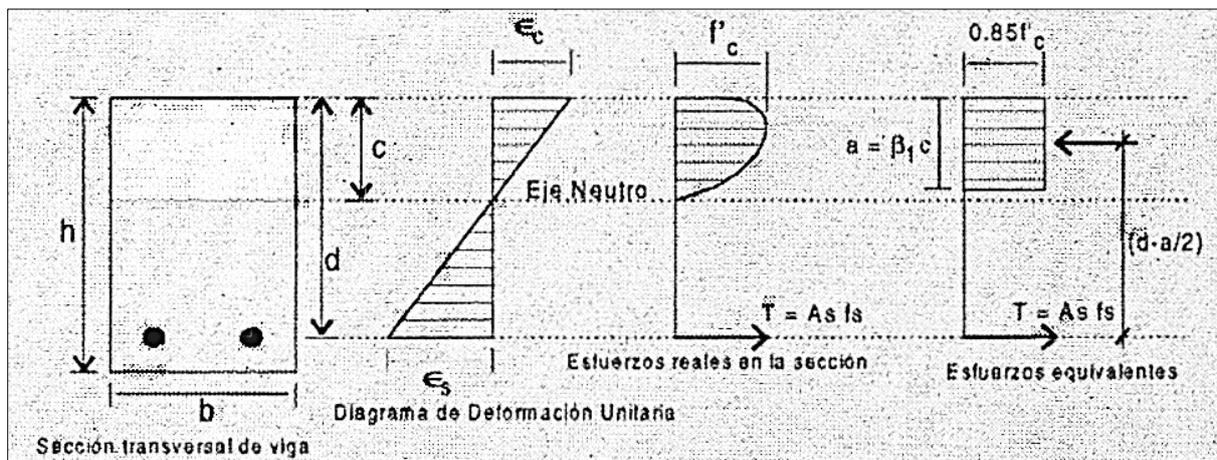
### 4.4.1 Diseño de Viga

El cálculo de refuerzo de las vigas se realizó de acuerdo a las indicaciones de las normas peruanas E-060 y las recomendaciones del código ACI – 318 – 19. Para el caso de esta Memoria de Cálculo se explicará el diseño de una viga, La viga que presenta la mayor luz.

#### a) Diseño por Flexión

- $\phi M_n \geq M_u$

Ilustración 74. Desgrama de deformación unitaria y esfuerzo en la sección de una viga



Fuente: Concreto Armado-R. Armando Morales

#### Cuantía de acero en tracción:

$$\rho = \frac{A_s}{bd}$$

Donde:

- $\rho$ : cuantía de acero
- $A_s$ : área de acero en tracción
- $b$ : ancho de la viga
- $d$ : peralte efectivo

#### FALLA EN LOS ELEMENTOS DE VIGA:

- **Falla dúctil:** Se da cuando el acero en tracción ha llegado primero a su estado de fluencia antes que el concreto inicie su aplastamiento en el extremo comprimido.

$$\epsilon_s > \epsilon_v$$

#### Diseño por flexión:

$$\phi M_n \geq M_u$$

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b} ; Mn = A_s * f_y * (d - \frac{a}{2})$$

$$\phi Mn \geq Mu ; \phi * A_s * f_y * (d - \frac{a}{2}) = Mu ; A_s = \frac{Mu}{\phi * f_y * (d - \frac{a}{2})}$$

Cuantía máxima:  $\rho_{max} = 0.75\rho_b ;$

$$As_{max} = 0.75As_b$$

Cuantía mínima:  $\rho_{min} = \frac{0.7 * \sqrt{f'_c}}{f_y}$

Donde:

- $\phi$ : factor de reducción por flexión (0.9)
- Mn: Momento nominal
- Mu: Momento ultimo o actuante
- $f'_c$ : Resistencia a compresión del concreto
- $f_y$ : Grado de fluencia del acero de refuerzo
- $\rho_{max}$ : Cuantía máxima
- $\rho_b$ : Cuantía balanceada
- $\epsilon_s$ : Deformación unitaria del acero
- $\epsilon_y$ : Deformación unitaria del acero en su estado de fluencia

$$A_s = \frac{\phi f_y d + \sqrt{(-\phi f_y d)^2 - 4(\frac{\phi f_y^2}{1.7 * f'_c B})(M_U)}}{2(\frac{\phi f_y^2}{1.7 * f'_c b})}$$

➤ **Falla Balanceada:** Se da cuando simultáneamente se inicia la fluencia del acero y el aplastamiento del concreto.

$$\epsilon_s = \epsilon_v$$

Cuantía balanceada:

$$\rho_b = \frac{\beta_1 * 0.85 * f'_c}{f_y} * \left( \frac{6000}{6000 + f_y} \right) ; As_b = \frac{\beta_1 * 0.85 * f'_c * b * d}{f_y} * \left( \frac{6000}{6000 + f_y} \right)$$

$$\beta_1 = 0.85 \quad \text{si } f'_c \leq \frac{280 \text{kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\beta_1 = 0.85 - \frac{f'_c - 280}{1400} \geq 0.65 \quad \text{si } f'_c > \frac{280 \text{kg}}{\text{cm}^2}$$

➤ **Falla frágil:** Se da cuando primero inicia el aplastamiento del concreto antes que el inicio de la fluencia del acero en tracción.

$$\epsilon_s < \epsilon_v$$

**Nota:** en toda estructura debe ocurrir una falla dúctil o sub armada, el cual es el más recomendable.

## b) Diseño por Corte

$$\phi V_n \geq V_u$$

$$\phi V_n > V_u$$

$$V_n = V_c + V_s ; V_c = 0.53 * \sqrt{f'c} * b * d ; V_s = A_v * f_y * \frac{d}{s}$$

$$V_u = V_p + V_g$$

Donde:

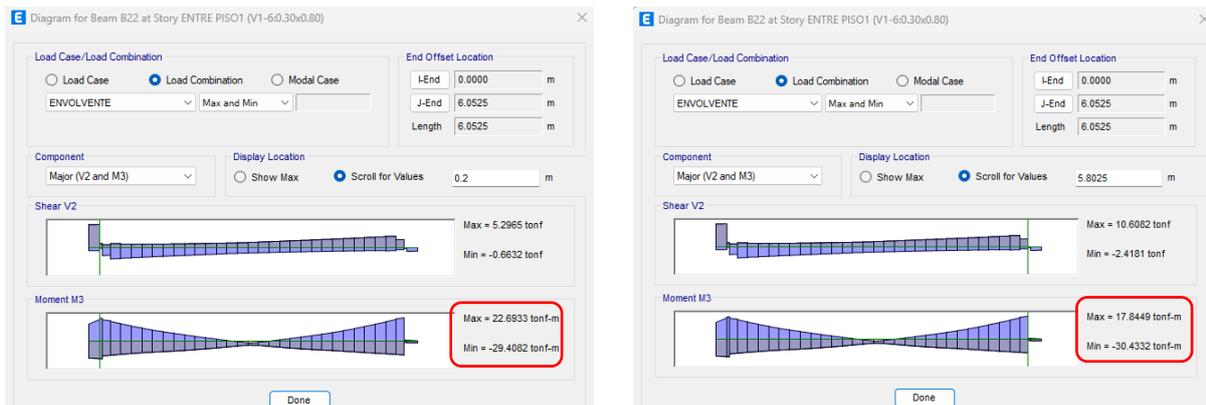
- $\phi$ : Factor de reducción al corte (0.85)
- $V_u$ : Cortante ultimo
- $V_n$ : Cortante nominal-Resistencia al corte del concreto y acero (estribo)
- $V_c$ : Resistencia al corte del concreto
- $V_s$ : Resistencia al corte del acero (estribo)
- $V_p$ : Fuerza cortante producida por el momento resistente
- $V_g$ : Fuerza cortante isostática calculada para cargas de gravedad

## DISEÑO DE LA VIGA DEL EJE C (VP 0.3x0.7) DEL 1er ENTRE PISO

### DISEÑO POR FLEXIÓN DE LA VIGA

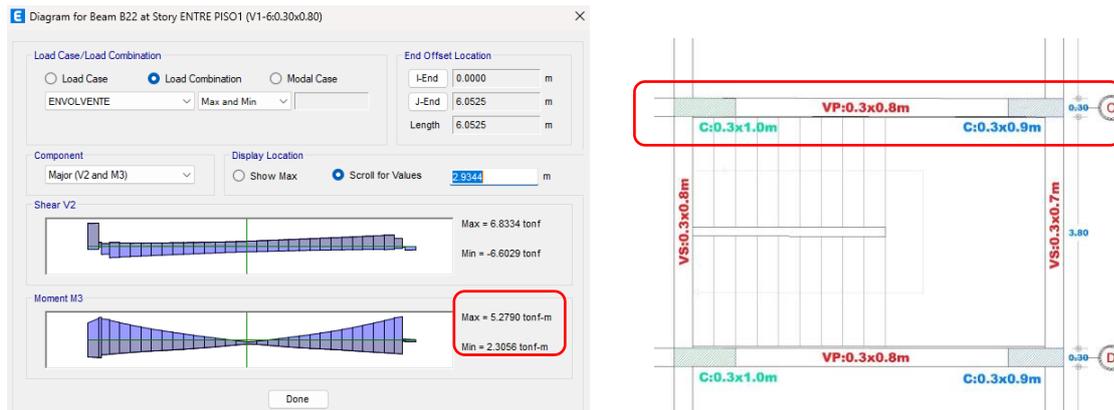
Para el diseño a flexión, se empleó la envolvente de cargas obtenida del análisis estructural, considerando las combinaciones más desfavorables según la normativa vigente.

*Ilustración 75. Momento último en la viga en los extremos*



*Fuente: Elaboración propia en ETABS*

Ilustración 76. Momento último en la viga en el centro



Fuente: Elaboración propia en ETABS

### CARACTERÍSTICAS DEL MATERIAL

Resistencia a compresión del concreto	fc'	210	kgf/cm <sup>2</sup>
Esfuerzo de fluencia del acero	fy	4200	kgf/cm <sup>2</sup>
Ancho de la viga	b	30	cm
Alto de la viga	h	80	cm
Recubrimiento	r	5.746	cm
Peralte efectivo	d	74.254	cm

Luz Libre de la viga	Luz libre	4.45	m
----------------------	-----------	------	---

#### LUZ LIBRE DE LA VIGA

5.4 m, 4.45 m, 1 m, 0.9 m

#### SECCION DE LA VIGA (cm)

Ingresar Datos

b: 30, h: 80, r: 5.75, phi: 3/8", phi: 5/8"

Diametro del estribo	0.953	cm
Diametro de la barra	1.588	cm
Recubrimiento	4	cm

# DISEÑO DE VIGA POR FLEXION

1.DISEÑO POR FLEXION Y CARGA AXIAL

Factor de reduccion de resistencia	$\phi$	0.9	
------------------------------------	--------	-----	--

**1.1 Momentos provenientes del analisis del software RNE E-060(2009) 21.5.2.2**

Mu(-)	29.3837 tnf-m	0 tnf-m	30.3048 tnf-m
Mu(+)	22.6904 tnf-m	5.279 tnf-m	17.8146 tnf-m

Mu(-)	29.3837 tnf-m	7.58 tnf-m	30.3048 tnf-m
Mu(+)	22.6904 tnf-m	7.58 tnf-m	17.81 tnf-m

*Nota: el momento ultimo (Mu) proviene del analisis de la viga considerando las combinaciones de carga (U)*

**1.2 Area de acero de en traccion**

As Inicial	11.12 cm2	2.74 cm2	11.50 cm2
As	8.46 cm2	2.74 cm2	6.58 cm2

**1.3 Verificacion de acero minimo en traccion RNE E-060(2009) 10.5.2**

Area de acero minimo en traccion	As(min)	5.38 cm2	
----------------------------------	---------	----------	--

**1.4 Verificacion de acero maximo en traccion**

1mer condicion-balanceada ( $\epsilon_c=0.003$  y  $\epsilon_s=0.0021$ ) RNE E-060(2009) 10.3.4

	$\beta_1$	0.85	
Area de acero de balance en traccion	Asb	47.34 cm2	
Area de acero maximo en traccion	As(max)	35.50 cm2	

2da condicion- ( $\epsilon_c=0.003$  y  $\epsilon_s=0.004$ )

Area de acero maximo en traccion	As(max)	34.46 cm2	
----------------------------------	---------	-----------	--

3ra condicion

Area de acero maximo en traccion	As(max)	55.69 cm2	
----------------------------------	---------	-----------	--

Asmax es el menor valor de las 3 condiciones

Asmax	34.46 cm2	
-------	-----------	--

$0.85 \cdot f_c \cdot a \cdot b = A_s \cdot f_y$        $\Sigma F_x = 0$   
 $M_n = A_s \cdot f_y \cdot (h - a/2)$        $\Sigma M = 0$

$\phi \cdot M_n \geq M_u$

$A_s = M_u / (\phi \cdot f_y \cdot (h - a/2))$        $a = f_y \cdot A_s / (0.85 \cdot f_c \cdot b)$

$A_{smin} = 0.7 \cdot \text{raiz}(f_c) \cdot b \cdot d / f_y$  ;  $A_s \geq 14 \cdot b \cdot d / f_y$  (ACI 318)

$\beta_1 = 0.85$       si  $f_c \leq 280 \text{ kg/cm}^2$   
 $\beta_1 = 0.85 - (f_c - 280) / 1400 \geq 0.65$       si  $f_c > 280 \text{ kg/cm}^2$   
 $A_{sb} = 0.5 \cdot \beta_1 \cdot f_c \cdot b \cdot d / f_y$   
 $A_{smax} = 0.75 \cdot A_{sb}$

$A_{smax} = 0.364 \cdot \beta_1 \cdot f_c \cdot b \cdot d / f_y$

$A_{smax} = 0.025 \cdot b \cdot d$

As final	11.12 cm2	5.38 cm2	11.50 cm2
As	8.46 cm2	5.38 cm2	6.58 cm2

Corregir Amin con: E060-10.5.2

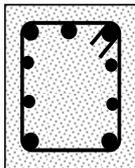
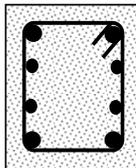
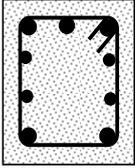
**Conteo barrillas para cada As**

db	Area barilla	cantidad	total Parcial
3/4"	2.84	2	5.68
5/8"	1.99	0	0.00
1/2"	1.29	2	2.58

TOTAL DE ACERO POR SECC 8.26

**1.6 Area de acero colocado en Obra**

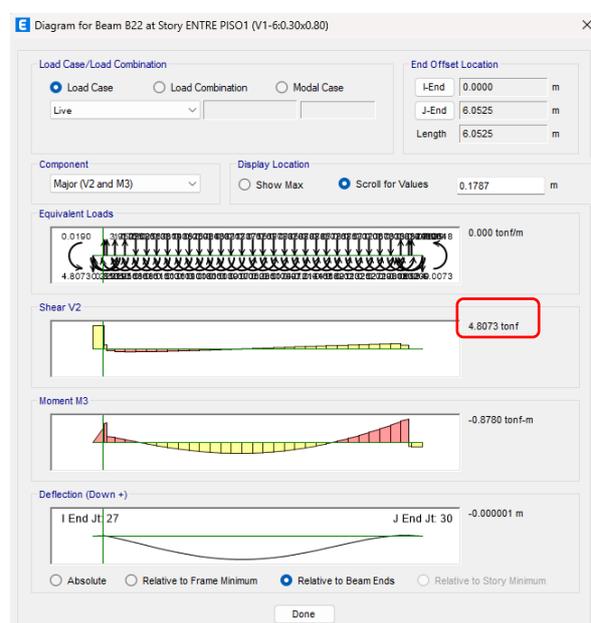
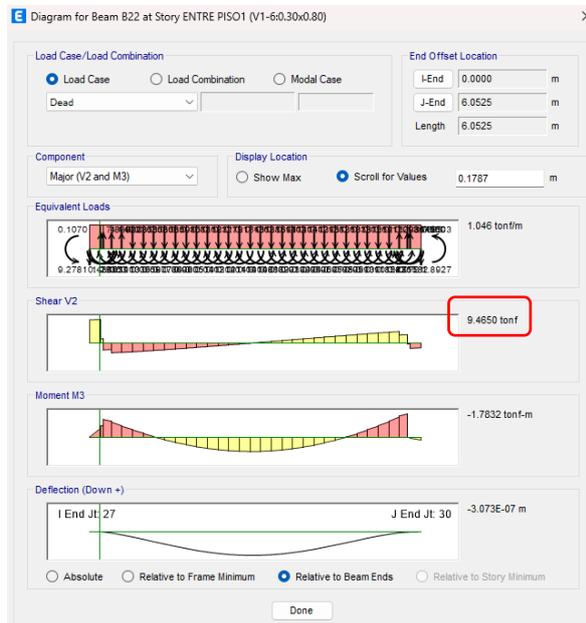
3ø3/4" 2ø1/2"	2ø3/4" 2ø1/2"	3ø3/4" 2ø1/2"
As 11.1 cm2	As 8.26 cm2	As 11.1 cm2
2ø1/2" 2ø3/4"	2ø1/2" 2ø3/4" + 1ø5/8"	2ø1/2" 2ø3/4"
As 8.26 cm2	As 10.25 cm2	As 8.26 cm2

Fuente: Elaboración propia en EXCEL

# DISEÑO DE VIGA POR CORTE

Ilustración 77. Fuerza Cortante viva y muerta en el ETABS



Fuente: Elaboración propia en ETABS

## 2.DISEÑO POR CORTANTE

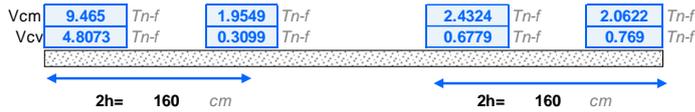
$$\phi^*V_n \geq V_u \quad V_n = V_c + V_s \quad V_c = 0.53 \cdot \text{Raiz}(f_c) \cdot b \cdot d \quad V_s = A_v \cdot f_y \cdot d / s; \quad V_u = V_p + V_g$$

Donde:

- Vu: cortante ultimo
- Vn: resistencia al corte del concreto y acero (estribo)
- $\phi$ : factor de reduccion de la resistencia al corte
- Vc: resistencia al corte del concreto
- Vs: resistencia al corte del acero (estribo)
- Vp: fuerza cortante producida por el momento resistente
- Vg: fuerza cortante isostatica calculada para cargas de gravedad

Factor de reduc. de resistencia al corte	$\phi$	0.85
--	--------	------

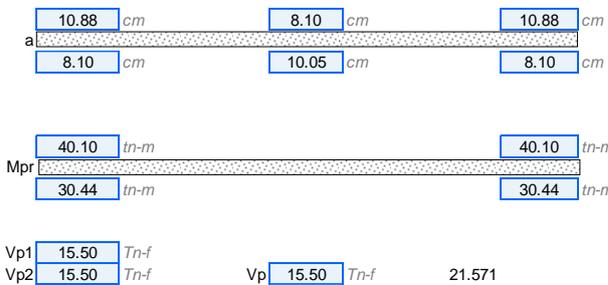
### 2.1 Cortante proveniente del analisis



### 2.2 Cortante Isostatico (Vg)



### 2.3 Cortante Probable (Vp)



$$a = A_s \cdot 1.25 \cdot f_y / (0.85 \cdot f_c \cdot b)$$

$$M_n = A_s \cdot f_y \cdot (d - a/2)$$

$$M_{pr} = 1.25 \cdot M_n$$

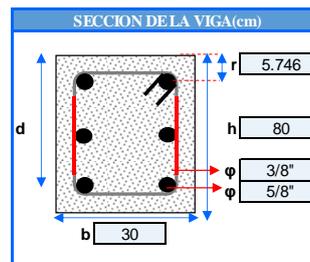
### 2.4 Cortante Ultimo (Vu)



### 2.5 Resistencia al corte del concreto (Vc)

$$V_c = 17.11 \text{ Tn-f}$$

$$V_c = 0.53 \cdot \text{Raiz}(f_c) \cdot b \cdot d$$



$$A_{vmin} = 0.2 \cdot \text{raiz}(f_c) \cdot b \cdot s / f_y \quad s = A_{vmin} \cdot f_y / (0.2 \cdot \text{raiz}(f_c) \cdot b)$$

$$A_{vmin} \geq 3.5 \cdot b \cdot s / f_y \quad s \leq A_{vmin} \cdot f_y / (3.5 \cdot b)$$

### 2.6 Resistencia al corte del acero (Vs)

#### 2.6.1 Verificación de acero mínimo por corte NTP E-060 11.5.6.2

Area de la barrilla del estribo		0.71	cm <sup>2</sup>
Area estribo de 2 ramas	<b>A<sub>vmin</sub></b>	1.42	cm <sup>2</sup>

Espaciamiento de estribos	s	68.59	cm
Espaciamiento máximo de estribos	<b>s<sub>max</sub></b>	56.80	cm
Espaciamiento máximo de estribos	<b>s<sub>max</sub></b>	56.80	cm

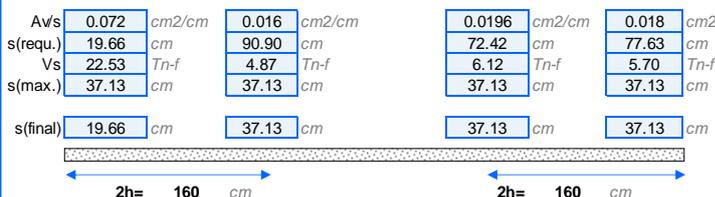
#### 2.6.2 Verificación de espaciamiento máximo por corte

1.1 * raiz(fc) * b * d	35.51	Tn-f
s <sub>max</sub> = d/2	37.13	cm
s <sub>max</sub> = d/4	18.56	cm

$$V_s < 1.1 \cdot \text{raiz}(f_c) \cdot b \cdot d \quad S_{max} = d/2$$

$$V_s > 1.1 \cdot \text{raiz}(f_c) \cdot b \cdot d \quad S_{max} = d/4$$

#### 2.6.3 Espaciamiento de refuerzo requerido por corte



$$\phi^*V_n \geq V_u \quad \phi^*V_n = V_u \quad \phi^*(V_c + V_s) = V_u \quad V_s = V_u / \phi - V_c$$

$$V_s = A_v \cdot f_y \cdot d / s \quad A_v / s = V_s / (f_y \cdot d) \quad A_v / s = (V_u / \phi - V_c) / (f_y \cdot d)$$

$$V_s = A_v \cdot f_y \cdot d / s$$

→ Armado de estribos por CORTE

1 @ 5                    10 @ 15.00                    R @ 35.00    cm

**2.7 Estribos Requeridos por Zona Sismica**

Longitud de confinamiento	Lo	160	cm
---------------------------	----	-----	----

Lo=2\*h

Espaciamiento maximo del 1mer estribo cerrado	5	cm
---	---	----

Espaciamiento entre estribos cerrados de confinamiento (s-confinado) no debe ser mayor que:

	d/4	18.56	cm
5/8"    1.59	8*dbmin(longitudinal)	12.70	cm
	24*db(estribo)	22.86	cm
		30.00	cm
s-confinado		12.70	cm

Espaciamiento entre estribos fuera de la zona de confinamiento (s-no confinado) no debe ser mayor que:

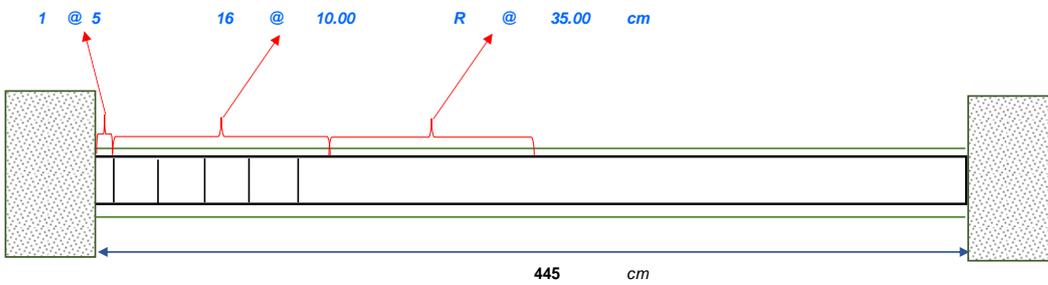
s-no confinado (d/2)	37.13	cm
----------------------	-------	----

**NOTA :los espaciamentos de estribos se consideran menores a los obtenidos**

→ Armado de estribos en ZONAS SISMICAS

1 @ 5                    16 @ 10.00                    R @ 35.00    cm

**2.8 DISTRIBUCION FINAL DE ESTRIBOS**

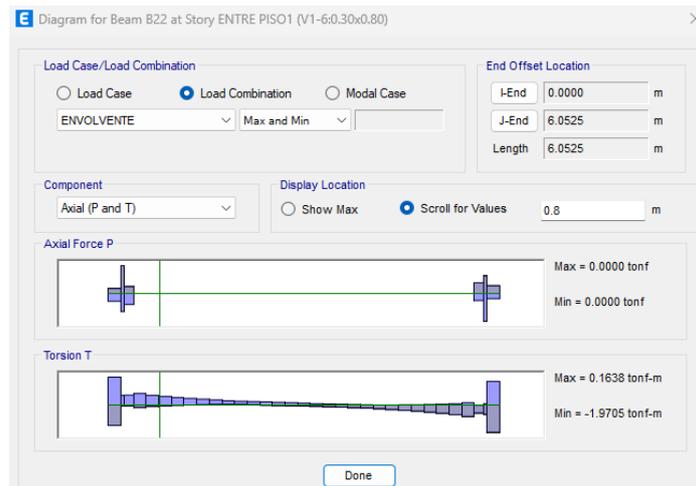


Fuente: Elaboración propia en EXCEL

## DISEÑO POR TORSIÓN DE LA VIGA:

Para el diseño por torsión, se empleó la envolvente de cargas correspondiente, considerando las combinaciones más críticas según los criterios establecidos por la normativa estructural vigente.

Ilustración 78. Momento Torsión último en el ETABS



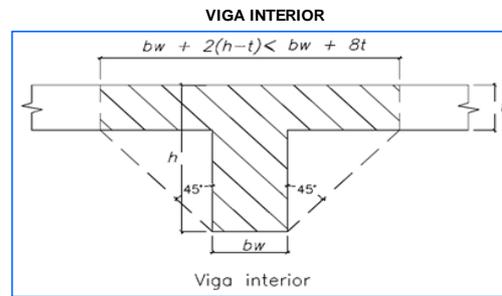
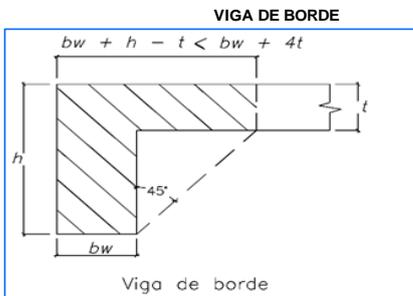
Fuente: Propia (ETABS)

### 3. DISEÑO POR TORSION

#### 3.1 Propiedades de la Seccion

Peralte de losa	t	20	cm
-----------------	---	----	----

Tipo de Viga	INTERIOR
--------------	----------



Ancho superior	bs	110	cm	$b_w + 4t$
		90	cm	$b_w + h - t$
Area de la seccion influencia	Acp	3600	cm <sup>2</sup>	
Perimetro de la seccion de influencia	Pcp	340	cm	
	Ag	3600	cm <sup>2</sup>	
Factor de reduccion	φ	0.85		

		190	cm	$b_w + 8t$
	bs	150	cm	$b_w + 2(h-t)$
	Acp	4800	cm <sup>2</sup>	
	Pcp	460	cm	
	Ag	4800	cm <sup>2</sup>	
	φ	0.85		

#### 3.2 Cargas Provenientes del Analisis

Momento Torsor amplificado	Tu	1.9705	Tnf-m
Carga Axial	Nu	0	Tnf

#### 3.3 Verificacion si se requiere Diseño por Torsion (NTP E-060-11.6.1)

$$T = 1.67 \text{ Tnf-m}$$

SI SE REQUIERE DISEÑO POR TORSION

$$T = \phi * 0.27 * \text{Raiz}(f_c) * (A_{cp}^2 / P_{cp}) * \text{raiz}(1 + N_u / (A_g * \text{raiz}(f_c)))$$

#### 3.4 Reduccion de Tu (NTP E-060-11.6.2)

Se permite reducir el maximo momento torsor Tu a Tur

Mometo Torsor amplificado reducido	Tur	6.79	Tnf-m
------------------------------------	-----	------	-------

$$T_{ur} = \phi * 1.1 * \text{Raiz}(f_c) * (A_{cp}^2 / P_{cp}) * \text{raiz}(1 + N_u / (A_g * \text{raiz}(f_c)))$$

Mometo torsor definido	Tu	1.97	Tnf-m
------------------------	----	------	-------

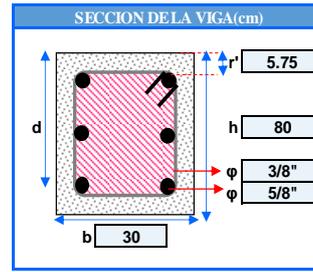
**3.5 Verificación de la sección de concreto (NTP E-060-11.6.3)**

Peralte efectivo	<b>d</b>	74.25	cm
Recubrimiento al eje del estribo	<b>r'</b>	5.75	cm
Área de sección interior al estribo	<b>Aoh</b>	1267.903	cm <sup>2</sup>
Perímetro de sección interior al estribo	<b>Poh</b>	174.03	cm
Momento torsor definido	<b>Tu</b>	1.97	Tn-f-m
Resistencia al corte del concreto	<b>Vc</b>	17.11	Tn-f
Cortante Último	<b>Vu</b>	33.34	Tn-f

$$\sqrt{\left(\frac{Vu}{bw d}\right)^2 + \left(\frac{Tu Ph}{1.7 A_{oh}^2}\right)^2} \leq \phi \left(\frac{Vc}{bw d} + 2.1 \sqrt{f'c}\right)$$

19.53 kg/cm<sup>2</sup> <= 32.40 kg/cm<sup>2</sup>

LA SECCION DE VIGA ES ADECUADA



**3.6 Estribos Requeridos por Corte + Torsion**

**3.6.1 Acero Mínimo por Torsion (NTP E-060-11.6.5)**

$$(Av + 2At) = 0.2 \sqrt{f'c} \frac{bw s}{fyt} \geq \frac{3.5 bw s}{fyt}$$

Área de estribo por corte y torsion	<b>(Av+At)m</b>	1.42	cm <sup>2</sup>
Espaciamiento de estribos máximo	<b>Smax</b>	56.8	cm

$S = (Av + At) \cdot fy / (3.5 \cdot b)$

**3.6.2 Espaciamiento Máximo (NTP E-060-11.6.6)**

Espaciamiento de estribos	<b>S</b>	21.75375	cm
Espaciamiento de estribos	<b>S</b>	30	cm
Espaciamiento de estribos máximo	<b>Smax</b>	21.75375	cm

$S = Poh / 8$

Espaciamiento de estribos definido	<b>S</b>	21.75375	cm
------------------------------------	----------	----------	----

**3.6.3 Espaciamiento Requerido de Refuerzo de Cortante + Torsion (NTP E-060-11.6.3.6:11.6.3.8)**

$\phi \cdot Tn \geq Tu \quad Tn = 2 \cdot Ao \cdot At \cdot fyt \cdot \cot(\theta) / S$

Ao	1077.717	cm <sup>2</sup>
θ	45°	
fyt	4200	kg/cm <sup>2</sup>
At/s	0.026	cm <sup>2</sup> /cm

$Ao = 0.85 \cdot Aoh$

$\phi \cdot Tn = Tu \quad Tn = Tu / \phi \quad As/s = Tu / (\phi \cdot 2 \cdot Ao \cdot fyt \cdot \cot(\theta))$

Av/S	0.071	cm <sup>2</sup> /cm	0.014	cm <sup>2</sup> /cm	0.018	cm <sup>2</sup> /cm	0.017	cm <sup>2</sup> /cm
At/S	0.026	cm <sup>2</sup> /cm						
Atotal/S	0.122	cm	0.066	cm	0.070	cm	0.068	cm
S	11.63	cm	21.67	cm	20.43	cm	20.82	cm
Smax	21.75	cm	21.75	cm	21.75	cm	21.75	cm
S(final)	11.63	cm	21.67	cm	20.43	cm	20.82	cm



→ Armado de estribos por CORTE+TORSION

1 @ 5                      16 @ 10.0                      R @ 25                      cm

**3.7 Estribos Requeridos por Zona Sismica**

Longitud de confinamiento	<b>Lo</b>	160	cm
---------------------------	-----------	-----	----

$Lo = 2 \cdot h$

Espaciamiento máximo del 1er estribo cerrado	5	cm
--	---	----

Espaciamiento entre estribos cerrados de confinamiento (s-confinado) no debe ser mayor que:

5/8"	1.59	d/4	18.56	cm
		8*dbmin(longitudinal)	12.70	cm
		24*db(estribo)	22.86	cm
			30.00	cm

**NOTA : los espaciamentos de estribos se consideran menores a los obtenidos**

S-confinado	12.70	cm
-------------	-------	----

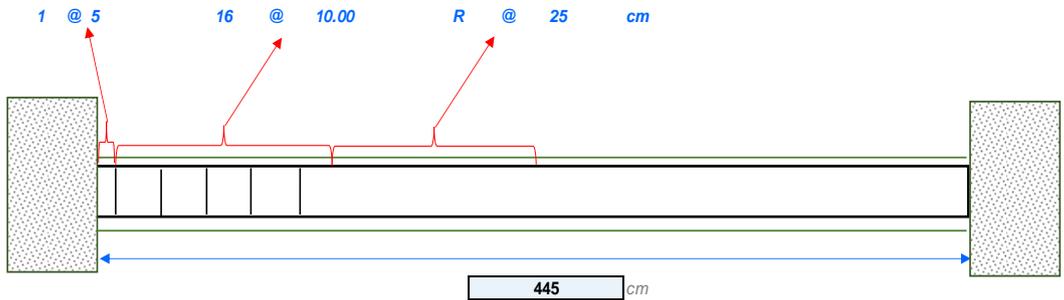
Espaciamiento entre estribos fuera de la zona de confinamiento (s-no confinado) no debe ser mayor que:

S-no confinado (d/2)	37.13	cm
----------------------	-------	----

→ Armado de estrivos en ZONA SISMICA

1 @ 5                  16 @ 10.00                  R @ 35.00    cm

**3.8 DISTRIBUCION FINAL DE ESTRIBOS**



**3.9 Refuerzo Longitudinal Por Torsion**

**3.9.1 Refuerzo longitudinal Requerido (NTP E-060-11.6.3.7)**

$$A_t = \frac{A_t}{s} P_h \left( \frac{f_{yt}}{f_y} \right) \cot^2 \theta \quad A_t = 4.46 \text{ cm}^2$$

**3.9.2 Refuerzo longitudinal Minimo (NTP E-060-11.6.5.3)**

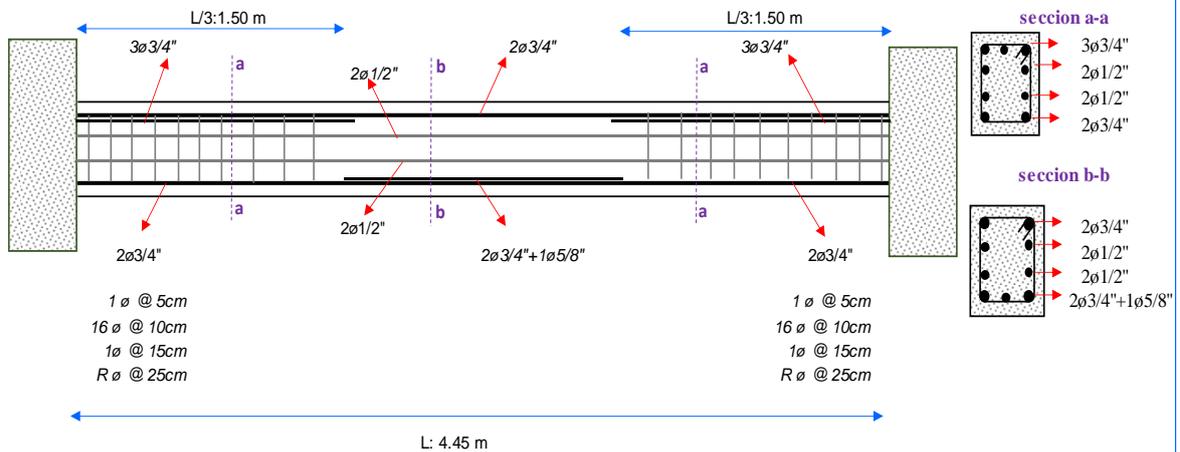
$$A_{t, \min} = \frac{1,33 \sqrt{f_c} A_{cp}}{f_y} - \left( \frac{A_t}{s} \right) P_h \frac{f_{yt}}{f_y} \quad \begin{matrix} (A_t/S)_{\min} = 0.0125 \text{ cm}^2/\text{cm} \\ (A_t/S)_{\text{cal}} = 0.0256 \text{ cm}^2/\text{cm} \end{matrix}$$

donde  $\frac{A_t}{s}$  no debe tomarse menor que  $\frac{1,75 b_w}{f_{yt}}$      $\begin{matrix} A_t/S = 0.0256 \text{ cm}^2/\text{cm} \\ A_{\min} = 12.06 \text{ cm}^2 \end{matrix}$

**3.9.2 Refuerzo longitudinal Por Torsion**

$A_t = 12.06 \text{ cm}^2$

**4. DIAGRAMA FINAL DE ACERO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL-EJE C-C**



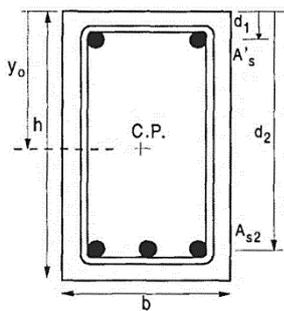
#### 4.4.2 Diseño de Columnas

##### a) Diseño por flexo-compresión

$$\phi P_n \geq P_u ; \phi M_n \geq M_u$$

Se establece que dicha cuantía no debe ser inferior al 1 % del área total de la sección transversal, con el propósito de limitar deformaciones dependientes del tiempo y asegurar que el momento de fluencia supere al momento de fisuración. Asimismo, el límite superior del 6 % responde a la necesidad de evitar una excesiva concentración de acero, que podría dificultar el proceso de colocación del refuerzo y generar un comportamiento estructural no dúctil frágil.

Centroide Plástico



El centroide plástico de una columna corresponde al punto de la sección transversal a través del cual actúa la carga axial generando deformaciones uniformes en toda el área. Este punto se calcula considerando el equilibrio de esfuerzos en el régimen plástico de

$$y_o = \frac{A_g 0.85 f'_c h / 2 + A'_s f_y d_1 + A_{s2} f_y d_2}{A_g 0.85 f'_c + A'_s f_y + A_{s2} f_y}$$

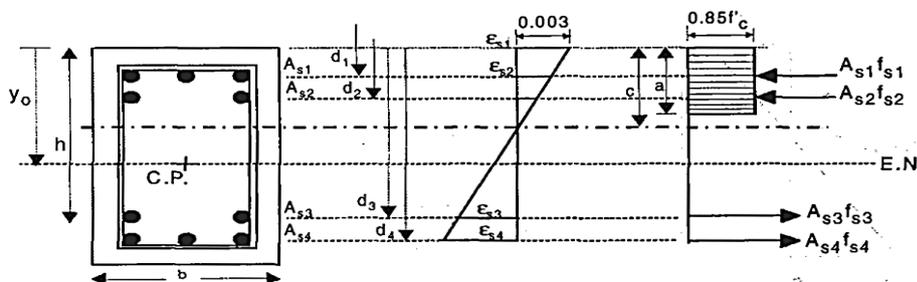
siendo  $A_g$  = área de la sección bruta ( $bh$ ).

##### ➤ Columna con carga axial nominal en el centro de la sección:

Para columna con estribos:  $P_n = 0.8 (0.85 f'_c (A_g - A_{st}) + A_{st} f_y)$

Para columnas zunchadas:  $P_n = 0.85 (0.85 f'_c (A_g - A_{st}) + A_{st} f_y)$

##### ➤ Columna con carga axial y flexión nominal:



$$\begin{aligned} C_c &= 0.85 f'_c b a \\ C_{s1} &= A_{s1} f_{s1} \\ C_{s2} &= A_{s2} f_{s2} \\ T_{s3} &= A_{s3} f_{s3} \\ T_{s4} &= A_{s4} f_{s4} \end{aligned}$$

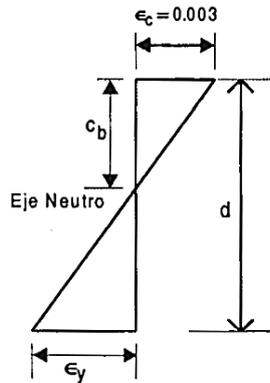
$$P_n = C_c + C_{s1} + C_{s2} - T_{s3} - T_{s4}$$

$$M_n = C_c (y_o - a / 2) + C_{s1} (y_o - d_1) + C_{s2} (y_o - d_2) + T_{s3} (d_3 - y_o) - T_{s4} (d_4 - y_o)$$

Además:  $M_n = P_n e$

➤ **Condición de falla balanceada**

La condición de falla balanceada en columnas se presenta cuando, de manera simultánea, el concreto alcanza su deformación máxima en compresión y el acero ubicado en la zona más alejada del eje neutro entra en cedencia por tracción.



$$\frac{c_b}{d} = \frac{0.003}{0.003 + \epsilon_y} \Rightarrow c_b = \frac{0.003}{0.003 + \epsilon_y} (d)$$

$$\epsilon_y = \frac{f_y}{E_s} = \frac{f_y}{2 \cdot 10^6}$$

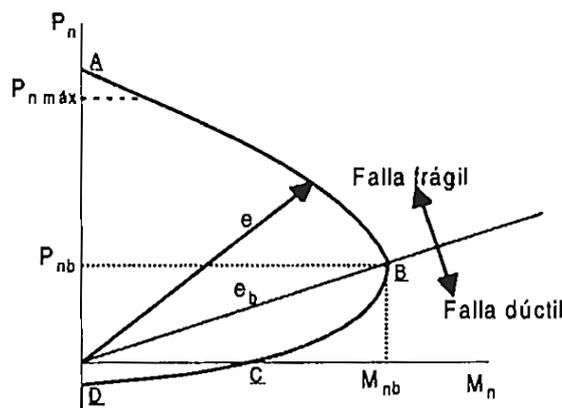
$$c_b = \frac{6000 d}{6000 + f_y}$$

En esta condición, la variable "d" representa la distancia entre la fibra más externa de la sección y el centroide del refuerzo de acero ubicado en la cara externa. Esta configuración permite definir una excentricidad correspondiente al estado de equilibrio estructural conocido como excentricidad balanceada.

$$e_b = \frac{M_{nb}}{P_{nb}}$$

- Falla Dúctil; Falla primero el acero,  $C < C_b$
- Falla Frágil; Falla primero el concreto,  $C > C_b$

**Diagrama de interacción de columna**



Fuente: Concreto armado-R. Armando Morales

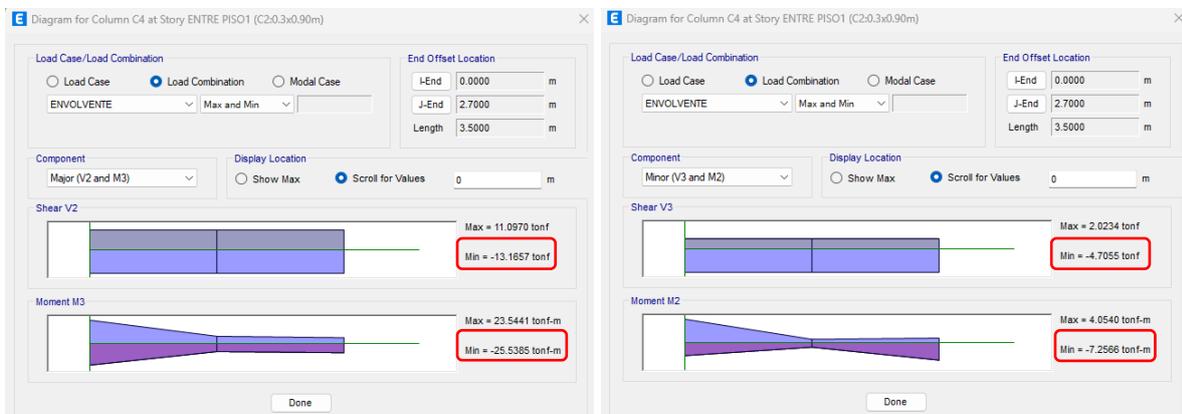
## b) Diseño por corte

La fuerza cortante de diseño  $V_u$  debe evaluarse a partir de las máximas acciones internas que pueden desarrollarse en las zonas de conexión (nudos) ubicadas en ambos extremos del elemento estructural. Para ello, se consideran los momentos flectores máximos posibles ( $M_{pr}=M_n$ ) que pueden generarse en cada extremo, tomando en cuenta el rango de cargas axiales amplificadas  $P_u$  que inciden sobre el elemento.

### ➤ Diseño de la columna del eje 3-E de sección C1:30X90cm.

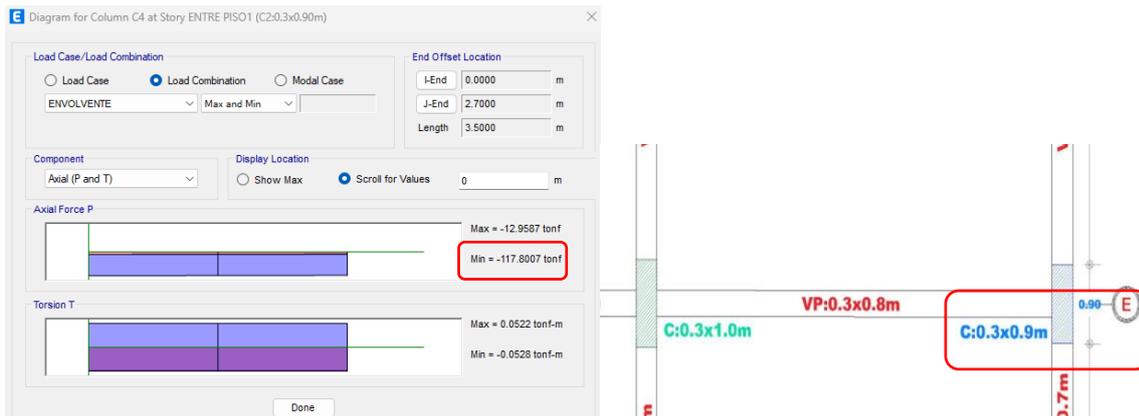
El dimensionamiento se desarrolló con apoyo de una hoja de cálculo en Excel, utilizando las cargas internas obtenidas del modelo estructural generado en ETABS.

Ilustración 79. Momento ultimo columna eje 3-E



Momento ultimo respecto al eje "X" ( $M_{ux}$ )  
y Cortante ultimo respecto al eje "Y" ( $V_{uy}$ )

Momento ultimo respecto al eje "X" ( $M_{uy}$ )  
y Cortante ultimo respecto al eje "Y" ( $V_{ux}$ )



Fuerza axial a compresión

**DISEÑO DE COLUMNA CUADRADA  $P_n, M_{nx}, M_{ny}$**

**1. Insertar datos :**

Resistencia a compresion del conrc	fe':	<input type="text" value="210 kg/cm²"/>
Esfuerzo de fluencia del acero:	fy:	<input type="text" value="4200 kg/cm²"/>
Deformacion Unitaria del concreto	ε <sub>cu</sub> :	<input type="text" value="0.003"/>
Deformacion Unitaria del acero:	ε <sub>y</sub> :	<input type="text" value="0.0021"/>
Altura de la columna:	h:	<input type="text" value="90.00 cm"/>
Base de la columna:	b:	<input type="text" value="30.00 cm"/>

Numero de varillas en el eje X:	<input type="text" value="3"/>
Numero de varillas en el eje Y:	<input type="text" value="6"/>
Espaciamiento entre varillas en X:	<input type="text" value="9 cm"/>
Espaciamiento entre varillas en Y:	<input type="text" value="16 cm"/>
Reducir el 80% de φ <sub>Pn</sub>	<input type="button" value="Reducir"/>
Modulo de elasticidad del acero:	Es: <input type="text" value="2E+06 kg/cm²"/>

**Fuerzas Internas:**

Carga Ultima en flexocompresion bi	Pu	<input type="text" value="117.80 tn-f"/>
Momento ultimo respecto al eje "x":	Mux	<input type="text" value="25.54 tn-f.m"/>
Momento ultimo respecto al eje "y":	Muy	<input type="text" value="7.26 tn-f.m"/>
Fuerza cortante ultimo respecto al eje "x":	Vux	<input type="text" value="-4.71 tn-f"/>
Fuerza cortante ultimo respecto al eje "y":	Vuy	<input type="text" value="-13.17 tn-f"/>

**Diametro de acero:**

Diametro del estribo:	<input type="text" value="3/8"/>	
Diametro del estribo:	<input type="text" value="0.95 cm"/>	
Diametro del barra:	<input type="text" value="3/4"/>	
Diametro de la barra:	<input type="text" value="1.905 cm"/>	
Recubrimiento:	<input type="text" value="4.0 cm"/>	
factor de reduccion port tencion	φ <sub>t</sub>	<input type="text" value="0.90"/>
factor de reduccion por compresion	φ <sub>c</sub>	<input type="text" value="0.75"/>
factor de reduccion por cortante	φ <sub>c</sub>	<input type="text" value="0.85"/>



### 2.3.3. Fuerza Cortante

Direccion "X"			Direccion "Y"		
Numero de ramales del estribo	$N_{ramal}$	6.000 ram	$N_{ramal}$		2.000 ram
Area del acero transversal/Nramas	$A_{vx}$	4.260 cm <sup>2</sup>	$A_{vy}$		1.420 cm <sup>2</sup>
Area del acero longitudinal total	$\Sigma As_i$	31.26	$\Sigma As_i$		31.26

#### Verificacion de la Fuerza cortante de diseño y ultimo

Distancia max. a la linea de acero	$dx$	24.10	$dy$	84.10
Fuerza cortante de diseño	$V_{umax}$	56.09	$V_{umax}$	65.26
Fuerza cortante ultimo en "X"	$V_{ux}$	4.71	$V_{uy}$	13.17

#### Fuerza cortante que toma el concreto

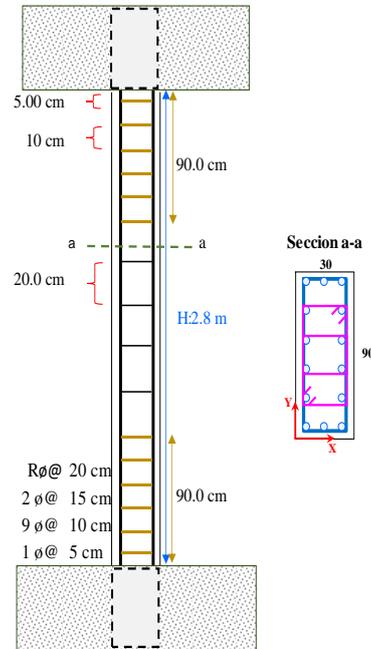
	$Pu'$	344.61 tn-f	$Pu'$	339.78 tn-f
$\rightarrow Mm = M_{ux} - Nu * (4b - dx) / 8$	$Nu$	117.80 tn-f	$Nu$	117.80 tn-f
E.06011.3.1.2	$V_{c1}$	21.85 tn-f	$V_{c1}$	25.42 tn-f
E.06011.3.1.2	$V_{c2}$	16.22 tn-f	$V_{c2}$	21.08 tn-f
E.06011.3.2.2	$V_{c3}$	42.16 tn-f	$V_{c3}$	49.04 tn-f
Cortante nominal del concreto	$V_{cx}$	16.22 tn-f	$V_{cy}$	21.08 tn-f

#### Fuerza cortante que toma el acero

Cortante nominal	$V_{nx}$	5.54 tn-f	$V_{ny}$	15.49 tn-f
Cortante nominal del acero	$V_{sx}$	-10.68 tn-f	$V_{sy}$	-5.59 tn-f
	$S_{x1}$	-40.36 cm	$S_{y1}$	-89.68 cm
	$S_{x2}$	12.05 cm	$S_{y2}$	42.05 cm
	$S_x$	15.00 cm	$S_y$	15.00 cm

### 2.3.4 Separacion de estrivos(S)

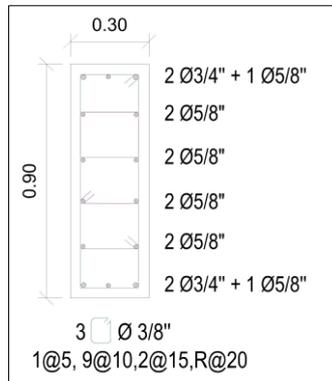
Logitud de confinamiento (Lo) ≥	46.67 cm	$\rightarrow Lo = H/6$
	90.00 cm	$\rightarrow Lo = \max(b, h)$
Lo: 90.0 cm	50.00 cm	$\rightarrow Lo = 50(45cm)$
Separacion del 1mer estribo (S1)	5.00 cm	
Separacion entre estrivos (S2) ≤	15.24 cm	$\rightarrow S2 = 8 * d_{barra \ min}$
	15.00 cm	$\rightarrow S2 = \min(0.5b, 0.5h)$
S2: 10.0 cm	10.00 cm	$\rightarrow S2 = 10cm$
Zona no confinada (Medios)	15.00 cm	$\rightarrow S3 = \min(Sx, Sy)$
Separacion entre estrivos (S3) ≤	30.48 cm	$\rightarrow S3 = 16 * d_{barra \ min}$
	45.72 cm	$\rightarrow S3 = 48 * d_{estribo}$
S3: 15.0 cm	30.00 cm	$\rightarrow S3 = \min(b, h)$
	30.00 cm	$\rightarrow S3 = 30cm$



Fuente: elaboración propia en Excel

Se verifica que tanto el momento último aplicado como la carga axial de compresión se encuentran contenidos dentro de la curva de interacción del elemento. En consecuencia, la disposición del refuerzo longitudinal y transversal se define de acuerdo con dicha comprobación estructural.

Distribución de acero longitudinal y transversal de las columnas tipo C-1:0.30x0.9m

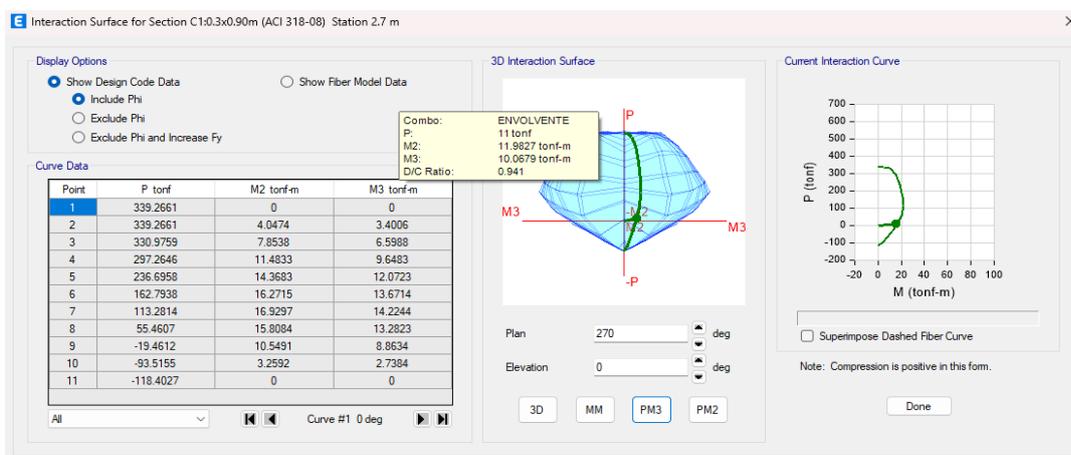


Cuantía de acero  $\rho=1.16\%$

### ➤ Cálculo en ETABS

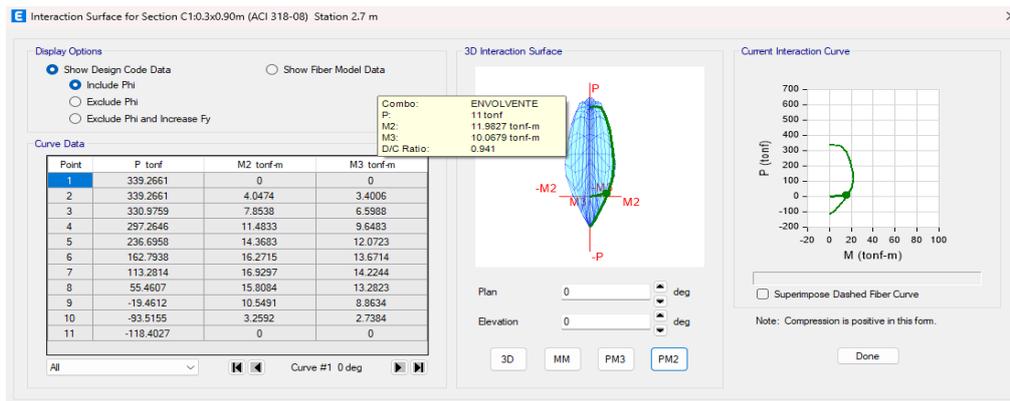
### Diagrama de interacción de la columna C-1:0.3x0.9m

Ilustración 80. Diagrama de interacción respecto al eje "X"



Fuente: Elaboración en ETABS

Ilustración 81. Diagrama de interacción respecto al eje "Y"



Fuente: Elaboración en ETABS

Se verifica que la fuerza axial última y el momento flector último que actúan sobre la columna se encuentran dentro de la curva de interacción, considerando además la reducción del ala comprimida.

## ETABS Concrete Frame Design

### ACI 318-08 Column Section Design (Envelope)

#### Column Element Details (Envelope)

Level	Element	Unique Name	Section ID	Length (cm)	LLRF	Type
ENTRE PISO1	C4	13	C1:0.3x0.90m	350	0.595	Sway Special

#### Section Properties

SD Section	dc (cm)	Cover (Torsion) (cm)
30	4.896	2.73

#### Material Properties

$E_c$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	$f'_c$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	Lt.Wt Factor (Unitless)	$f_y$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	$f_{ys}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )
217370.66	210	1	3059.15	3059.15

#### Design Code Parameters

$\phi_T$	$\phi_{Cbted}$	$\phi_{CBotrel}$	$\phi_{Vns}$	$\phi_{Vs}$	$\phi_{Vjoint}$
0.9	0.7	0.75	0.85	0.85	0.85

#### Longitudinal Reinforcement Design for $P_u - M_{u2} - M_{u3}$ Interaction

Column End	Rebar Area cm <sup>2</sup>	Rebar %
Top	43	1.59
Bottom	31.07	1.15

#### Design Axial Force & Biaxial Moment for $P_u - M_{u2} - M_{u3}$ Interaction

Column End	Design $P_u$ kgf	Design $M_{u2}$ kgf-cm	Design $M_{u3}$ kgf-cm	Station Loc cm	Controlling Combo
Top	10999.98	1198270.74	1006788.26	270	ENVOLVENTE
Bottom	12574.62	-725516.33	-2575397	0	ENVOLVENTE

#### Shear Reinforcement for Major Shear, $V_{u2}$

Column End	Rebar $A_v / s$ cm <sup>2</sup> /cm	Design $V_{u2}$ kgf	Station Loc cm	Controlling Combo
Top	0.06	13267.35	270	ENVOLVENTE
Bottom	0.06	13267.35	0	ENVOLVENTE

#### Shear Reinforcement for Minor Shear, $V_{u3}$

Column End	Rebar $A_v / s$ cm <sup>2</sup> /cm	Design $V_{u3}$ kgf	Station Loc cm	Controlling Combo
Top	0.1202	7843.83	270	ENVOLVENTE
Bottom	0.1202	7843.83	0	ENVOLVENTE

#### Joint Shear Check/Design

	Joint Shear Ratio	Shear $V_{u,Tot}$ kgf	Shear $V_c$ kgf	Joint Area cm <sup>2</sup>	Controlling Combo
Major( $V_{u2}$ )	0.445	58856.64	132276.54	2700	ENVOLVENTE
Minor( $V_{u3}$ )	0.442	31176.53	70547.49	1800	ENVOLVENTE

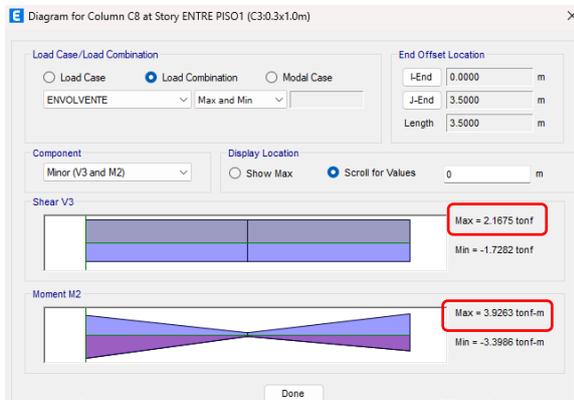
La cuantía que nos recomienda el ETABS es de  $\rho=1.15\%$  en la parte más baja de la columna

La relación entre demanda y capacidad es menor a 1, lo cual indica que las fuerzas actuantes son menores a la fuerza nominal

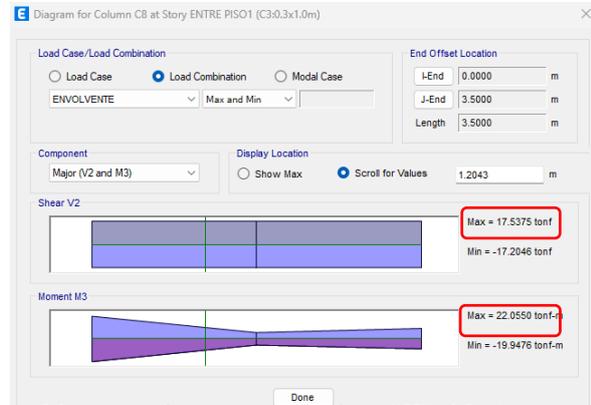
➤ **Diseño de la columna del eje 2-D de sección C2: 30x100cm. Calculo en Excel**

Cargas Internas extraíbles del ETABS

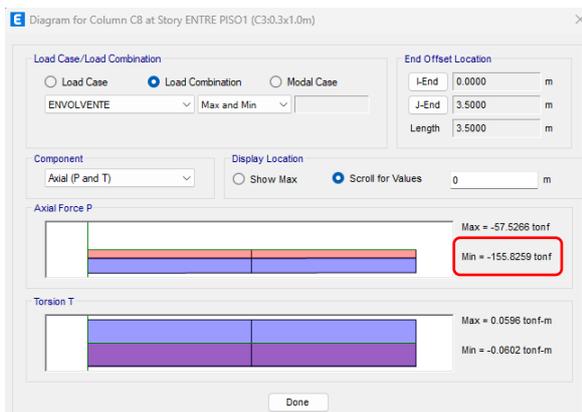
Ilustración 82. Momento ultimo columna eje 2-D



Momento ultimo respecto al eje "X" ( $M_{ux}$ ) y Cortante ultimo respecto al eje "Y" ( $V_{uy}$ )



Momento ultimo respecto al eje "X" ( $M_{uy}$ ) y Cortante ultimo respecto al eje "Y" ( $V_{ux}$ )



Fuerza axial a compresión

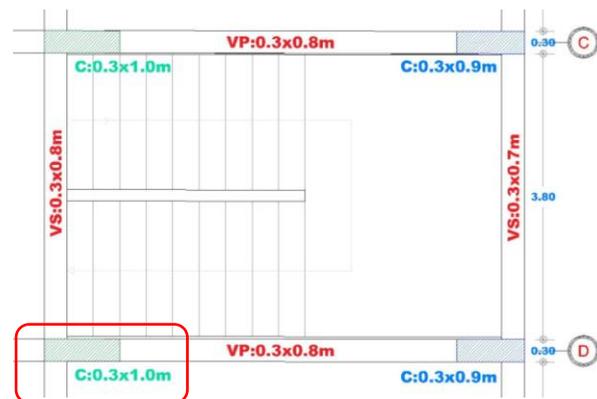


Figura N°53,54: Ubicación de la Columna para diseñar

Diseño de columna C2 del eje 2-D

DISEÑO DE COLUMNA CUADRADA $P_n, M_{ux}, M_{uy}$	
<b>1. Insertar datos :</b>	
Resistencia a compresion del concr:	$f_c'$ : 210 kg/cm <sup>2</sup>
Esfuerzo de fluencia del acero:	$f_y$ : 4200 kg/cm <sup>2</sup>
Deformacion Unitaria del concreto	$\epsilon_{cu}$ : 0.003
Deformacion Unitaria del acero:	$\epsilon_y$ : 0.0021
Altura de la columna:	$h$ : 100.00 cm
Base de la columna:	$b$ : 30.00 cm
Numero de varillas en el eje X:	3
Numero de varillas en el eje Y:	7
Espaciamiento entre varillas en X:	9 cm
Espaciamiento entre varillas en Y:	15 cm
Reducir el 80% de $\phi P_n$	Reducir
Modulo de elasticidad del acero:	$E_s$ : 2E+06 kg/cm <sup>2</sup>
<b>Fuerzas Internas:</b>	
Carga Ultima en flexocompresion bi	$P_u$ : 155.82 tn-f
Momento ultimo respecto al eje "x":	$M_{ux}$ : 3.92 tn-fm
Momento ultimo respecto al eje "y":	$M_{uy}$ : 22.05 tn-fm
Fuerza cortante ultimo respecto al eje "x":	$V_{ux}$ : 17.53 tn-f
Fuerza cortante ultimo respecto al eje "y":	$V_{uy}$ : 2.16 tn-f
<b>Diametro de acero:</b>	
Diametro del estribo:	3/8"
Diametro del estribo:	0.95 cm
Diametro de la barra:	3/4"
Diametro de la barra:	1.905 cm
Recubrimiento:	4.0 cm
factor de reduccion por tencion	$\phi_t$ : 0.90
factor de reduccion por compresion	$\phi_c$ : 0.75
factor de reduccion por cortante	$\phi_v$ : 0.85



### 2.3.3. Fuerza Cortante

Direccion "X"			Direccion "Y"		
Numero de ramales del estribo	$N_{ramal}$	6.000 ram	$N_{ramal}$		2.000 ram
Area del acero transversal/Nramas	$A_{vx}$	4.260 cm <sup>2</sup> → $A_{vx} = A_{otras} * N_{ramal}$	$A_{vy}$		1.420 cm <sup>2</sup>
Area del acero longitudinal total	$\Sigma Asi$	44.28	$\Sigma Asi$		44.28
<b>Verificacion de la Fuerza cortante de diseño y ultimo</b>					
Distancia max. a la linea de acero	$dx$	23.78	$dy$		94.10
Fuerza cortante de diseño	$V_{umax}$	61.51 → $V_{umax} = \phi * 2.1 * \sqrt{f'c} * h * dx$	$V_{umax}$		73.02
Fuerza cortante ultimo en "X"	$V_{ux}$	17.53 → $V_{umax} > V_{ux}$	$V_{uy}$		2.16
<b>Fuerza cortante que toma el concreto</b>					
	$Pu'$	382.09 tn-f → $Pu' = \phi(0.7 * f'c * Ag + 2000 * A_{vx})$	$Pu'$		377.26 tn-f
→ $Mm = Mux - Nu * (4b - dx) / 8$	$Nu$	155.82 tn-f → $Nu = \min(Pu, Pu')$	$Nu$		155.82 tn-f
E.06011.3.1.2	$V_{c1}$	25.04 tn-f → $V_{c1} = 0.53(1 + \frac{Nu}{140 * Ag}) * \sqrt{f'c} * h * dx$	$V_{c1}$		29.72 tn-f
E.06011.3.1.2	$V_{c2}$	16.53 tn-f → $V_{c2} = (0.53 * \sqrt{f'c} + \frac{1.76 * \rho_w * V_{ux} * dx}{Mm}) * h * dx$	$V_{c2}$		21.28 tn-f
E.06011.3.2.2	$V_{c3}$	48.58 tn-f → $V_{c3} = 0.9 * \sqrt{f'c} * h * dx * \sqrt{1 + 0.028 * \frac{Nu}{Ag}}$	$V_{c3}$		57.68 tn-f
Cortante nominal del concreto	$V_{cx}$	16.53 tn-f → $V_{cx} = \min(V_{c1}, V_{c2}, V_{c3})$	$V_{cy}$		21.28 tn-f
<b>Fuerza cortante que toma el acero</b>					
Cortante nominal	$V_{nx}$	20.62 tn-f → $V_{nx} = V_{ux} / \phi$	$V_{ny}$		2.54 tn-f
Cortante nominal del acero	$V_{sx}$	4.10 tn-f → $V_{nx} = V_{cx} + V_{sx}$	$V_{sy}$		-18.74 tn-f
	$Sx1$	103.80 cm → $Sx1 = A_{vx} * fy * dx / V_{sx}$	$Sy1$		-29.94 cm
	$Sx2$	11.89 cm → $Sx2 = 0.5 * dx$ si $V_{ux} \leq \phi 1.5 * \sqrt{f'c} * h * dx$	$Sy2$		47.05 cm
	$Sx$	11.89 cm → $Sx2 = 0.25 * dx$ si $V_{ux} > \phi 1.5 * \sqrt{f'c} * h * dx$	$Sy$		15.00 cm
		→ $Sx = \min(Sx1, Sx2)$ si $V_{ux} > \phi * V_{cx}$			
		→ $Sx = Sp$ si $V_{ux} < \phi * V_{cx}$			

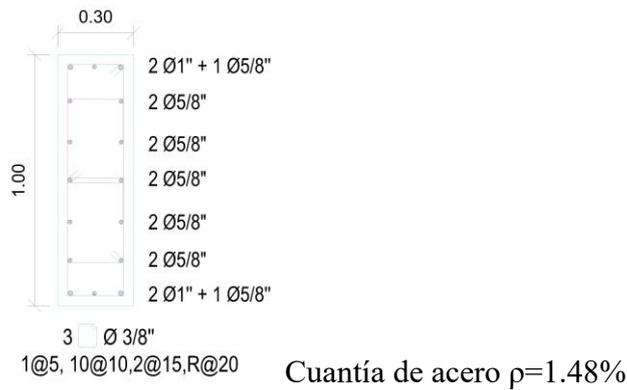
### 2.3.4 Separacion de estrivos(S)

Logitud de confinamiento ( $Lo$ ) ≥	46.67 cm	→ $Lo = H/6$	
$Lo: 100.0$ cm	100.00 cm	→ $Lo = \max(b, h)$	
Separacion del 1mer estribo ( $S1$ )	50.00 cm	→ $Lo = 50(45cm)$	
Separacion entre estribos ( $S2$ ) ≤	15.24 cm	→ $S2 = 8 * d_{barra \ min}$	
$S2: 10.0$ cm	15.00 cm	→ $S2 = \min(0.5b, 0.5h)$	
	10.00 cm	→ $S2 = 10cm$	
<b>Zona no confinada (Medios)</b>	11.89 cm	→ $S3 = \min(Sx, Sy)$	
Separacion entre estribos ( $S3$ ) ≤	30.48 cm	→ $S3 = 16 * d_{barra \ min}$	
$S3: 11.9$ cm	45.72 cm	→ $S3 = 48 * d_{estribo}$	
	30.00 cm	→ $S3 = \min(b, h)$	
	30.00 cm	→ $S3 = 30cm$	

Fuente: Propia (EXCEL)

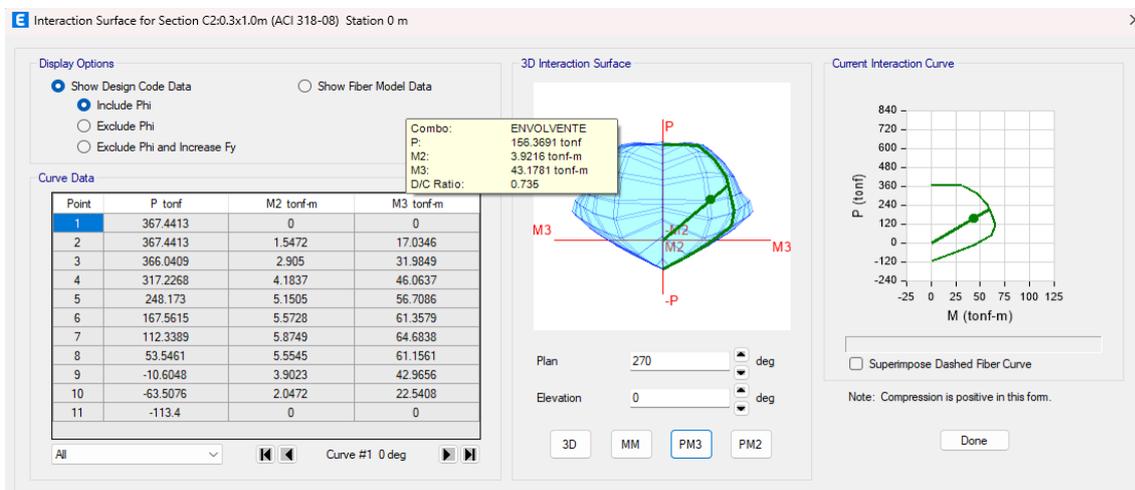
Se verifica que tanto el momento último como la carga axial de compresión que actúan sobre la columna se encuentran dentro del dominio de la curva de interacción, lo cual valida el diseño propuesto. En función de esta comprobación, se establece la disposición del refuerzo longitudinal y transversal correspondiente.

## Distribución de acero longitudinal y transversal de las columnas tipo C-2:0.30x0.9m



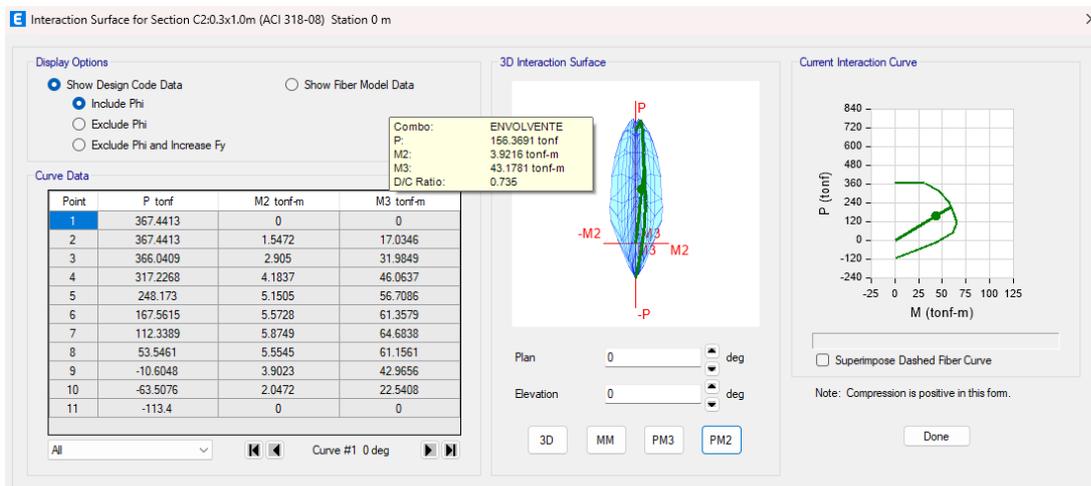
## Calculo en ETABS Diagrama de interacción de la columna C-2:0.3x1.0m

Ilustración 83. Diagrama de interacción respecto al eje "Y"



Fuente: Propia (ETABS)

Ilustración 84. Diagrama de interacción respecto al eje "X"



Fuente: Propia (ETABS)

## ETABS Concrete Frame Design

### ACI 318-08 Column Section Design (Envelope)

#### Column Element Details (Envelope)

Level	Element	Unique Name	Section ID	Length (cm)	LLRF	Type
ENTRE PISO1	C8	29	C2:0.3x1.0m	350	0.55	Sway Special

#### Section Properties

SD Section	dc (cm)	Cover (Torsion) (cm)
30	4.896	2.73

#### Material Properties

$E_c$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	$f_c$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	Lt.Wt Factor (Unitless)	$f_y$ (kgf/cm <sup>2</sup> )	$f_{ys}$ (kgf/cm <sup>2</sup> )
217370.66	210	1	4200	4200

#### Design Code Parameters

$\phi_T$	$\phi_{CTied}$	$\phi_{CSpiral}$	$\phi_{Vns}$	$\phi_{Vs}$	$\phi_{Vjoint}$
0.9	0.7	0.75	0.85	0.85	0.85

#### Longitudinal Reinforcement Design for $P_u - M_{u2} - M_{u3}$ Interaction

Column End	Rebar Area cm <sup>2</sup>	Rebar %
Top	30	1
Bottom	30	1

#### Design Axial Force & Biaxial Moment for $P_u - M_{u2} - M_{u3}$ Interaction

Column End	Design $P_u$ kgf	Design $M_{u2}$ kgf-cm	Design $M_{u3}$ kgf-cm	Station Loc cm	Controlling Combo
Top	152841.08	-370486.78	1953432.96	350	ENVOLVENTE
Bottom	156369.08	392161.62	4317807.25	0	ENVOLVENTE

#### Shear Reinforcement for Major Shear, $V_{u2}$

Column End	Rebar $A_v / s$ cm <sup>2</sup> /cm	Design $V_{u2}$ kgf	Station Loc cm	Controlling Combo
Top	0.0251	17539.95	350	ENVOLVENTE
Bottom	0.0251	17539.95	0	ENVOLVENTE

#### Shear Reinforcement for Minor Shear, $V_{u3}$

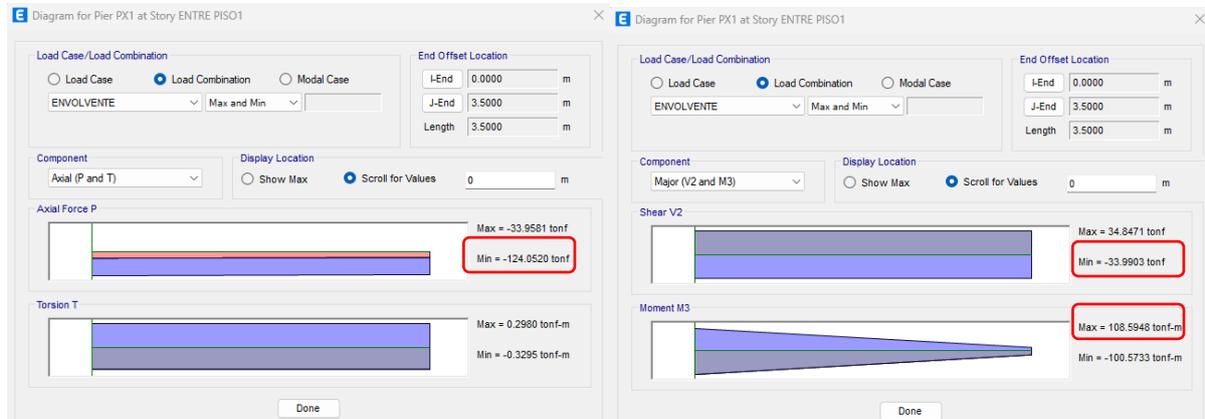
Column End	Rebar $A_v / s$ cm <sup>2</sup> /cm	Design $V_{u3}$ kgf	Station Loc cm	Controlling Combo
Top	0	2155.52	350	ENVOLVENTE
Bottom	0	2155.52	0	ENVOLVENTE

El software ETABS sugiere una cuantía de refuerzo longitudinal de  $\rho = 1.00\%$  en la base de la columna. Asimismo, la relación demanda-capacidad (D/C) es inferior a la unidad, lo que evidencia que las solicitaciones aplicadas no superan la resistencia nominal del elemento estructural.

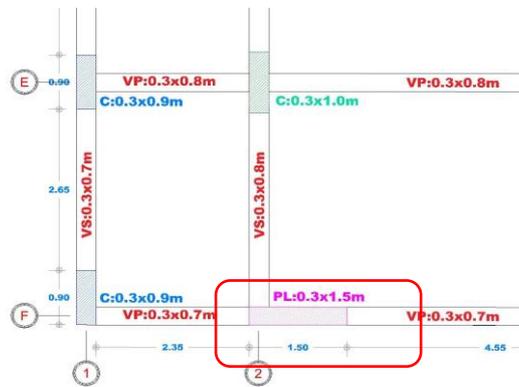
### 4.4.3 Diseño de muro de Concreto Armado

#### Diseño de Placa del eje 2-F de sección PL-1: 30x100cm en la dirección X

Ilustración 85. Cargas internas extraíbles del ETABS



Fuente: Propia (ETABS)



#### Diseño de placa rectangular en EXCEL.

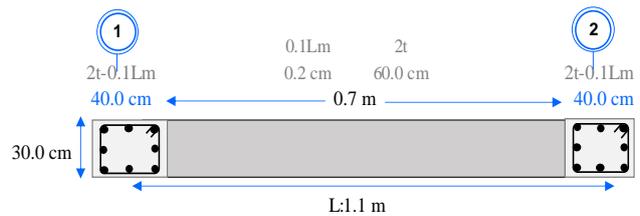
DISEÑO DE PLACAS RECTANGULARES			
Resistencia a compresion del concreto:	$f_c$	210	kg/cm <sup>2</sup>
Esfuerzo de fluencia del acero:	$f_y$	4200	kg/cm <sup>2</sup>
espesor del muro	$t$	0.3	m
Longitud del muro	$L_m$	1.5	m
Altura del muro	$H_m$	3.5	m
Carga axial ultimo(amplificado)	$P_u$	124.05	tn
Momento ultimo(amplificado)	$M_u$	108.59	tn-m
Cortante ultimo(amplificado)	$V_u$	34.84	tn
factor de reduccion por compresion	$\phi_c$	0.7	
factor de reduccion por corte	$\phi$	0.85	
1. Verificacion de elementos de confinamiento			
Area de la seccion total	$A$	4500	cm <sup>2</sup>
Momento de Inercia x	$I$	8.44E+06	cm <sup>2</sup>
Esfuerzo a compresion maxima	$\sigma_{com\ max}$	124.091	kg/cm <sup>2</sup>
Esfuerzo requerido	$\sigma$	42	kg/cm <sup>2</sup>
condicion		<b>Si requiere</b>	$\rightarrow \sigma_{com\ max} = P/A + Mc/I$ $\rightarrow \sigma = 0.20 * f_c$ $\rightarrow \sigma_{com\ max} > \sigma\ requiere\ t$

## 2. Diseño de acero longitudinal de elementos de confinamiento

db	Area barilla	catidad	total Parcial	Diametro (cm)
1"	5.10	4	20.40	2.54
5/8"	1.99	2	3.98	1.59

As:  cm<sup>2</sup>

Carga ultimo en el elemento de borde	$P_{cof}$	<input type="text" value="160.74"/>	tn
Carga nom.max reducida(compresion pura)	$\phi_c * P_{nmax}$	<input type="text" value="174.857"/>	tn
	condicion	<b>Cumple</b>	
Cuantia a flexion corregido	$\rho_c$	<input type="text" value="2.03%"/>	



$\rho$    
 As  cm<sup>2</sup>  $\rightarrow As = \rho A1$

$\rightarrow P_{conf} = Pu/2 + Mu/L$   
 $\rightarrow \phi_c * P_{nmax} = \phi_c * 0.80 * [0.85 * f'c * (Ag - As) + As * fy]$   
 $\rightarrow \phi_c * P_{nmax} > P_{conf}$  si cumple  
 $\rightarrow 1\% - 6\%$

## 3. Diseño de acero longitudinal y transversal del nucleo de la placa

### 3.1 Verificacion de la cortante nominal

Area de corte de pla placa (A)	$A_{cw}$	<input type="text" value="4500"/>	cm <sup>2</sup>	
Cortante nominal	$V_n >$	<input type="text" value="169.549"/>	tn	$\rightarrow V_n > 2.6 * \text{raiz}(f_c) * A$
Relacion entre altura y longitud del muro	$H_m/L_m$	<input type="text" value="2.33"/>		$\rightarrow H_m/L_m > 1$ es esbelto (fallo por flexion) $H_m/L_m < 1$ (fallo por corte)
	$\alpha_c$	<input type="text" value="0.53"/>		
Cortante que aporta el concreto	$V_c$	<input type="text" value="34.562"/>	tn	$\rightarrow V_c = \alpha_c * \text{raiz}(f_c) * A_{cw}$
Cortante que aporta el acero	$V_s$	<input type="text" value="6.426"/>	tn	$\rightarrow V_s = V_u / \phi - V_c, \rightarrow V_n = V_c + V_s, V_n = V_u / \phi$
	$V_n$	<input type="text" value="40.988"/>	tn	
	condicion	<b>si cumple</b> $\rightarrow V_n \leq 0.83 * \text{raiz}(f_c) * A_{cw}$ si cumple		

### 3.2 Refuerzo de acero horizontal

Cuantia horizontal	$\rho_h$	<input type="text" value="0.03%"/>		$\rightarrow \rho_h = V_s / (A_{cw} * f_y), V_s = A_{cw} * \rho_h * f_y$
	condicion	<b>No cumple cuantia</b> $\rightarrow \rho_h \geq 0.25\%$ si cumple		
Cuantia minima horizontal	$\rho_h$ corre	<input type="text" value="0.25%"/>		
Area de acero horizontal/1m	$A_{sh}$	<input type="text" value="7.50"/>	cm <sup>2</sup>	$\rightarrow \rho_h = A_{sh} / A_{gh}, A_{sh} = \rho_h * A_{gh}$
Diametro de la barra longitudinal horizontz	$\emptyset$	<input type="text" value="3/8"/>		
Area de la seccion de la barra horizontal		<input type="text" value="0.71"/>	cm <sup>2</sup>	
Espaciamiento entre barras horizontales	$S \leq$	<input type="text" value="18.93"/>	cm	
		<input type="text" value="90"/>	cm	
		<input type="text" value="40"/>	cm	
		$S$	<input type="text" value="19.00"/>	cm
	$\emptyset$	<b>3/8"</b>	<b>20.0</b>	cm

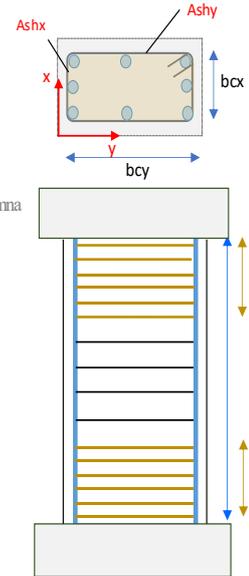
### 3.3 Refuerzo de acero vertical

Cuantia vertical	$\rho_v$	<input type="text" value="0.23%"/>		$\rightarrow \rho_v = 0.0025 + 0.5 * (2.5 - H_m/L_m) * (\rho_h - 0.0025)$
	condicion	<b>No cumple cuantia</b> $\rightarrow \rho_v \geq 0.25\%$ si cumple		
Cuantia minima vertical	$\rho_v$ corre	<input type="text" value="0.25%"/>		
Area de acero vertical/1m	$A_{sv}$	<input type="text" value="7.500"/>	cm <sup>2</sup>	$\rightarrow \rho_v = A_{sv} / A_{gv}, A_{sv} = \rho_v * A_{gv}$
Diametro de la barra longitudinal vertical	$\emptyset$	<input type="text" value="3/8"/>		
Area de la seccion de la barra vertical	$A_{\emptyset}$	<input type="text" value="0.71"/>	cm <sup>2</sup>	
Espaciamiento entre barras verticales	$S \leq$	<input type="text" value="18.93"/>	cm	
		<input type="text" value="90"/>	cm	
		<input type="text" value="40"/>	cm	
		$S$	<input type="text" value="19.00"/>	cm
	$\emptyset$	<b>3/8"</b>	<b>20.0</b>	cm

#### 4. Diseño de acero transversal de elementos de confinamiento

recubrimiento de elemnto confinado	r	4 cm
Area trasversal de elemento de confin.	Ag	1200 cm <sup>2</sup>
Area trasversal del nucleo	Ach	704 cm <sup>2</sup>
Longitud exterior entre aceros de estribos	bcy	32.0 cm
Longitud exterior entre aceros de estribos	bcx	22.0 cm
Espaciamiento entre estribos de confin.	s ≤	7.5 cm
		12.70 cm
		20 cm
Espaciamiento entre estribos de confinano	s	7.50 cm

→ s = min(a, b) a y b son dimen de columna  
 → s = 8 \* d<sub>barra min</sub>  
 → s = 20 cm



##### 4.1 Area de acero horizontal en la direccion en X

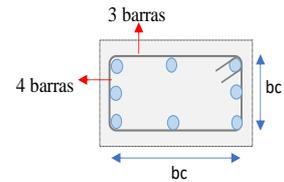
Area de acero total requerido en "X"	Ashx ≥	2.54 cm <sup>2</sup>	→ Ash = 0.3 * s * bcy * (Ag/Ach - 1) * fc / fy → Ash = 0.09 * s * bcy * fc / fy
		1.08 cm <sup>2</sup>	
	Ashx	2.54 cm <sup>2</sup>	
Diametro del estribo	Ø	3/8"	
Area de la seccion del estribo	Aø	0.71 cm <sup>2</sup>	
numeros de barras	n	4.00	
Area de acero total colocado	Aøt	2.84 cm <sup>2</sup>	

condicion **Cumple** → Aøt ≥ Ashx

##### 4.2 Area de acero horizontal en la direccion en Y

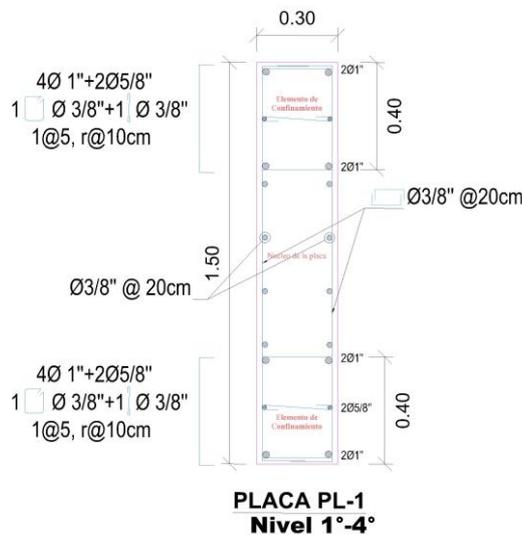
Area de acero total requerido en "Y"	Ashy ≥	1.74 cm <sup>2</sup>	→ Ash = 0.3 * s * bcx * (Ag/Ach - 1) * fc / fy → Ash = 0.09 * s * bcx * fc / fy
		0.74 cm <sup>2</sup>	
	Ashy	1.74 cm <sup>2</sup>	
Diametro del estribo	Ø	3/8"	
Area de la seccion del estribo	Aø	0.71 cm <sup>2</sup>	
numeros de barras	n	3.00	
Area de acero total colocado	Aøt	2.13 cm <sup>2</sup>	

condicion **Cumple** → Aøt ≥ Ashy



Distribución de acero longitudinal y transversal de las columnas la placa PL-1:0.3x1.5m

Ilustración 86. Diseño de la placa de concreto armado PL-1

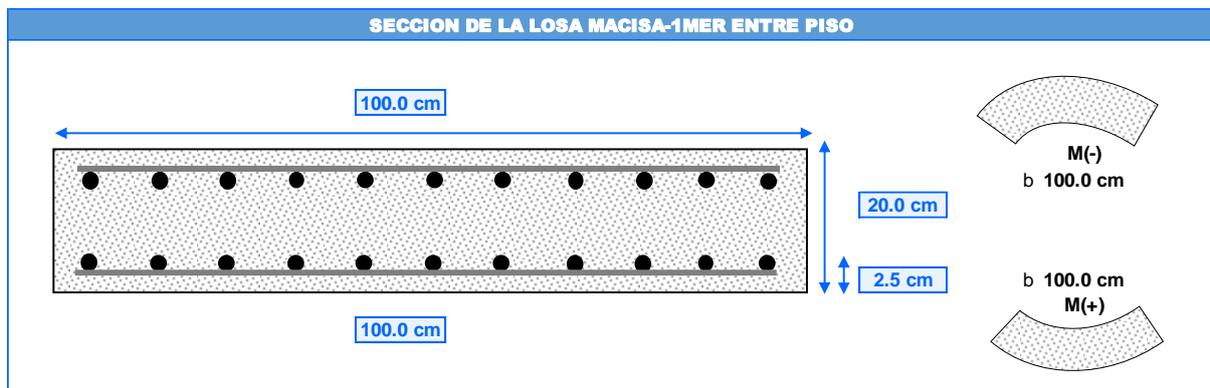


Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4.4 Diseño de losa maciza en 2 Direccion

El dimensionamiento de la losa maciza se llevó a cabo considerando las cargas gravitacionales que inciden directamente sobre su superficie. Se empleó un ancho tributario de 1.00 metro en ambas direcciones para calcular los esfuerzos internos, específicamente el momento flector y la fuerza cortante última. La losa cuenta con un espesor de 20 cm. Para el análisis estructural se utilizó la combinación de cargas más crítica para este tipo de solicitaciones, definida como:  $U = 1.4 \text{ Carga Muerta} + 1.7 \text{ Carga Viva}$ .

Ilustración 87. Losa maciza



Fuente: Elaboración propia

##### a) Diseño por flexión

$$\phi M_n > M_u$$

**Cuantía de acero en tracción:**

Donde:

$$\rho = \frac{A_s}{bd}$$

- $\rho$ : cuantía de acero
- $A_s$ : área de acero en tracción
- $b$ : ancho de la viga
- $d$ : peralte efectivo

$$a = \frac{A_s * f_y}{0.85 * f'_c * b} ; M_n = A_s * f_y * \left(d - \frac{a}{2}\right)$$

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

$$A_s = \frac{\phi f_y d + \sqrt{(-\phi f_y d)^2 - 4 \left( \frac{\phi f_y^2}{1.7 * f'_c b} \right) (M_u)}}{2 \left( \frac{\phi f_y^2}{1.7 * f'_c b} \right)}$$

Cuantía máxima:  $\rho_{max} = 0.75 \rho_b$  ;  $A_{s_{max}} = 0.75 A_{s_b}$

Cuantía mínima:  $\rho_{min} = \frac{0.7 * \sqrt{f'_c}}{f_y}$  ;  $A_{s_{min}} = \frac{0.7 * b * d * \sqrt{f'_c}}{f_y}$

Donde:

- $\phi$ : factor de reducción por flexión (0.9)
- Mn: Momento nominal
- Mu: Momento ultimo o actuante
- $f'_c$ : Resistencia a compresión del concreto
- $f_y$ : Grado de fluencia del acero de refuerzo
- $\rho_{max}$ : Cuantía máxima
- $\rho_b$ : Cuantía balanceada
- $\epsilon_s$ : Deformación unitaria del acero
- $\epsilon_y$ : Deformación unitaria del acero en su estado de fluencia

Cuantía balanceada:  $\rho_b = \frac{\beta_1 * 0.85 * f'_c}{f_y} * \left( \frac{6000}{6000 + f_y} \right)$  ;

$$A_{s_b} = \frac{\beta_1 * 0.85 * f'_c * b * d}{f_y} * \left( \frac{6000}{6000 + f_y} \right)$$

$$\beta_1 = 0.85 \quad \text{si } f'_c \leq \frac{280 \text{ kg}}{\text{cm}^2}$$

$$\beta_1 = 0.85 - \frac{f'_c - 280}{1400} \geq 0.65 \quad \text{si } f'_c > \frac{280 \text{ kg}}{\text{cm}^2}$$

#### b) Diseño por cortante:

$$\phi V_n \geq V_u$$

$$V_c = 0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d \quad \phi * (0.53 * \sqrt{f'_c} * b * d) \geq V_u$$

Donde:

- $\phi$ : Factor de reducción al corte (0.85)
- $V_u$ : Cortante ultimo
- $V_c$ : Resistencia al corte del concreto

### **c) Refuerzo de acero de temperatura**

$$A_s = 0.0018 * b * h_f$$

Espaciamiento entre barrillas  $s < 5 * h_f$  o  $s < 45 \text{cm}$  se recomienda un espaciamiento máximo de 17.5cm, para evitar el agrietamiento ( $h_f$ : espesor de la losa superior).

El acero de temperatura se utiliza en el caso de losas macizas en una dirección.

Para este caso utilizaremos el diseño de flexión en las 2 direcciones

#### **Diseño de losa maciza en 2 direcciones del 1er entre piso**

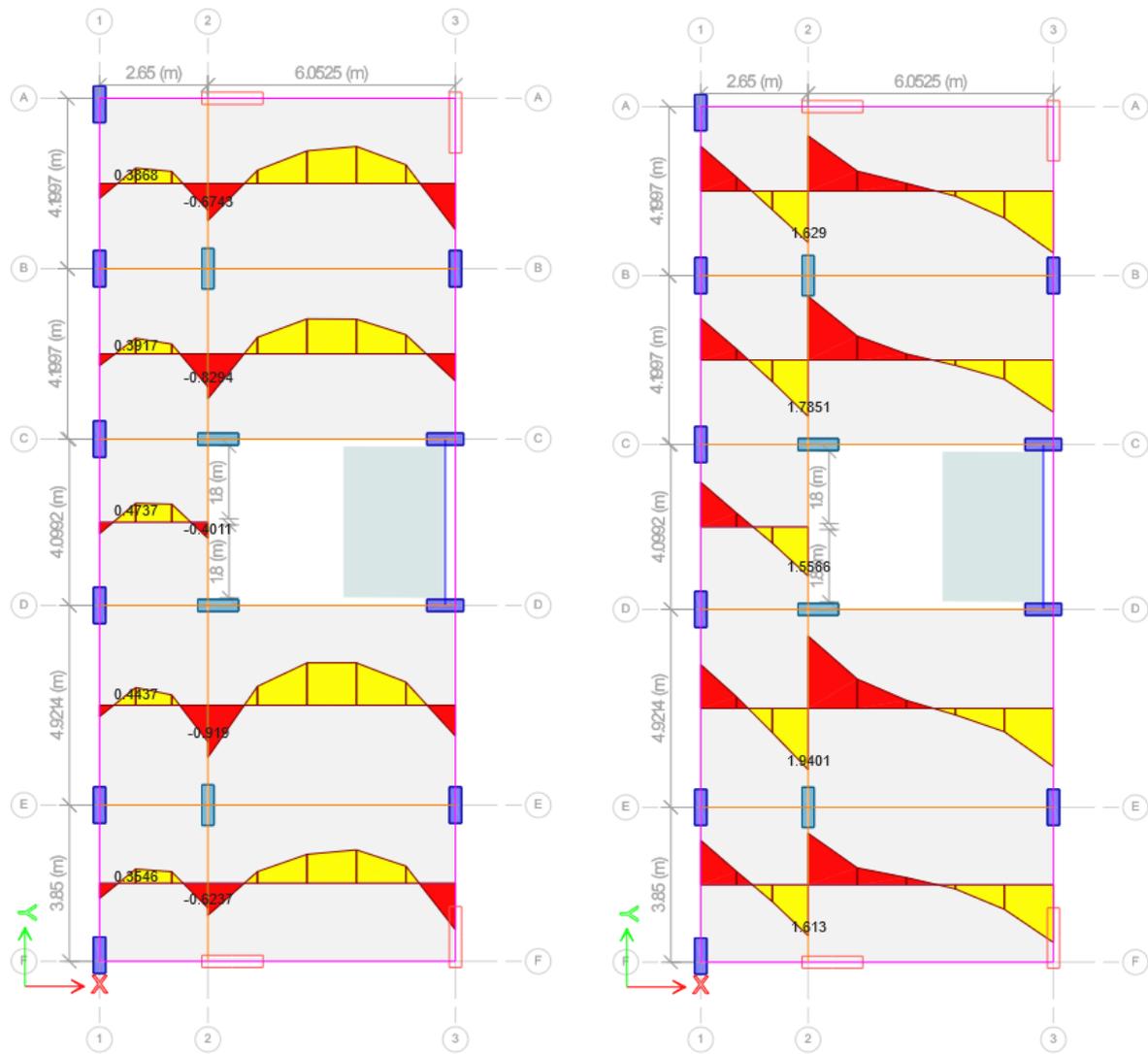
Primeramente, determinamos el momento a flexión último debido a las cargas de gravedad (1.4CM+1.7CV) en el ETABS, Para ello consideraremos varias franjas de diseño en los puntos medios de cada paño de losa (línea más crítica o mayor peso)

#### **Calculo en Excel**

Cargas Internas extraíbles del ETABS, Los diagramas de momento flector y fuerza cortante para el 1er entrepiso.

#### **Fuerzas en la dirección "X" del 1er entre Piso**

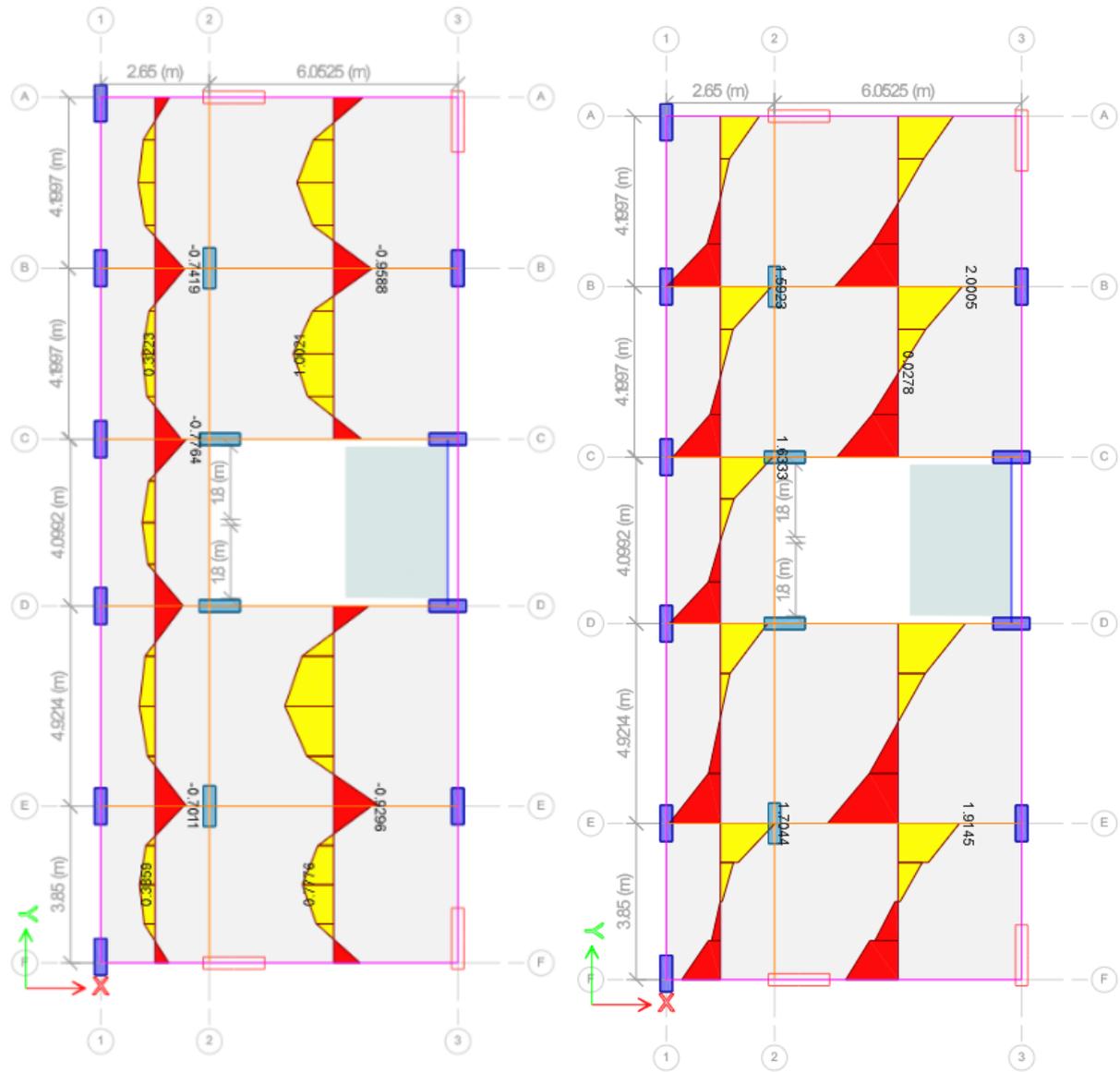
Ilustración 88 Momento ultimo y cortante sobre la losa maciza con las Franjas de diseño de 100 cm de ancho en la dirección "X"



Fuente: Propia ETABS

**Fuerzas en la dirección "Y" del 1er entre Piso**

Ilustración 89 Momento ultimo y cortante sobre la losa maciza con las Franjas de diseño de 100 cm de ancho en la dirección "X"



Fuente: Propia (ETABS)

Diseño de losa en dos direcciones mediante EXCEL.

### DISEÑO DE LOSA ALIGERADA EN 2 DIRECCION

#### PROPIEDADES Y DIMENSION DE LA VIGETA

Peralte efectivo	d	17.5	cm
Ancho de la base	b	100.0	cm
Esfuerzo de fluencia del acero	fy	4200	kg/cm <sup>2</sup>
Resistencia a compres. del concreto	fc'	210	kg/cm <sup>2</sup>
Espesor de concreto	hf	0.0	cm
Factor de reduccion de cortante	ø	0.85	

$a = d - \text{raiz}(d^2 - 2Mu / (0.9 * 0.85 * fc' * b))$   
 $As = Mu / (0.9 * fy * (d - a/2))$   
 $Asmin = 0.7 * \text{raiz}(fc') * b * d / fy$   
 $Vc = 0.53 * \text{Raiz}(fc') * b * d$   
 $Vn = Vc \quad \phi Vc \geq Vu$

a: Peralte comprimido  
 As: Area de acero en traccion  
 Amin: Area minimo de acero  
 Vc: Resistencia al corte del C'

#### SECCION DE LA LOSA MACISA-1MER ENTRE PISO

---

### DISEÑO DE LOSA MACISA EN DIERCCION "X"

#### 1. DISEÑO POR FLEXION

1
2
C
D
E

TRAMO-1
TRAMO-2
TRAMO-3
TRAMO-4

0.329
0.840
0.269
0.990
0.280
0.545
0.2554
1.091

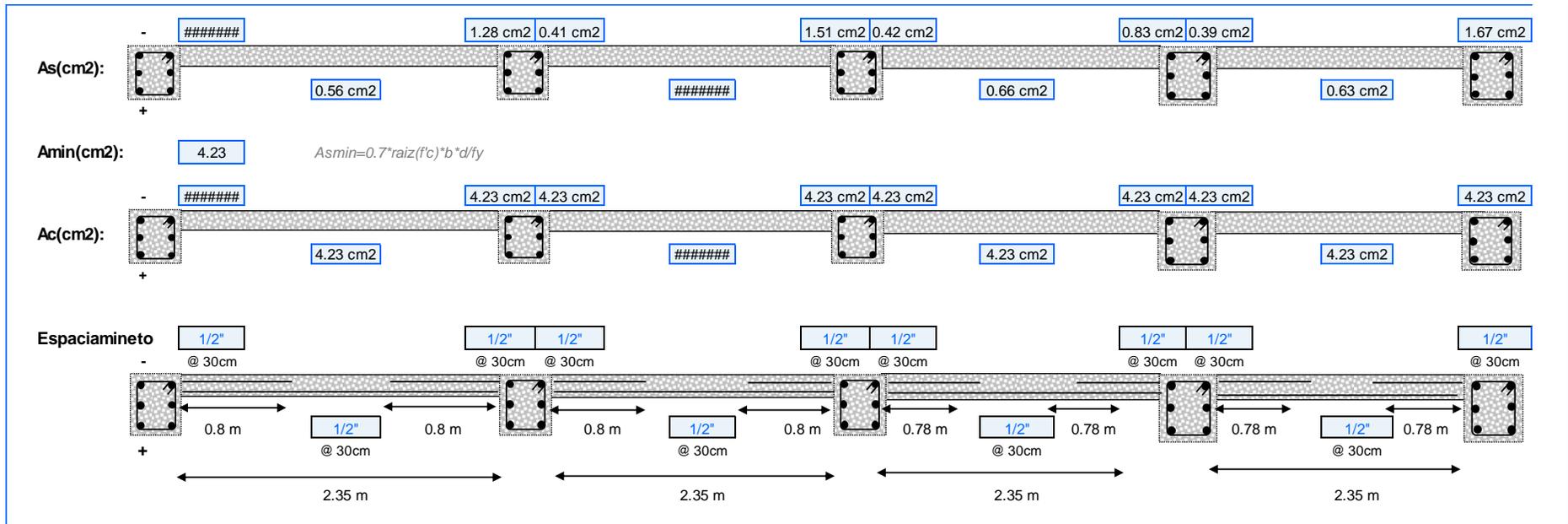
0.370
0.372
0.436
0.412

2.35 m
2.35 m
2.35 m
2.35 m

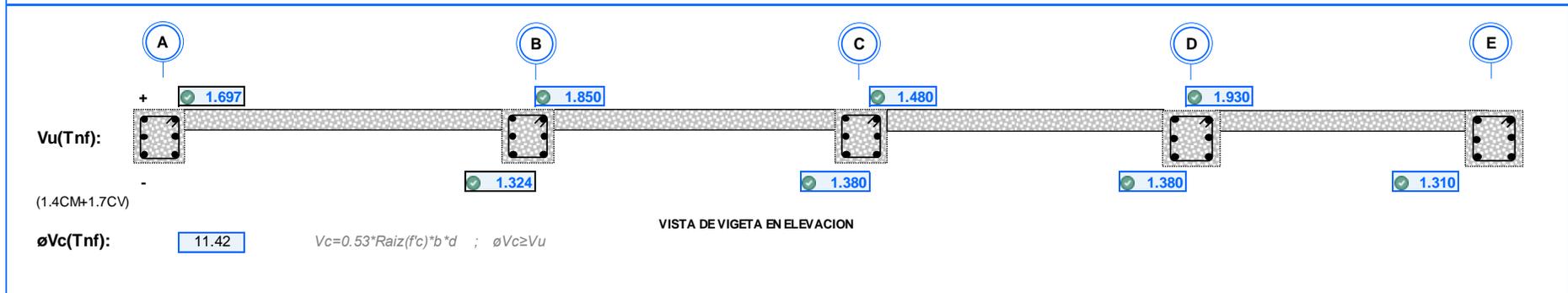
0.12
0.30
0.10
0.36
0.10
0.19
0.09
0.39

0.13
0.13
0.16
0.15

Mu(Tnf-m): (1.4CM+1.7CV)  
 Losa maciza  
 Viga P.



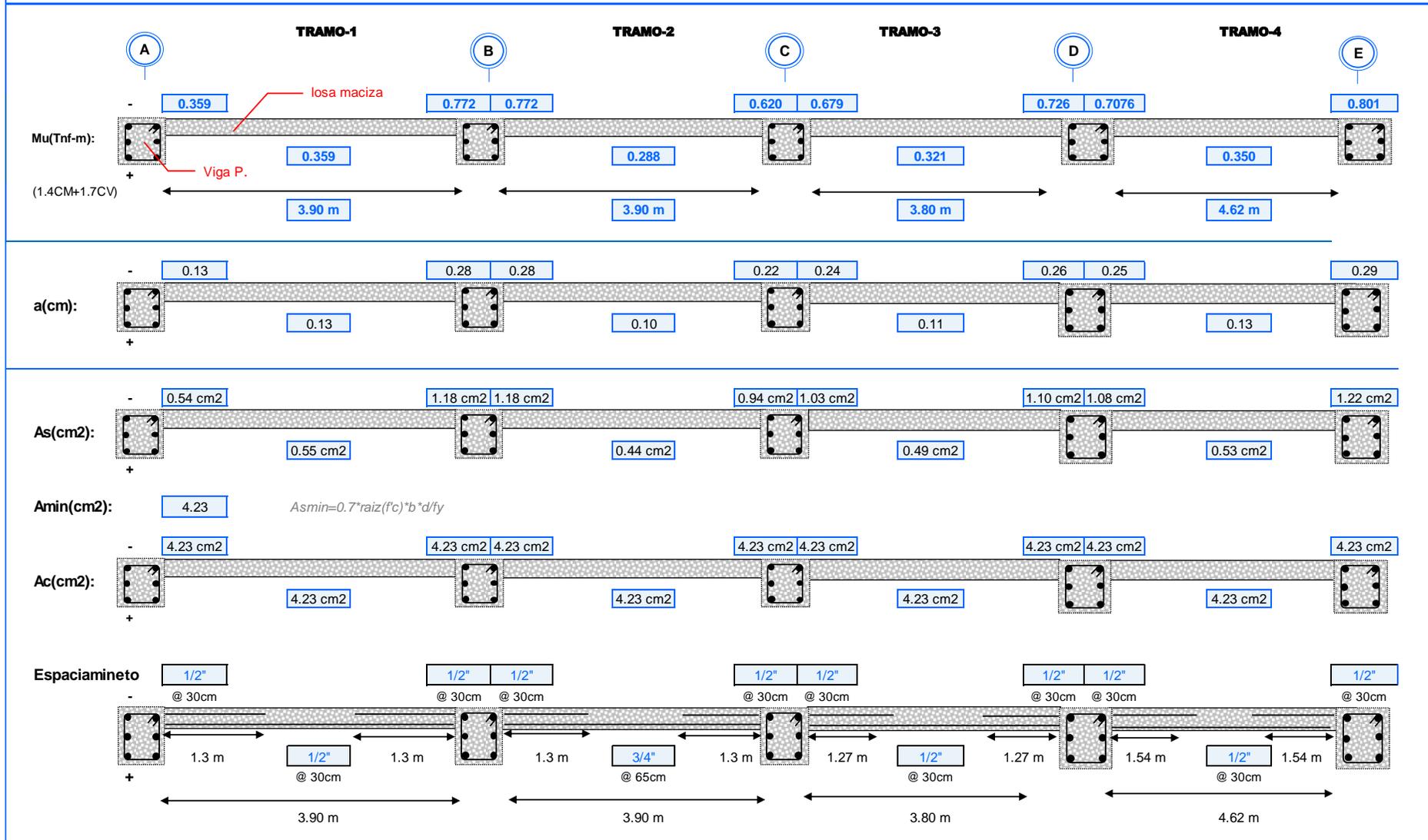
## 2. DISEÑO POR CORTE

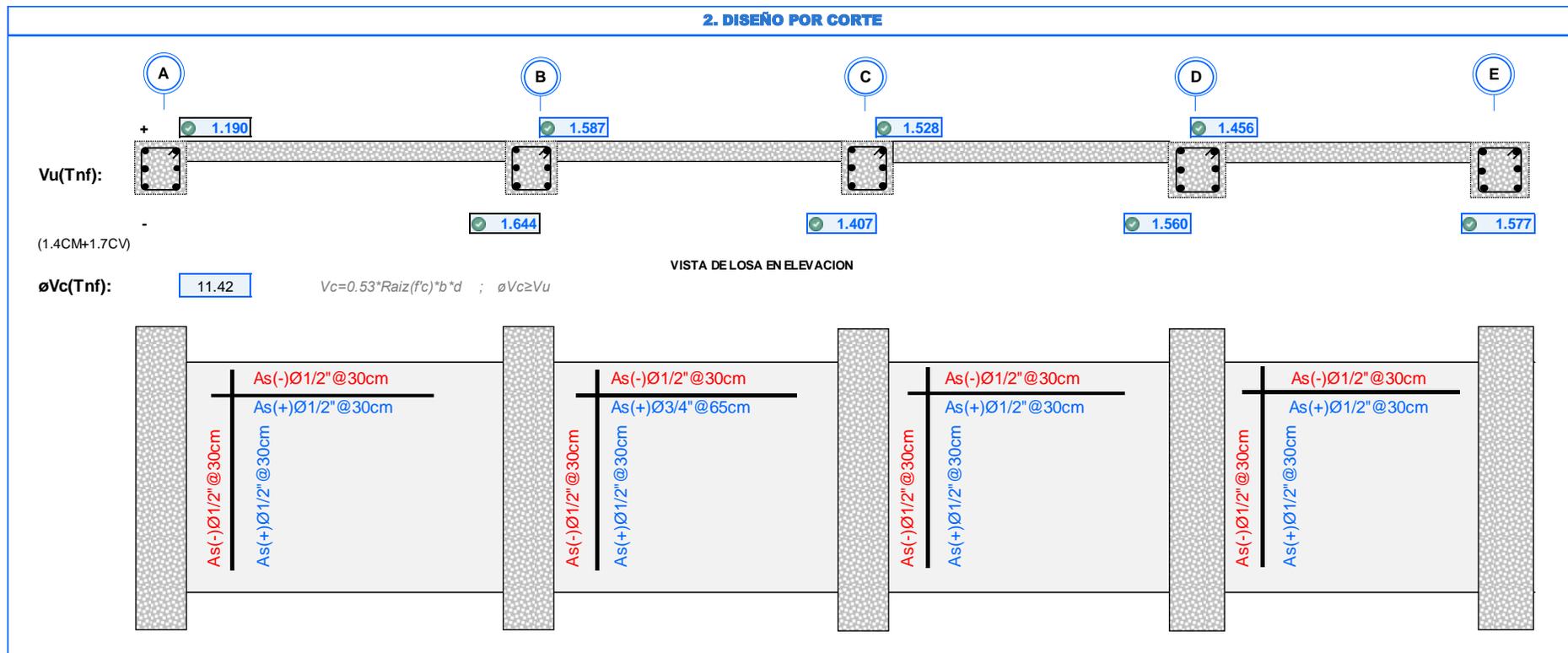


Fuente: Elaboración propia en Excel

## DISEÑO DE LOSA MACISA EN DIERCCION "Y"

### 1. DISEÑO POR FLEXION





*Fuente: elaboración propia en Excel*

**Para el 1mer entre Piso:**

En la dirección X:

$\varnothing 1/2" @ 30\text{cm}$  (parte superior) y  $\varnothing 1/2" @ 30\text{cm}$  (parte inferior)

En la dirección Y:

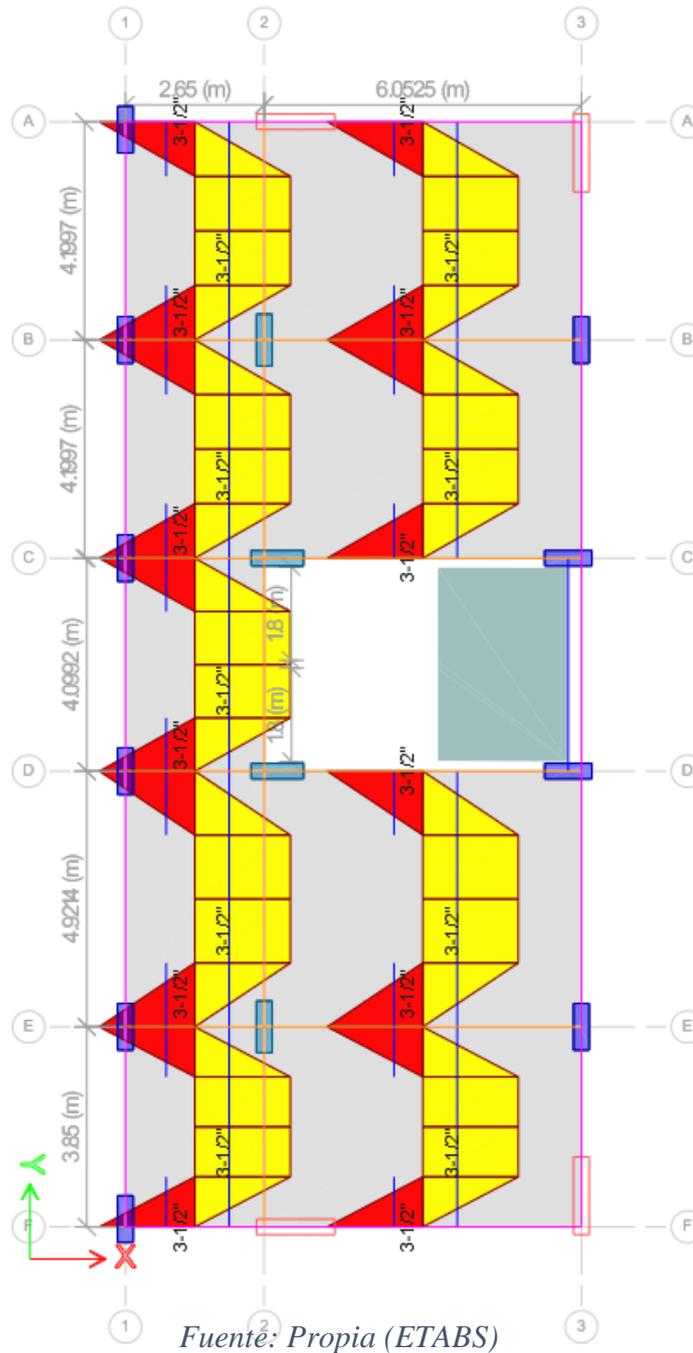
$\varnothing 1/2" @ 30\text{cm}$  (parte superior) y  $\varnothing 1/2" @ 30\text{cm}$  (parte inferior)



**Para el 1er entre Piso en la dirección “Y” :**

El área de acero calculado para la franja de diseño de 100cm (ancho tributario de losa)

*Ilustración 91 Acero por flexión en la losa de 1m de ancho tributario en la dirección “Y”*



En la dirección Y:

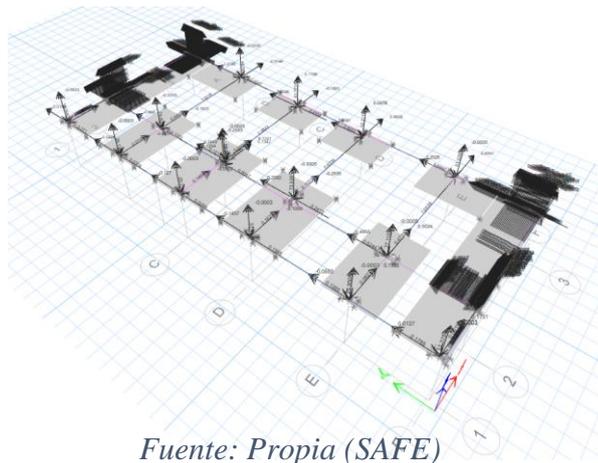
3ø 1/2” en 1m de ancho (parte superior) y 3ø 1/2” en 1m de ancho (parte inferior)

#### 4.4.4 DISEÑO DE ZAPATAS

Según el estudio de mecánica de suelos, la capacidad portante admisible del terreno se estableció en  $1.86 \text{ kg/cm}^2$  a una profundidad de cimentación de 1.50 m. Para el análisis y diseño de la losa de cimentación, se emplearon los softwares especializados SAFE v21.1.0 y ETABS v21.1.0. El módulo de reacción del suelo (módulo de Winkler) fue determinado a partir de tablas de correlación con la capacidad portante del suelo, obteniéndose un valor de  $3.75 \text{ kg/cm}^3$ . Se utilizó concreto con una resistencia especificada de  $210 \text{ kg/cm}^2$ , considerando un recubrimiento mínimo de 7.00 cm. El espesor de la losa de cimentación es de 60 cm, mientras que las vigas de cimentación tienen una sección transversal de 30 cm por 90 cm.

Cargas muertas (CM) proveniente de la estructura sobre la cimentación

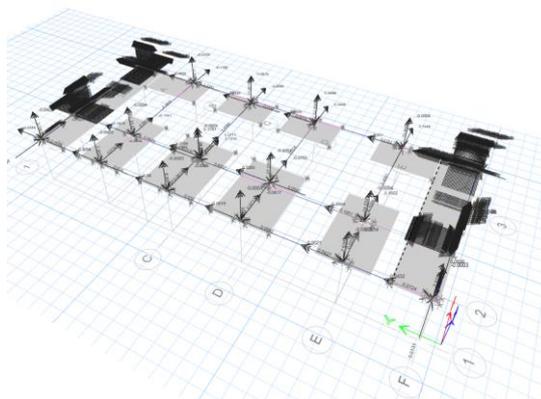
*Ilustración 92 Carga Muerta (C) de la estructura sobre la losa de cimentación*



*Fuente: Propia (SAFE)*

Cargas vivas (CV) proveniente de la estructura sobre la losa de cimentación

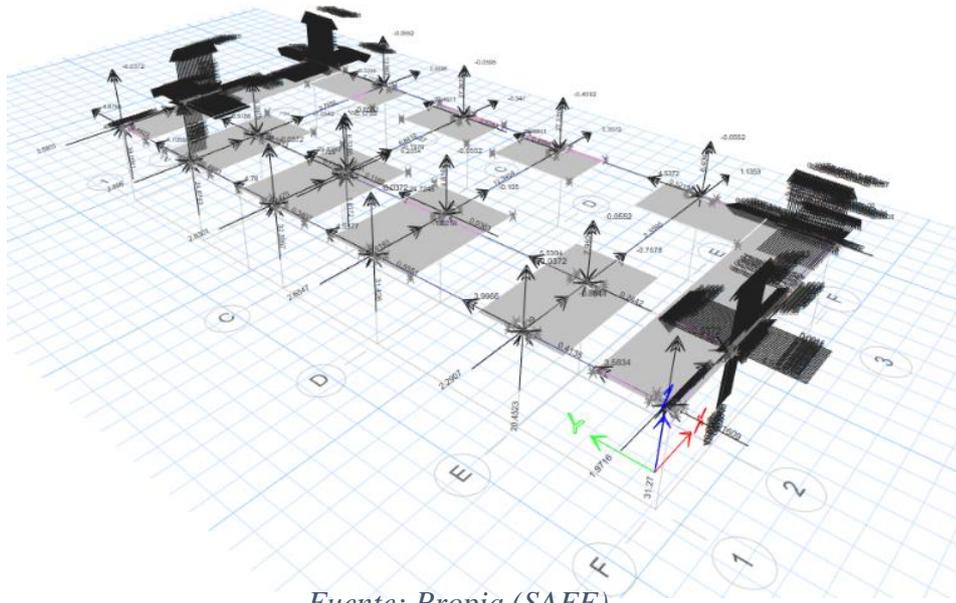
*Ilustración 93 Carga Viva (CV) de la estructura sobre la losa de cimentación*



*Fuente: Propia (SAFE)*

Carga de sismo estático en la dirección “X” sobre la losa de cimentación

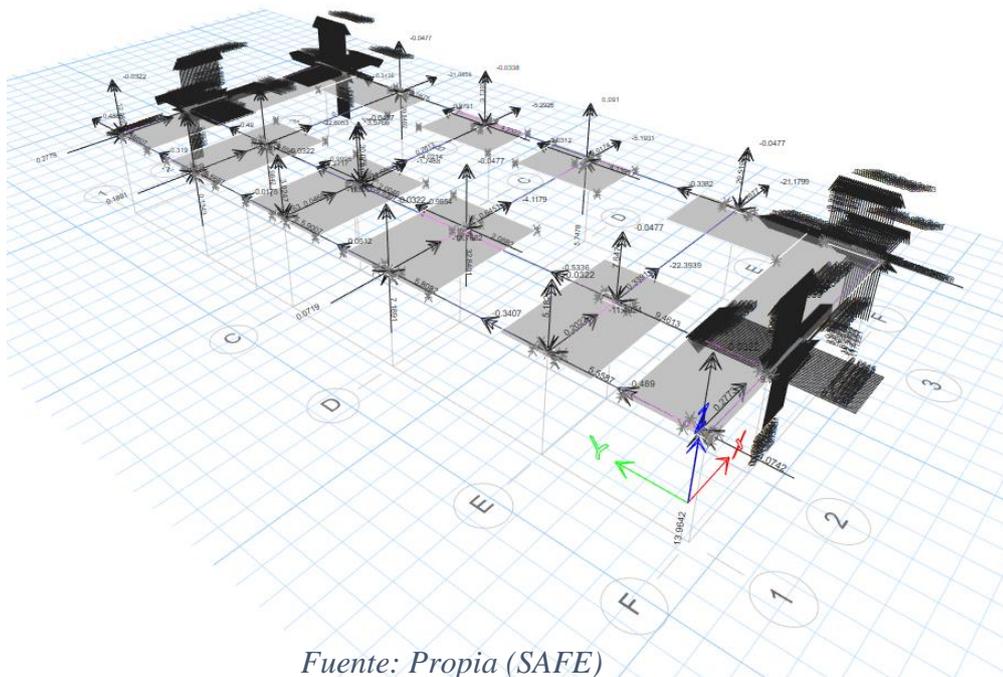
Ilustración 94 Carga sismo estático (CSeX) de la estructura sobre la losa de cimentación



Fuente: Propia (SAFE)

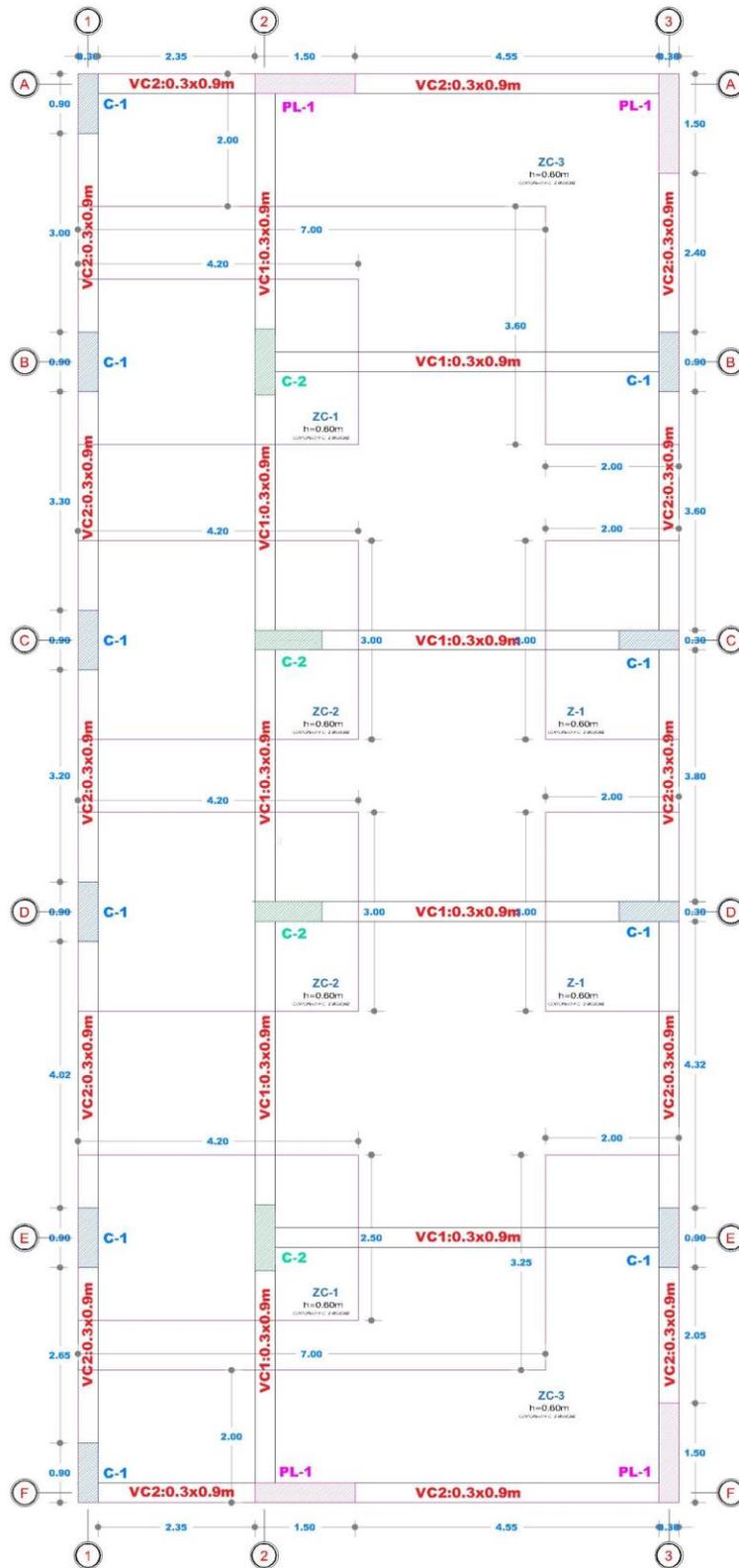
Carga de sismo estático en la dirección “Y” sobre la losa de cimentación

Ilustración 95 Carga sismo estático (CSeY) de la estructura sobre la losa de cimentación



Fuente: Propia (SAFE)

Ilustración 96 Distribución de los tipos de zapatas



Fuente: Propia

Las carga importadas desde el ETABS se colocaron en la base de la edificación el cual genera una presión sobre la cimentación teniendo en cuenta que la capacidad admisible del suelo es de  $q_{ad}=1.86\text{kg/cm}^2$ , La presión que ejerce la edificación sobre la cimentación no debe superar el esfuerzo admisible.

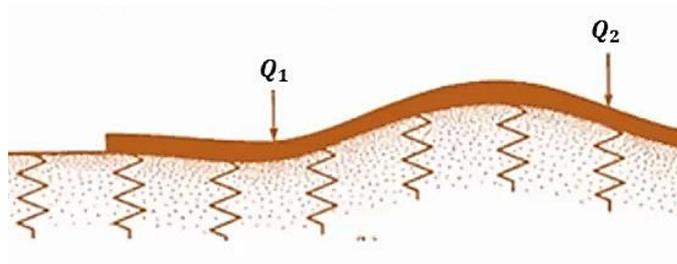
Por ende se utilizó la siguiente configuración:

Elementos estructurales		Dimensiones
Zapata Combinada	Zapata combinada (ZC1)	0.6x2.5x4.2m
	Zapata combinada (ZC2)	0.6x3.0x4.2m
	Zapata combinada (ZC3)	H=0.6m
Zapata aislada	Zapata aislada (Z1)	0.6x2.0x3.0
Vigas de Cimentación	Vigas de cimentación (VC)	0.3x0.9m

### Módulo de Reacción del suelo

El coeficiente de balasto se define como la relación entre el esfuerzo admisible aplicada en un determinado punto ( $q_{ad}$ ) y el asentamiento del terreno ( $s$ ). El módulo de balasto nos permite calcular la interacción entre la cimentación del edificio y el terreno existente, y depende de esos dos factores, terreno y tipo de cimentación diseñada. Se representa gráficamente este módulo como una base de infinitos muelles con una rigidez  $K$  situados bajo la cimentación del edificio.

*Ilustración 97 Representación gráfica de la interacción suelo estructura*



*Fuente: Google*

De acuerdo a la tabla de equivalencias módulo de balasto es de 3.73kg/cm<sup>3</sup>, este valor ingresamos al SAFE.

*Ilustración 98 Propiedades de los materiales para la cimentación y Relación de esfuerzo admisible y módulo de Winkler*

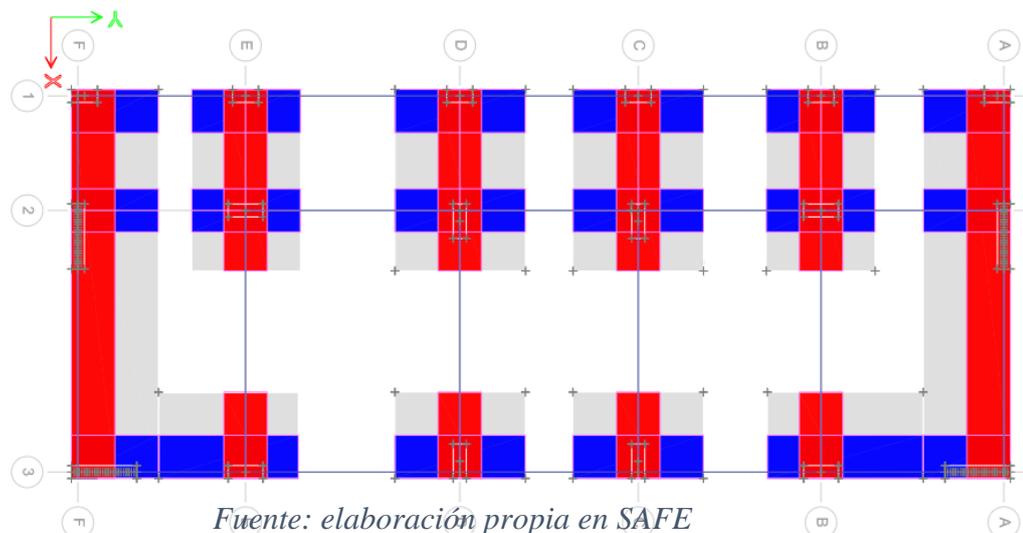
Modulo de Reaccion del Suelo Datos para SAFE					
Esf Adm (Kg/Cm²)	Winkler (Kg/Cm²)	Esf Adm (Kg/Cm²)	Winkler (Kg/Cm²)	Esf Adm (Kg/Cm²)	Winkler (Kg/Cm²)
0.25	0.65	1.55	3.19	2.85	5.70
0.30	0.78	1.60	3.28	2.90	5.80
0.35	0.91	1.65	3.37	2.95	5.90
0.40	1.04	1.70	3.46	3.00	6.00
0.45	1.17	1.75	3.55	3.05	6.10
0.50	1.30	1.80	3.64	3.10	6.20
0.55	1.39	1.85	3.73	3.15	6.30
0.60	1.48	1.90	3.82	3.20	6.40
0.65	1.57	1.95	3.91	3.25	6.50
0.70	1.66	2.00	4.00	3.30	6.60
0.75	1.75	2.05	4.10	3.35	6.70
0.80	1.84	2.10	4.20	3.40	6.80
0.85	1.93	2.15	4.30	3.45	6.90
0.90	2.02	2.20	4.40	3.50	7.00
0.95	2.11	2.25	4.50	3.55	7.10
1.00	2.20	2.30	4.60	3.60	7.20
1.05	2.29	2.35	4.70	3.65	7.30
1.10	2.38	2.40	4.80	3.70	7.40
1.15	2.47	2.45	4.90	3.75	7.50
1.20	2.56	2.50	5.00	3.80	7.60
1.25	2.65	2.55	5.10	3.85	7.70
1.30	2.74	2.60	5.20	3.90	7.80
1.35	2.83	2.65	5.30	3.95	7.90
1.40	2.92	2.70	5.40	4.00	8.00
1.45	3.01	2.75	5.50		
1.50	3.10	2.80	5.60		

*Fuente: elaboración propia en SAFE*

### Creacion de las frangas de diseño (Strips)

Nos servira para calcular las fuerzas internas y el diseño acero superior e inferior en las 2 direcciones de la cimentacion.

*Ilustración 99 Creación de Strips en las 2 direcciones de la cimentación*

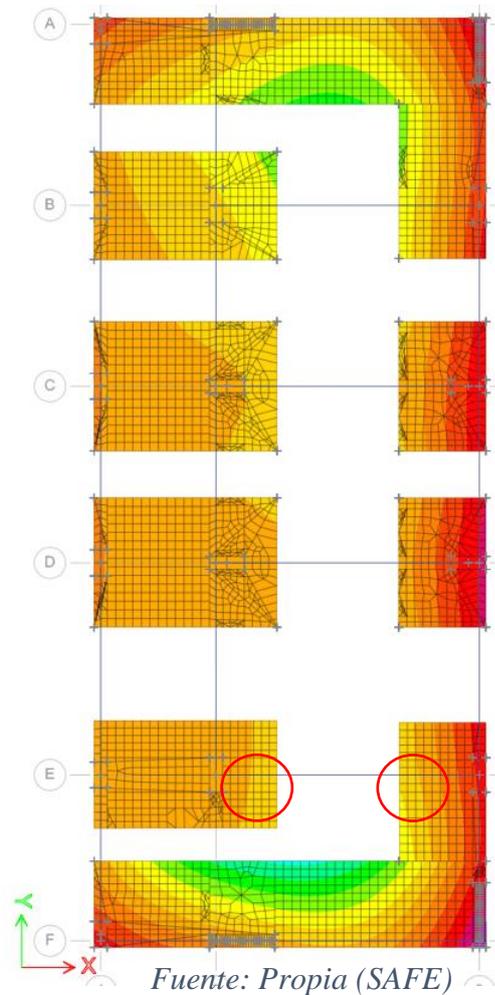


*Fuente: elaboración propia en SAFE*

### Verificación del asentamientos de la losa de cimentacion

De acuerdo ala Norma E.050 el asentamiento diferencial permisible(maximo) es de 2.54cm generado por la combinacion de CM+CV.

*Ilustración 100 Asentamiento de la cimentación*



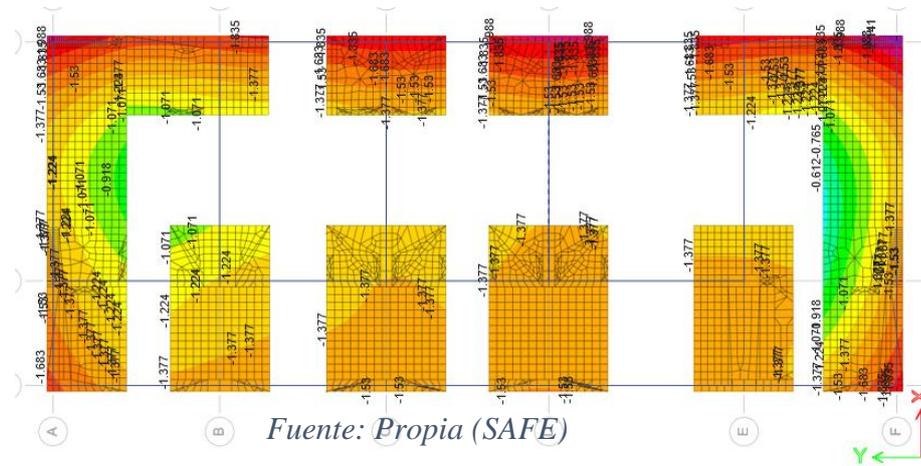
El asentamiento en el punto F3(zona roja) es de  $s_1=0.55\text{cm}$  y en la asentamiento en la zona verde es de  $s_2=0.19\text{cm}$

El asentamiento diferencial es de  $s_1-s_2=0.55\text{cm}-0.19\text{cm}=0.36\text{cm}<2.54\text{cm}$ ,por ende esta verificación esta cumpliendo con lo especificado en la norma E-050.

### Verificación de los esfuerzo del edificio sobre el suelo

El esfuerzo admisible del suelo es de  $1.86\text{kg/cm}^2$  por ende,la presión que ejerce el edificio sobre cimentacion no debe de exceder este valor ya que si lo hace el suelo ingresa a un estado de falla con la consecuencia que el edificio tambien falle por esta condiciones

Ilustración 101 Esfuerzo del edificio sobre el suelo

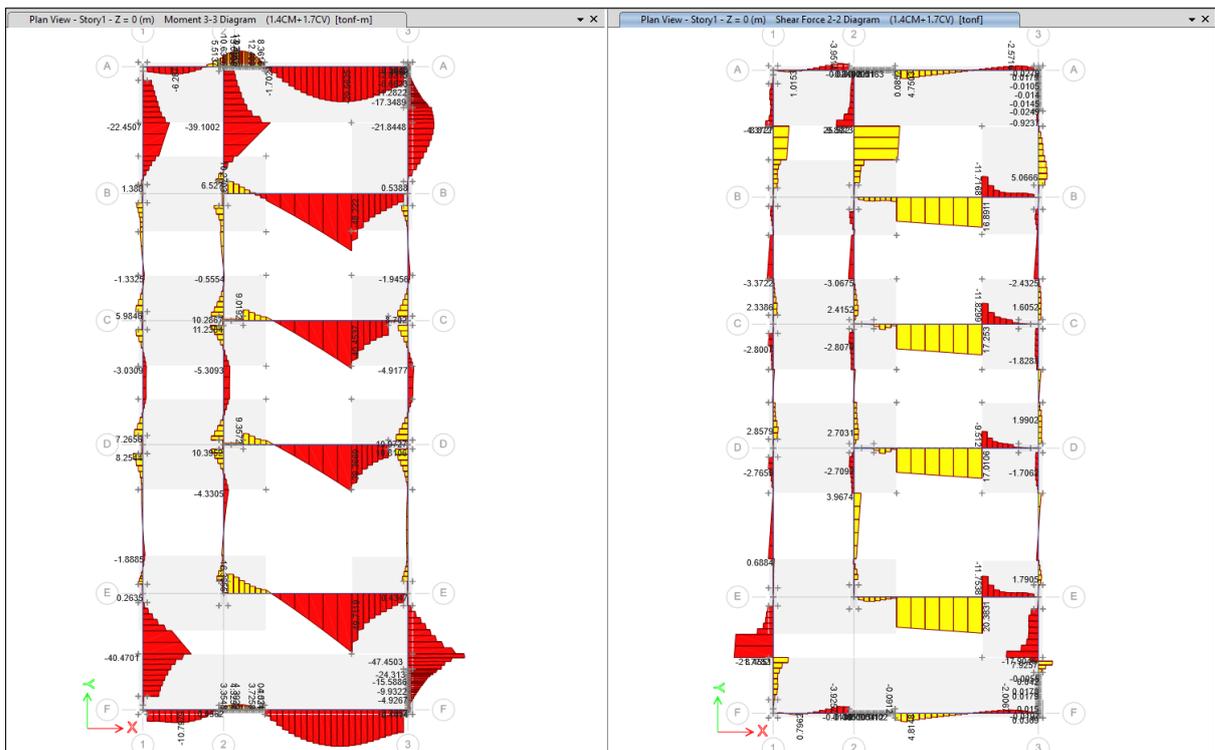


Se puede observar que las presiones que genera el edificio debido a las carga de servicio(carga muerta mas carga viva) sobre el suelo va aumentando a medida que se aleja del centro de la cimentacion ,los esfuerzos generados por el edificio sobre la losa no sobre pasan en la mayor parte del area de la losa.

**Fuerzas Internas a lo largo de los strips en la losa de cimentacion**

Momento ultimo( $M_u$ ) y Fuerza cortante sobre las viga de cimentacion

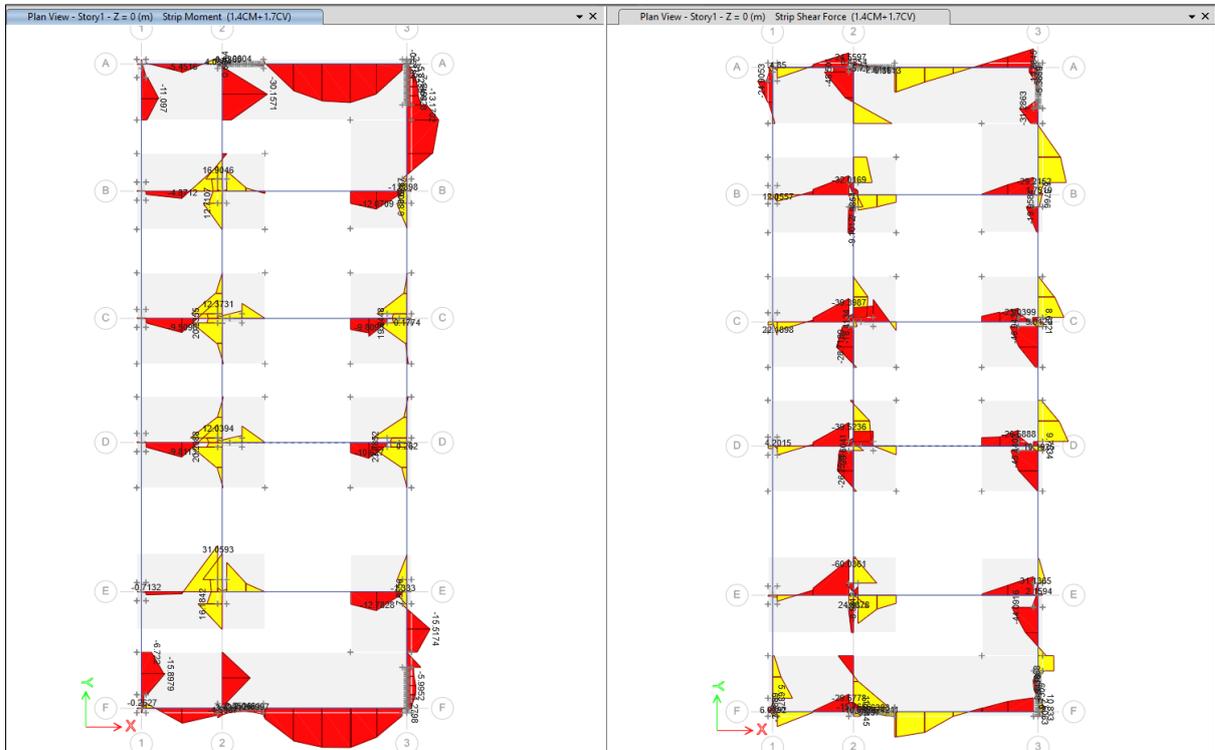
Ilustración 102 Momentos ultimo y Fuerza cortante ultimo sobre las zapatas combinadas y aisladas



Fuente: Propia (SAFE)

Momento ultimo( $M_u$ ) y Fuerza cortante sobre las zapatas combinadas y zapatas aislada

*Ilustración 103 Momentos ultimo y Fuerza cortante ultimo sobre las zapatas combinadas y aisladas*



*Fuente: Propia SAFE*

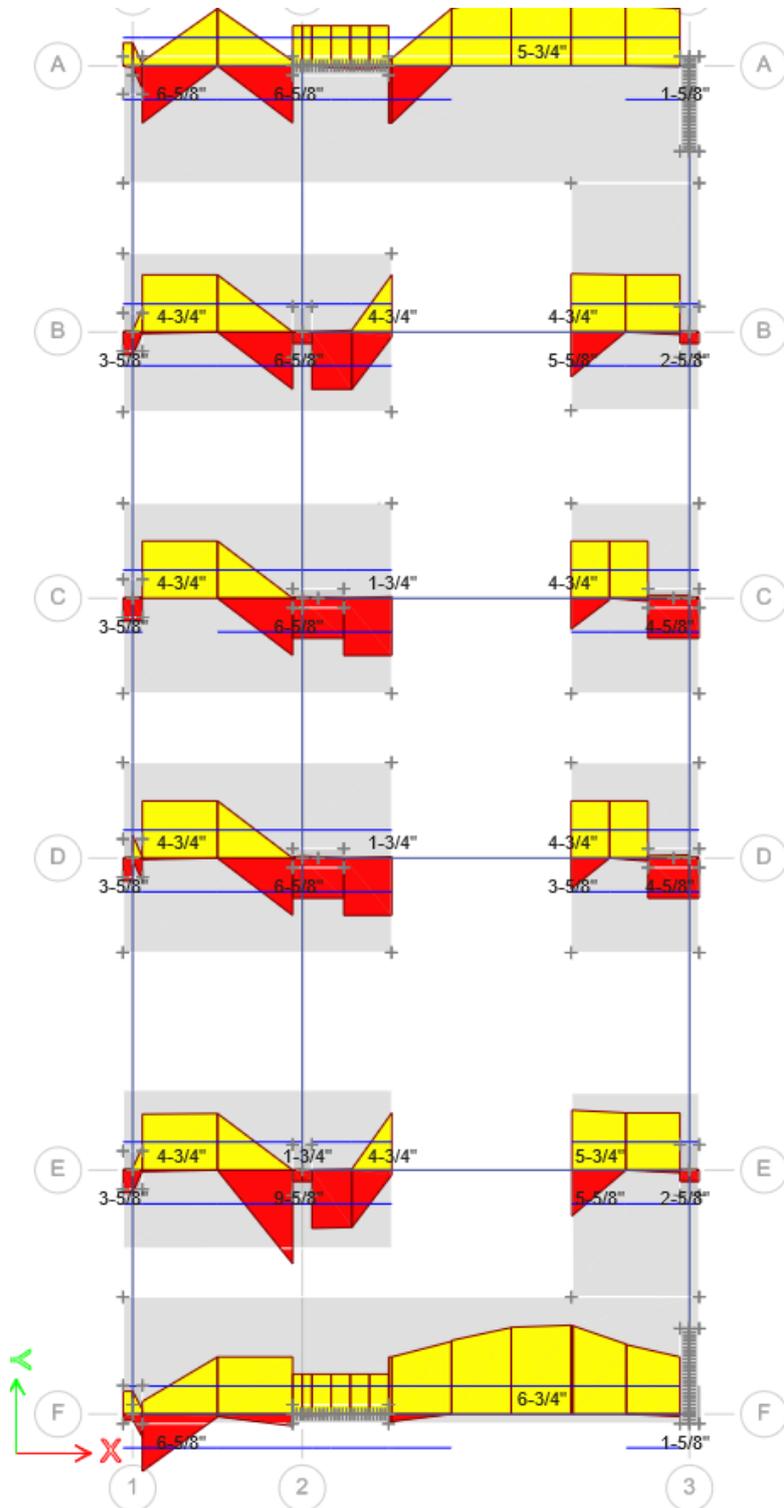
Para el diseño primero tenemos que verificar los momentos y la cortante que actúan a lo largo de los strips y en ambas direcciones como se aprecia en la figura anterior

### **Diseño de la losa de cimentación**

EL Refuerzo de acero que se utilizara en la direccion “X” ,”Y” Para la parte superior se utilizara  $\frac{3}{4}$ ” y para la parte inferior  $\frac{5}{8}$ ”

Cantidad de acero de  $\frac{3}{4}$ " (acero superior) y  $\frac{5}{8}$ " (acero inferior) por 1m de ancho en la dirección "X"

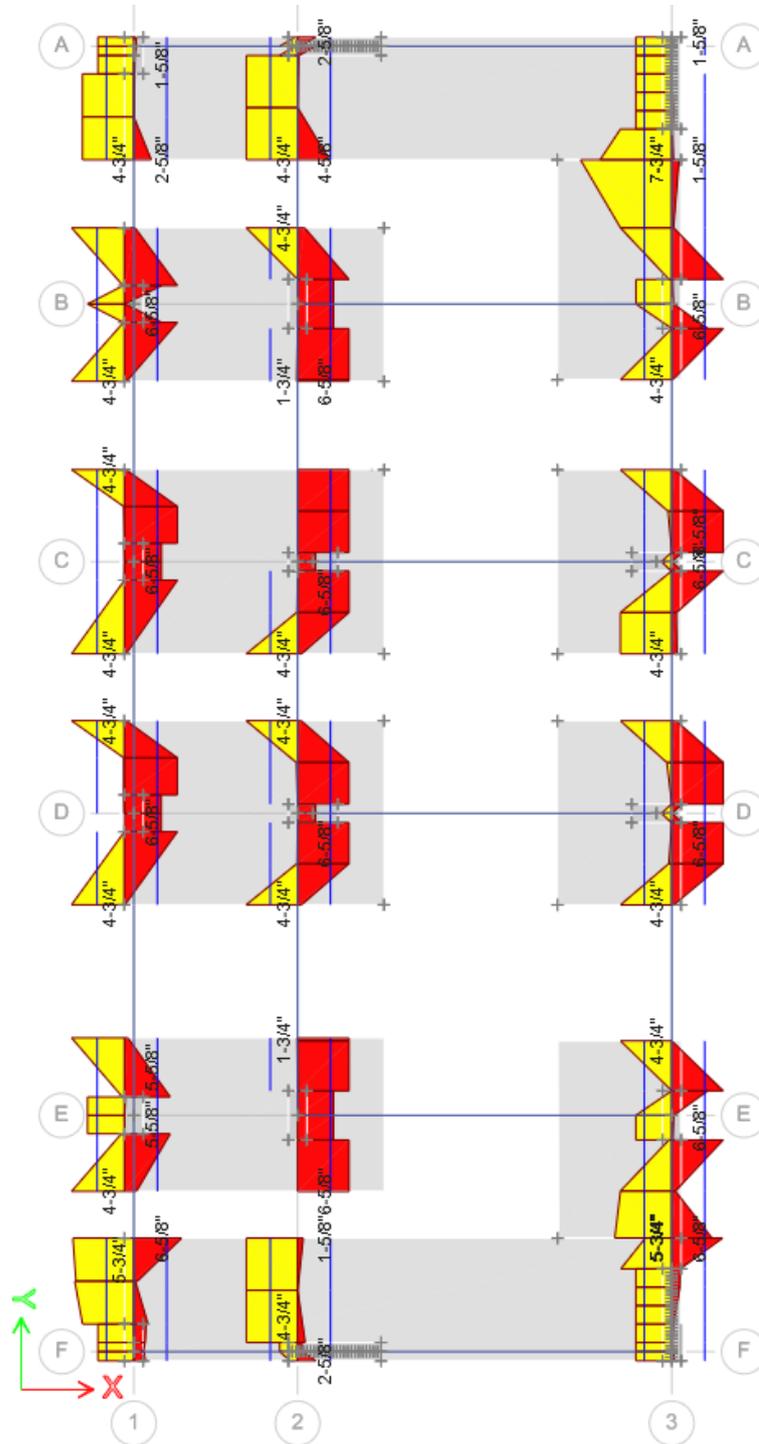
Ilustración 104 Cantidad de acero  $\frac{3}{4}$ " (superior) y  $\frac{5}{8}$ " (inferior) en la dirección "X"



Fuente: Propia (SAFE)

Cantidad de acero de  $\frac{3}{4}$ " (acero superior) y  $\frac{5}{8}$ " (acero inferior) por 1m de ancho en la dirección "Y"

Ilustración 105 Cantidad de acero  $\frac{3}{4}$ " (superior) y  $\frac{5}{8}$ " (inferior) en la dirección "Y"

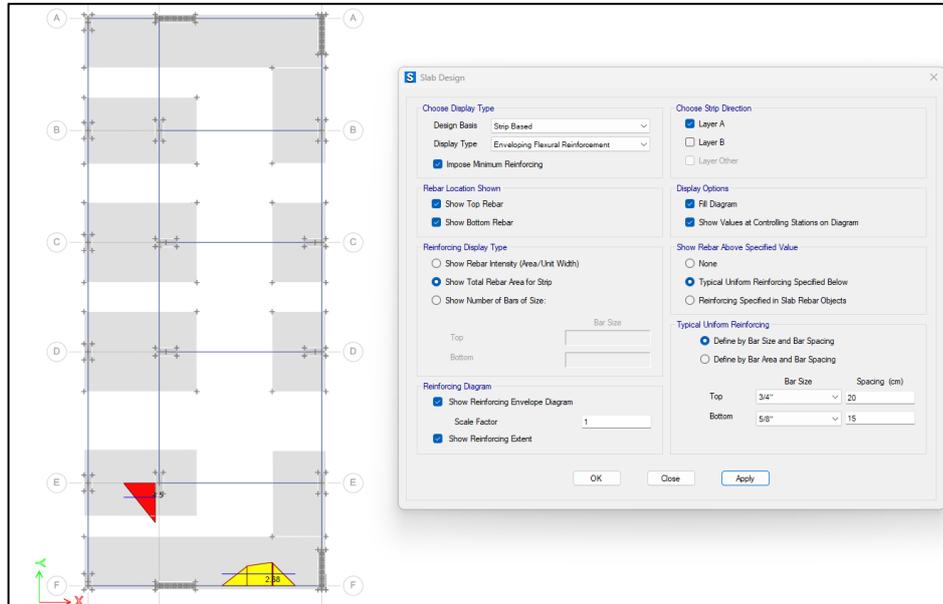


Fuente: Propia (SAFE)

Teniendo en cuenta el espaciamiento de las barrillas podemos calcular de la siguiente manera:

En la dirección “X” acero superior de  $\frac{3}{4}$ ” cada 20cm y acero inferior de  $\frac{5}{8}$ ” cada 15cm

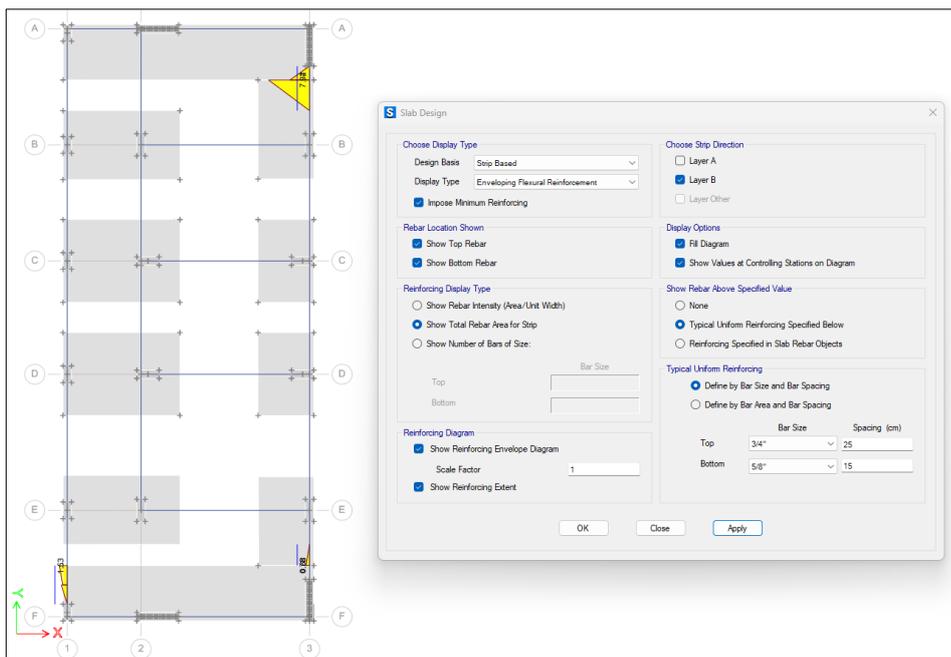
*Ilustración 106 Espaciamiento entre barrillas en el eje “X”*



*Fuente: Propia (SAFE)*

En la dirección “Y” acero superior de  $\frac{3}{4}$ ” cada 25cm y acero inferior de  $\frac{5}{8}$ ” cada 15cm

*Ilustración 107 Espaciamiento entre barrillas en el eje “Y”*



*Fuente: Propia (SAFE)*

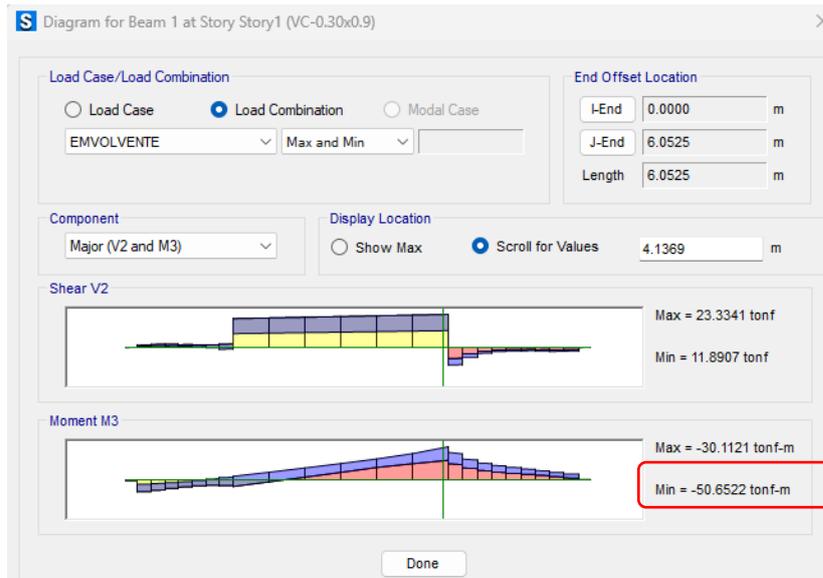
#### 4.4.5 DISEÑO DE VIGA DE CIMENTACION

a) Diseño por flexión de la viga de cimentación

La viga de cimentación que se diseñó pertenece al eje “B” de sección 0.3x0.9m

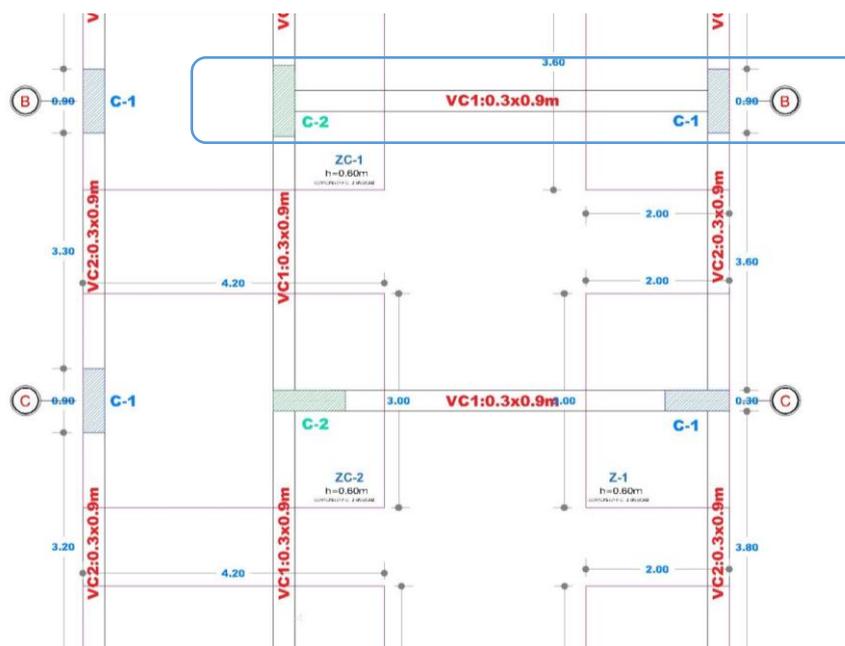
Diagramas de momento flector y fuerza cortante de las vigas de cimentación

*Ilustración 108 Diagrama de momento flector y fuerza cortante de una viga de cimentación*



*Fuente: Propia (SAFE)*

*Ilustración 109 Viga de cimentación a diseño.*

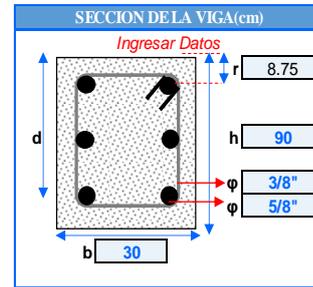


*Fuente: Elaboración propia*

## CARACTERISTICAS DEL MATERIAL

Resistencia a compresion del concreto	fc'	210	kgf/cm <sup>2</sup>
Esfuerzo de fluencia del acero	fy	4200	kgf/cm <sup>2</sup>
Ancho de la viga	b	30	cm
Alto de la viga	h	90	cm
Recubrimiento	r	8.746	cm
Peralte efectivo	d	81.254	cm

Luz Libre de la viga	Luz libre	5.75	m
----------------------	-----------	------	---



Diametro del estribo	0.953	cm
Diametro de la barra	1.588	cm
Recubrimiento	7	cm

## 1. DISEÑO POR FLEXION Y CARGA AXIAL

Factor de reduccion de resistencia	φ	0.9
------------------------------------	---	-----

### 1.1 Momentos provenientes del analisis del software RNE E-060(2009) 21.5.2.2

Mu(-)	0.468	tnf-m	50.717	tnf-m	21.161	tnf-m
Mu(+)	20.566	tnf-m	0	tnf-m	0	tnf-m

Mu(-)	0.468	tnf-m	50.72	tnf-m	21.161	tnf-m
Mu(+)	20.566	tnf-m	5.29	tnf-m	10.58	tnf-m

*Nota: el momento ultimo (Mu) proviene del analisis de la viga considerando las combinaciones de carga (U)*

### 1.2 Area de acero de en traccion

As	0.15	cm <sup>2</sup>	18.10	cm <sup>2</sup>	7.14	cm <sup>2</sup>
Inicial	6.93	cm <sup>2</sup>	1.74	cm <sup>2</sup>	3.50	cm <sup>2</sup>

$$0.85 \cdot f_c' \cdot a \cdot b = A_s \cdot f_y \quad \Sigma F_x = 0$$

$$M_n = A_s \cdot f_y \cdot (h - a/2) \quad \Sigma M = 0$$

$$\phi \cdot M_n \geq M_u$$

$$A_s = M_u / (\phi \cdot f_y \cdot (h - a/2)) \quad a = f_y \cdot A_s / (0.85 \cdot f_c' \cdot b)$$

### 1.3 Verificacion de acero minimo en traccion RNE E-060(2009) 10.5.2

Area de acero minimo en traccion	As(min)	5.89	cm <sup>2</sup>	8.125375
----------------------------------	---------	------	-----------------	----------

$$A_{smin} = 0.7 \cdot \text{raiz}(f_c') \cdot b \cdot d / f_y ; A_s \geq 14 \cdot b \cdot d / f_y \text{ (ACI 318)}$$

### 1.4 Verificacion de acero maximo en traccion

1er condicion-balanceada ( $\epsilon_c = 0.003$  y  $\epsilon_s = 0.0021$ ) RNE E-060(2009) 10.3.4

	$\beta_1$	0.85	
Area de acero de balance en traccion	Asb	51.80	cm <sup>2</sup>
Area de acero maximo en traccion	As(max)	38.85	cm <sup>2</sup>

$$\beta_1 = 0.85 \quad \text{si } f_c \leq 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$\beta_1 = 0.85 - (f_c - 280) / 1400 \geq 0.65 \quad \text{si } f_c > 280 \text{ kg/cm}^2$$

$$A_{sb} = 0.5 \cdot \beta_1 \cdot f_c' \cdot b \cdot d / f_y$$

$$A_{smax} = 0.75 \cdot A_{sb}$$

2da condicion- ( $\epsilon_c = 0.003$  y  $\epsilon_s = 0.004$ )

Area de acero maximo en traccion	As(max)	37.71	cm <sup>2</sup>
----------------------------------	---------	-------	-----------------

$$A_{smax} = 0.364 \cdot \beta_1 \cdot f_c' \cdot b \cdot d / f_y$$

3ra condicion

Area de acero maximo en traccion	As(max)	60.94	cm <sup>2</sup>
----------------------------------	---------	-------	-----------------

$$A_{smax} = 0.025 \cdot b \cdot d$$

Asmax es el menor valor de las 3 condicid	Asmax	37.71	cm <sup>2</sup>
---	-------	-------	-----------------

**1.5 Area de acero en traccion final**

As	5.89 cm <sup>2</sup>	18.10 cm <sup>2</sup>	7.14 cm <sup>2</sup>
final			
As	6.93 cm <sup>2</sup>	5.89 cm <sup>2</sup>	5.89 cm <sup>2</sup>

Corregir Amin con: [E060-10.5.2](#)

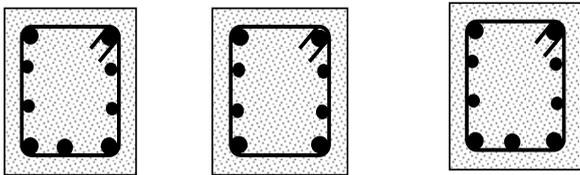
**Conteo barrillas para cada As**

db	Area barilla	cantidad	total Parcial
3/4"	2.84	2	5.68
5/8"	1.99	2	3.98
1/2"	1.29	0	0.00

TOTAL DE ACERO POR SECC: **9.66**

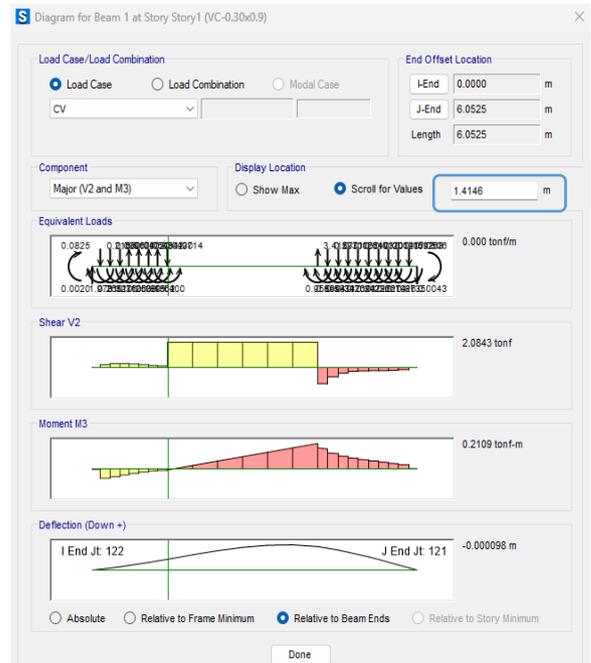
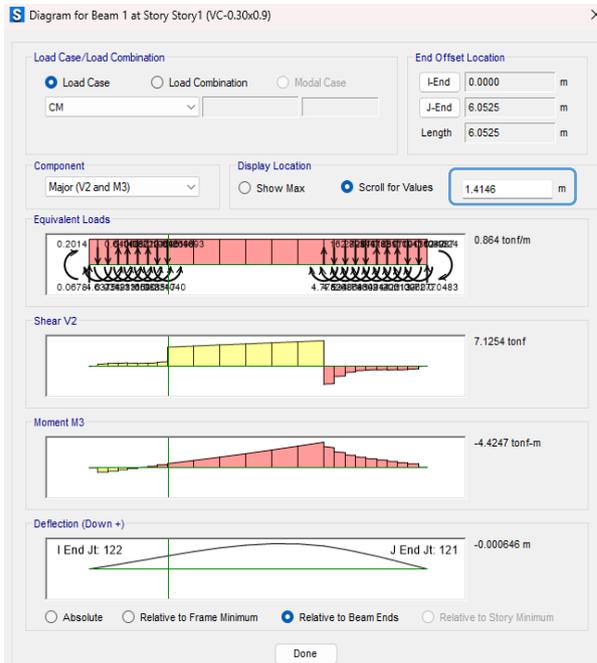
**1.6 Area de acero colocado en Obra**

2ø3/4"	3ø3/4"	2ø3/4"
2ø5/8"	2ø5/8"	2ø5/8"
As 9.66 cm <sup>2</sup>	As 12.5 cm <sup>2</sup>	As 9.66 cm <sup>2</sup>
As 12.5 cm <sup>2</sup>	As 9.66 cm <sup>2</sup>	As 12.5 cm <sup>2</sup>
2ø5/8"	2ø5/8"	2ø5/8"
3ø3/4"	2ø3/4"	3ø3/4"



b) Diseño por corte de la viga de cimentación

*Ilustración 110 Diseño por corte de la viga de cimentación*



*fuentes: Propia (SAFE)*

## 2.DISEÑO POR CORTANTE

$\phi \cdot V_n \geq V_u$        $V_n = V_c + V_s$        $V_c = 0.53 \cdot \text{Raiz}(f_c) \cdot b \cdot d$        $V_s = A_v \cdot f_y \cdot d / s$ ;       $V_u = V_p + V_g$

Donde:

Vu: cortante ultimo

Vn: resistencia al corte del concreto y acero (estribo)

$\phi$ : factor de reduccion de la resistencia al corte

Vc: resistencia al corte del concreto

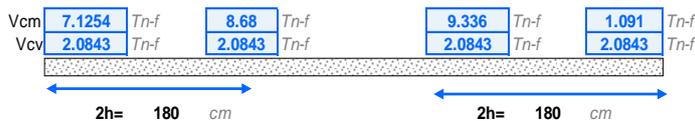
Vs: resistencia al corte del acero (estribo)

Vp: fuerza cortante producida por el momento resistente

Vg: fuerza cortante isostatica calculada para cargas de gravedad

Factor de reduc.de resistencia al corte	$\phi$	0.85
---	--------	------

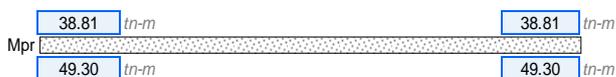
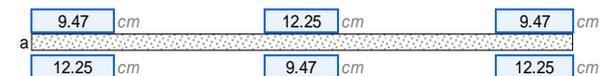
### 2.1 Cortante proveniente del analisis



### 2.2 Cortante Isostatico (Vg)



### 2.3 Cortante Probable (Vp)



### 2.4 Cortante Ultimo (Vu)



### 2.5 Resistencia al corte del concreto (Vc)

$V_c = 18.72 \text{ Tn-f}$

$V_c = 0.53 \cdot \text{Raiz}(f_c) \cdot b \cdot d$

### 2.6 Resistencia al corte del acero (Vs)

#### 2.6.1 Verificacion de acero minimo por corte NTP E-060 11.5.6.2

Area de la barrilla del estribo		0.71	cm <sup>2</sup>
Area estribo de 2 ramas	<b>Avmin</b>	1.42	cm <sup>2</sup>

Espaciamiento de estribos	<b>s</b>	68.59	cm
Espaciamiento maximo de estribos	<b>smax</b>	56.80	cm
Espaciamiento maximo de estribos	<b>smax</b>	56.80	cm

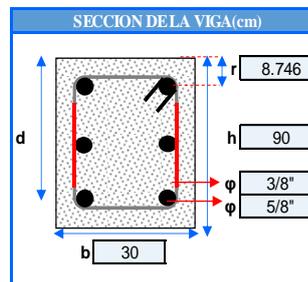
#### 2.6.2 Verificacion de espaciamiento maximo por corte

1.1*raiz(fc)*b*d	38.86	Tn-f
smax=d/2	40.63	cm
smax=d/4	20.31	cm

$a = A_s \cdot 1.25 \cdot f_y / (0.85 \cdot f_c \cdot b)$

$M_n = A_s \cdot f_y \cdot (d - a/2)$

$M_{pr} = 1.25 \cdot M_n$



$A_{vmin} = 0.2 \cdot \text{raiz}(f_c) \cdot b \cdot s \cdot f_y$        $s = A_{vmin} \cdot f_y / (0.2 \cdot \text{raiz}(f_c) \cdot b)$   
 $A_{vmin} \geq 3.5 \cdot b \cdot s / f_y$        $s \leq A_{vmin} \cdot f_y / (3.5 \cdot b)$

$V_s < 1.1 \cdot \text{raiz}(f_c) \cdot b \cdot d$        $S_{max} = d/2$   
 $V_s > 1.1 \cdot \text{raiz}(f_c) \cdot b \cdot d$        $S_{max} = d/4$

**2.6.3 Espaciamiento de refuerzo requerido por corte**

Av/s	0.038	cm2/cm	0.044	cm2/cm	0.0472	cm2/cm	0.012	cm2/cm
s(requ.)	37.71	cm	32.02	cm	30.10	cm	121.92	cm
Vs	12.85	Tn-f	15.14	Tn-f	16.10	Tn-f	3.97	Tn-f
s(max.)	40.63	cm	40.63	cm	40.63	cm	40.63	cm
s(final)	37.71	cm	32.02	cm	30.10	cm	40.63	cm

$\phi^*Vn \geq Vu$     $\phi^*Vn = Vu$     $\phi^*(Vc + Vs) = Vu$     $Vs = Vu / \phi - Vc$   
 $Vs = Av * fy * d / s$     $Av / s = Vs / (fy * d)$     $Av / s = (Vu / \phi - Vc) / (fy * d)$   
 $Vs = Av * fy * d / s$

→ Armado de estribos por CORTE

1 @ 5                      5 @ 35.00                      R @ 30.00 cm

**2.7 Estribos Requeridos por Zona Sismica**

Longitud de confinamiento	Lo	180	cm
Espaciamiento maximo del 1er estribo cerrado		5	cm

$Lo = 2 * h$

Espaciamiento entre estribos cerrados de confinamiento (s-confinado) no debe ser mayor que:

d/4		20.31	cm
5/8"	1.59	8 * dbmin(longitudinal)	12.70
		24 * db(estribo)	22.86
			30.00
s-confinado		12.70	cm

Espaciamiento entre estribos fuera de la zona de confinamiento (s-no confinado) no debe ser mayor que:

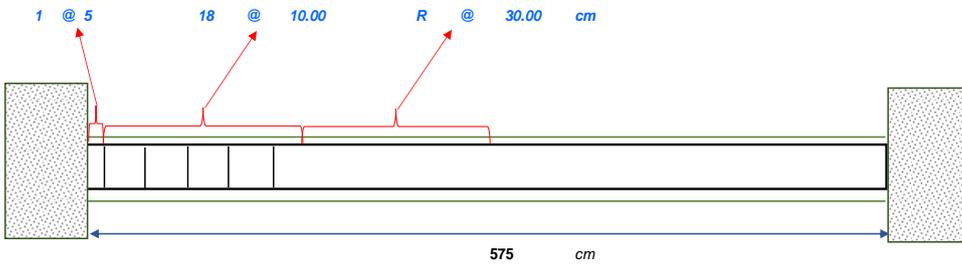
s-no confinado (d/2)	40.63	cm
----------------------	-------	----

→ Armado de estribos en ZONAS SISMICAS

1 @ 5                      18 @ 10.00                      R @ 40.00 cm

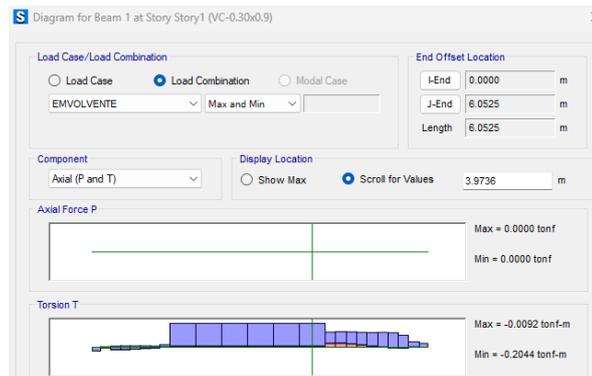
**NOTA : los espaciamientos de estribos se consideran menores a los obtenidos**

**2.8 DISTRIBUCION FINAL DE ESTRIBOS**



c) Diseño por torsión de la viga de cimentación

Ilustración 111 Diseño por torsión de la viga de cimentación



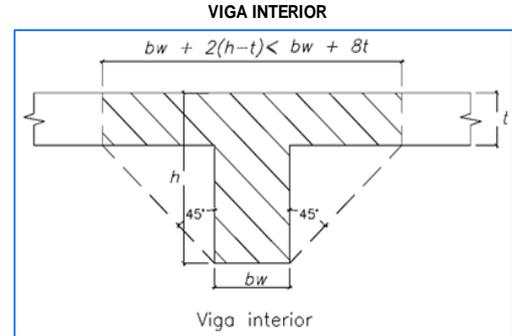
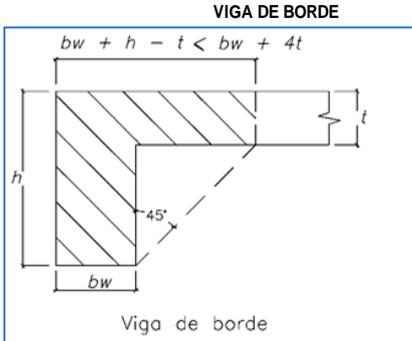
fuentes: Propia (SAFE)

### 3. DISEÑO POR TORSION

#### 3.1 Propiedades de la Seccion

Peralte de losa	t	60 cm
-----------------	---	-------

Tipo de Viga	INTERIOR
--------------	----------



		270 cm	$bw+4t$
Ancho superior	bs	60 cm	$bw+h-t$
Area de la seccion influencia	Acp	4500 cm <sup>2</sup>	
Perimetro de la seccion de influencia	Pcp	300 cm	
	Ag	4500 cm <sup>2</sup>	
Factor de reduccion	φ	0.85	

		510 cm	$bw+8t$
bs	90 cm		$bw+2(h-t)$
Acp	6300 cm <sup>2</sup>		
Pcp	360 cm		
Ag	6300 cm <sup>2</sup>		
φ	0.85		

#### 3.2 Cargas Provenientes del Analisis

Momento Torsor amplificado	Tu	0.204 Tnf-m
Carga Axial	Nu	0 Tnf

#### 3.3 Verificacion si se requiere Diseño por Torsion (NTP E-060-11.6.1)

$$T = 3.67 T_{nf-m}$$

$$T = \phi * 0.27 * Raiz(fc) * (Acp^2 / Pcp) * raiz(1 + Nu / (Ag * raiz(fc)))$$

NO SE REQUIERE DISEÑO POR TORSION

#### 3.4 Reduccion de Tu (NTP E-060-11.6.2)

Se permite reducir el maximo momento torsor Tu a Tur

Mometo Torsor amplificado reducido	Tur	14.94 Tnf-m
Mometo torsor definido	Tu	0.20 Tnf-m

$$Tur = \phi * 1.1 * Raiz(fc) * (Acp^2 / Pcp) * raiz(1 + Nu / (Ag * raiz(fc)))$$

#### 3.5 Verificacion de la seccion de concreto (NTP E-060-11.6.3)

Peralte efectivo	d	81.25 cm
Recubrimiento al eje del estribo	r'	8.75 cm
Area de seccion interior al estribo	Aoh	906.8876 cm <sup>2</sup>
Perimetro de seccion interior al estribo	Poh	170.03 cm
Mometo torsor definido	Tu	0.20 Tnf-m
Resistencia al corte del concreto	Vc	18.72 Tnf-f
Cortante Ultimo	Vu	26.84 Tnf-f

$$\sqrt{\left(\frac{Vu}{bw d}\right)^2 + \left(\frac{Tu Ph}{1.7 A_{oh}^2}\right)^2} \leq \phi \left(\frac{Vc}{bw d} + 2.1 \sqrt{f'c}\right)$$

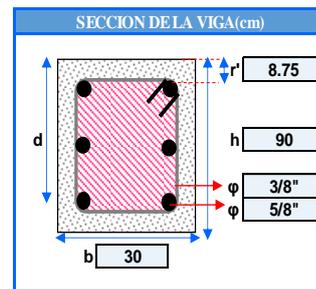
$$11.28 \text{ kg/cm}^2 \leq 32.40 \text{ kg/cm}^2$$

LA SECCION DE VIGA ES ADECUADA

#### 3.6 Estribos Requeridos por Corte + Torsion

##### 3.6.1 Acero Minimo por Torsion (NTP E-060-11.6.5)

$$(A_v + 2 A_t) = 0.2 \sqrt{f'c} \frac{bw s}{f_y t} \geq \frac{3.5 bw s}{f_y t}$$



### 3.6 Estribos Requeridos por Corte + Torsion

#### 3.6.1 Acero Minimo por Torsion (NTP E-060-11.6.5)

$$(A_v + 2 A_t) = 0,2 \sqrt{f_c} \frac{b_w s}{f_{yt}} \geq \frac{3,5 b_w s}{f_{yt}}$$

Area de estribo por corte y torsion	(Av+At)m	1.42	cm <sup>2</sup>
Espaciamiento de estribos maximo	Smax	56.8	cm

$$S = (A_v + A_t) \cdot f_{yt} / (3.5 \cdot b)$$

#### 3.6.2 Espaciamiento Maximo (NTP E-060-11.6.6)

Espaciamiento de estribos	S	21.25375	cm
Espaciamiento de estribos	S	30	cm
Espaciamiento de estribos maximo	Smax	21.25375	cm

$$S = P_{oh} / 8$$

Espaciamiento de estribos definido	S	21.25375	cm
------------------------------------	---	----------	----

#### 3.6.3 Espaciamiento Requerido de Refuerzo de Cortante + Torsion (NTP E-060-11.6.3.6;11.6.3.8)

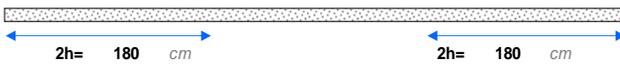
$$\phi \cdot T_n \geq T_u \quad T_n = 2 \cdot A_o \cdot A_t \cdot f_{yt} \cdot \cot(\theta) / S$$

Ao	770.8544	cm <sup>2</sup>
θ	45	°
fyt	4200	kg/cm <sup>2</sup>
At/s	0.004	cm <sup>2</sup> /cm

$$A_o = 0.85 \cdot A_{oh}$$

$$\phi \cdot T_n = T_u \quad T_n = T_u / \phi \quad A_s / s = T_u / (\phi \cdot 2 \cdot A_o \cdot f_{yt} \cdot \cot(\theta))$$

Av/S	0.038	cm <sup>2</sup> /cm	0.044	cm <sup>2</sup> /cm	0.047	cm <sup>2</sup> /cm	0.012	cm <sup>2</sup> /cm
At/S	0.004	cm <sup>2</sup> /cm						
Atotal/S	0.045	cm	0.052	cm	0.055	cm	0.019	cm
S	31.51	cm	27.43	cm	26.01	cm	74.50	cm
Smax	21.25	cm	21.25	cm	21.25	cm	21.25	cm
S(final)	21.25	cm	21.25	cm	21.25	cm	21.25	cm



→ Armado de estribos por CORTE+TORSION

1 @ 5                      9 @ 20.0                      R @ 25      cm

### 3.7 Estribos Requeridos por Zona Sismica

Longitud de confinamiento	Lo	180	cm
---------------------------	----	-----	----

$$L_o = 2 \cdot h$$

Espaciamiento maximo del 1mer estribo cerrado	5	cm
---	---	----

Espaciamiento entre estribos cerrados de confinamiento(s-confinado) no debe ser mayor que:

d/4	20.31	cm
8*dbmin(longitudinal)	12.70	cm
24*db(estribo)	22.86	cm
	30.00	cm

**NOTA** : los espaciamentos de estribos se consideran menores a los obtenidos

S-confinado	12.70	cm
-------------	-------	----

Espaciamiento entre estribos fuera de la zona de confinamiento(s-no confinado) no debe ser mayor que:

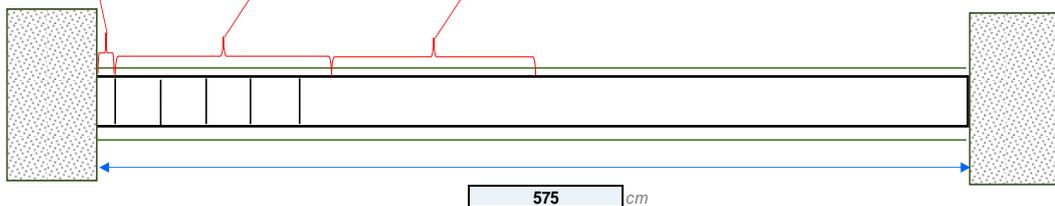
S-no confinado (d/2)	40.63	cm
----------------------	-------	----

→ Armado de estribos en ZONA SISMICA

1 @ 5                      18 @ 10.00                      R @ 40.00      cm

### 3.8 DISTRIBUCION FINAL DE ESTRIBOS

1 @ 5                      18 @ 10.00                      R @ 25      cm



**3.9 Refuerzo Longitudinal Por Torsion**

**3.9.1 Refuerzo longitudinal Requerido (NTP E-060-11.6.3.7)**

$$A_l = \frac{At}{s} Ph \left( \frac{f_{yt}}{f_y} \right) \cot^2 \theta \quad A_l \quad \boxed{0.63} \text{ cm}^2$$

**3.9.2 Refuerzo longitudinal Minimo (NTP E-060-11.6.5.3)**

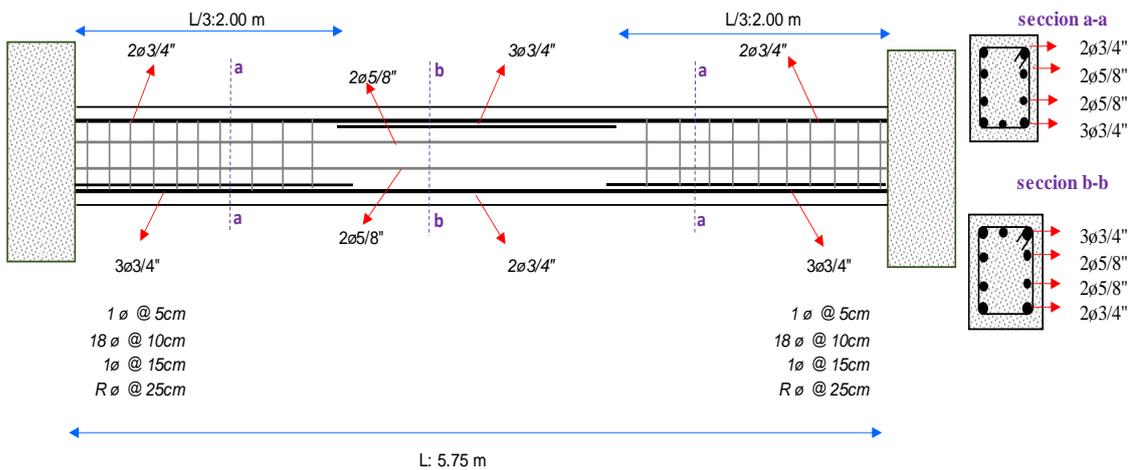
$$A_{l, \min} = \frac{1,33 \sqrt{f_c} A_{cp}}{f_y} - \left( \frac{At}{s} \right) Ph \frac{f_{yt}}{f_y} \quad \begin{matrix} (At/S)_{\min} & \boxed{0.0125} \text{ cm}^2/\text{cm} \\ (At/S)_{\text{cal}} & \boxed{0.0037} \text{ cm}^2/\text{cm} \end{matrix}$$

donde  $\frac{At}{s}$  no debe tomarse menor que  $\frac{1,75 b_w}{f_{yt}}$   $\begin{matrix} At/S & \boxed{0.0125} \text{ cm}^2/\text{cm} \\ Al_{\min} & \boxed{18.52} \text{ cm}^2 \end{matrix}$

**3.9.2 Refuerzo longitudinal Por Torsion**

$A_l \quad \boxed{18.52} \text{ cm}^2$

**4. DIAGRAMA FINAL DE ACERO LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL-EJE C-C**



## CAPITULO V

### 5. INSTALACIONES SANITARIAS

#### 5.1. DEFINICIONES

##### a) 5.1.1 Uso BIM en Instalaciones Sanitarias.

En el ámbito de las instalaciones sanitarias, esta tecnología mejora la visualización y planificación de redes de agua y desagüe, favoreciendo una coordinación eficiente entre disciplinas. Según (Eastman, 2011), BIM proporciona una representación digital detallada de las características físicas y funcionales de una edificación, promoviendo la colaboración entre profesionales y optimizando la toma de decisiones.

En el diseño de instalaciones sanitarias, el uso de BIM ofrece múltiples ventajas técnicas:

- Permite representar de forma tridimensional la red de agua fría antes de la construcción, facilitando la revisión temprana del trazado y la detección de posibles inconsistencias.
- El modelo digital genera automáticamente planos de planta, cortes, vistas isométricas y detalles constructivos mejorando su interpretación.
- Se obtienen tablas de metrados que incluyen tuberías, válvulas y accesorios, lo que optimiza la planificación de compras y la logística de obra.
- Todos los participantes del proyecto (ingenieros, sanitarios, electricistas, contratistas y supervisores) acceden al modelo centralizado, mejorando la comunicación y reduciendo errores por omisión.
- El modelo BIM puede ser actualizado para futuras ampliaciones o modificaciones del sistema sanitario, asegurando su adaptabilidad a largo plazo.

#### 5.2. DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES.

El diseño correspondiente al sistema de abastecimiento de agua fría se llevará a cabo en concordancia con lo estipulado en la N.T.P. IS.010. De acuerdo con dicha normativa, se establecerán límites de presión que aseguren el funcionamiento adecuado de los artefactos sanitarios, definiéndose una presión estática máxima de 50 metros de columna de agua (m.c.a.) y una presión mínima en los puntos de consumo no menor a 2 m.c.a.

Se considerará una distancia mínima de separación entre las tuberías de desagüe y las de agua potable de 50 cm en sentido horizontal y 15 cm en sentido vertical, con el propósito de preservar

la integridad sanitaria del sistema y evitar posibles contaminaciones cruzadas. Asimismo, se adoptará una velocidad mínima del agua dentro de las tuberías de 0.60 m/s para asegurar un flujo adecuado. En el caso de los diámetros más frecuentes, se proyectará una velocidad de 1.90 m/s para tuberías de ½” y 2.20 m/s para tuberías de ¾”.

### 5.3. DISEÑO DE LA RED DE AGUA FRIA.

b) 5.3.1 Calculo de la dotación de Agua Potable.

Se considerará la dotación mínima diaria requerida conforme a la norma IS 010. En función al tipo de usuario y al uso de los ambientes, se proyectará la dotación en litros por día (L/día), utilizando los valores establecidos en la norma.

Tabla 28 Calculo de la dotación de agua.

AMBIENTES	USO	ALUMNOS		DOTACION		DOTACION PARCIAL
		Cantidad	Unidad	Cantidad	Unidad	L/día
Personal no residente (docentes, directivos, auxiliar)	Persona	15	personas	50	l/p/d	750
1er grado	Aulas	29	Alumnos	50	l/p/d	1450
2do grado	Aulas	26	Alumnos	50	l/p/d	1300
3er grado	Aulas	26	Alumnos	50	l/p/d	1300
4to grado	Aulas	30	Alumnos	50	l/p/d	1500
5to grado	Aulas	28	Alumnos	50	l/p/d	1400
6to grado	aulas	29	alumnos	50	l/p/d	1450
SUM		124		3	l/p/d	372
Cocina		24		2	l/p/d	48
Área verde		1500		2	l/p/d	3000
<b>Dotación total L/d</b>						<b>12570</b>
<b>Dotación total m3/d</b>						<b>12.57</b>

Fuente: Propia

c) 5.3.2 Calculo de tanque cisterna y tanque elevado.

De lo establecido en el R.N.E. el volumen del tanque elevado será 1/3 de la dotación total y para el caso del tanque cisterna será de 3/4 de la misma.

Tabla 29 Calculo de volumen de tanque elevado y tanque cisterna

Dotación total m3/d	12.57
---------------------	-------

<b>Tanque cisterna m3</b>	9.42
Por entonces se considerará el volumen de tanque cisterna de 10 m3	

<b>Dotación total m3/d</b>	<b>12.57</b>
<b>Tanque elevado m3</b>	4.19
Por entonces se considerará el volumen de tanque elevado de 5m3.	

d) 5.3.3 Calculo de consumo diario.

Tabla 30 Calculo de consumo diario

	Ambiente	Cantidad de aparato sanitario							Total
		Inodoro Tanq.	Urinario	Lavat. Corrien	Lavat. Múltiple	Ducha	Lavad.	Grifo	
	<i>U.H.</i>	5	3	2	3	4	3	5	
	<i>Bloque I</i>								
<b>1</b>	<i>Sala de docentes</i>				1				3
	<i>Bloque II</i>								
<b>2</b>	<i>Cocina</i>				1				3
	<i>Bloque III Primer piso</i>								
<b>3</b>	<i>SSHH niños</i>	3	3	3					30
<b>4</b>	<i>SSHH niñas</i>	3		2					19
<b>5</b>	<i>Discapacitados</i>	2		2					14
	<i>Bloque III Segundo piso</i>								
<b>6</b>	<i>SSHH niños</i>	3	5	4					38
<b>7</b>	<i>SSHH niñas</i>	5		3					31
<b>TOTAL</b>									<b>138</b>

Fuente: Elaboración propia

Tabla 31 Unidades de gasto

APARATO SANITARIO	TIPO	UNIDADES DE GASTO		
		TOTAL	AGUA FRIA	AGUA CALIENTE
INODORO	Con tanque-descarga reducida	2.5	2.5	-
	Con tanque	5	5	-
	Con válvula semiautomática	8	8	-
	Con válvula semi-automática-descarga reducida	4	4	-
LAVATORIO	Corriente	2	1.5	1.5
	Múltiple	2	1.5	1.5
LAVADERO	Hotel restaurante	4	3	3
URINARIO	Con tanque	3	3	-
	Con válvula semiautomática	5	5	-
	Con válvula semi-automática-descarga reducida	2.5	2.5	-
	múltiple	3	3	-

Fuente: NORMA IS.010. Cap. 2. Art.2.2.

Para el cálculo del diámetro de tubería se considera como velocidad mínima 0.60 m/s y las velocidades máximas se tiene:

Tabla 32 Velocidades máximas por tubería

Diámetro	Velocidad máxima
1/2	1.90
3/4	2.20
1"	2.48
1 ¼"	2.85
1 ½" a mas	3.00

Fuente: NORMA IS.010

Gastos probables para aplicación del método de Hunter

Tabla 33 Gastos probables - método de Hunter

N° de und	Gasto probable		N° de und	Gasto probable	
	Tanque	Válvula		Tanque	Válvula
3	0.12	0	36	0.85	1.67
4	0.16	0	38	0.88	1.7

<b>5</b>	0.23	0.9	40	0.91	1.74
<b>6</b>	0.25	0.94	50	1.13	1.97
<b>7</b>	0.28	0.97	60	1.25	2.11
<b>8</b>	0.29	1	70	1.36	2.23
<b>9</b>	0.32	1.03	80	1.45	2.35
<b>10</b>	0.43	1.06	90	1.56	2.45
<b>12</b>	0.38	1.12	100	1.67	2.55
<b>14</b>	0.42	1.17	110	1.75	2.6
<b>16</b>	0.46	1.22	120	1.83	2.72
<b>18</b>	0.5	1.27	130	1.91	2.8
<b>20</b>	0.54	1.33	140	1.98	2.85
<b>22</b>	0.58	1.37	150	2.06	2.95
<b>24</b>	0.61	1.42	160	2.14	3.04
<b>26</b>	0.67	1.45	170	2.22	3.12
<b>28</b>	0.71	1.51	180	2.29	3.2
<b>30</b>	0.75	1.55	200	2.45	3.36
<b>32</b>	0.79	1.59	240	2.75	3.65
<b>34</b>	0.82	1.63	300	3.32	4.12

*Fuente: Hunter, R.B.*

El cálculo del caudal probable se lleva a cabo mediante la aplicación del método de Hunter, utilizando una relación proporcional basada en el número total de unidades de consumo previamente determinadas. Esta metodología permite estimar el flujo máximo esperado que deberá ser suministrado por la red de distribución de agua fría, tomando en cuenta el uso concurrente de los artefactos sanitarios.

<b>N° de unidades</b>	<b>Gasto probable</b>
<b>138</b>	X
<b>140</b>	1.98
Siendo el gasto probable de 1.95 L/s	

#### **5.4. DISEÑO DE LA RED DE DESAGUE**

Las aguas residuales generadas en los distintos puntos de descarga serán conducidas por gravedad desde cada ambiente hacia la red principal de desagüe. En los tramos rectos se implementarán cajas de registro estratégicamente ubicadas, las cuales estarán interconectadas mediante tuberías sanitarias de PVC. Estas cajas permitirán el acceso para inspección y mantenimiento del sistema. Finalmente, el caudal será dirigido hacia la red pública de alcantarillado más cercana, garantizando una evacuación eficiente y conforme a los requerimientos normativos.

### 5.4.1 Unidades de Descarga

Se refieren a los dispositivos o puntos específicos donde se genera la salida de aguas residuales dentro de un sistema sanitario. Estas unidades incluyen lavamanos, inodoros, duchas, fregaderos, y otros elementos similares que están diseñados para evacuar agua y desechos hacia el sistema de desagüe. Cada una de estas unidades está conectada al sistema mediante tuberías que garantizan un flujo eficiente y seguro hacia las redes principales o sistemas de tratamiento, cumpliendo con los estándares técnicos y normativos correspondientes.

Tabla 34 Unidades de descarga

Tipos de aparato	Diámetro mínimo de la trampa (mm)	Unidades de descarga
Inodoro (con tanque)	75 (3")	4
Inodoro (con tanque descarga reducida)	75 (3")	2
Inodoro (con válvula automática y semiautomática)	75 (3")	8
Inodoro (con válvula automática y semiautomática de descarga reducida)	75 (3")	4
Lavatorio	32-40 (1 ¼" – 1 ½")	1 - 2
Lavadero de cocina	50 (2")	2
Ducha publica	50 (2")	3
Urinario de pared	40 (1 1/2")	4
Urinario ve válvula automática y semiautomática	75 (3")	8
Urinario de válvula automática y semiautomática de descarga reducida.	75 (3")	4
Urinario corrido	75 (3")	4

Fuente: NORMA IS.010

### 5.4.2 Unidades de Gasto según ambientes

Tabla 35 Unidades de Gasto según ambientes

Tipo de Ambiente	N° Ambiente	Aparatos	cantida d	U D	UD PARCIAL	UD TOTAL
<b>BLOQUE- B</b>						
<b>PRIMER NIVEL</b>						<b>53.5</b>
SS.HH. ALUMNOS	1	Lavatorio	3	2	6	
	1	Inodoro	3	4	12	
	1	Urinario	3	2.5	7.5	
SS.HH. ALUMNAS	1	Lavatorio	2	2	4	
	1	Inodoro	3	4	12	

SS.HH. DISCAPACITADOS	1	Lavatorio	2	2	4	
	1	Inodoro	2	4	8	
<b>SEGUNDO NIVEL</b>						<b>58.5</b>
SS.HH. ALUMNOS	1	Lavatorio	4	2	8	
	1	Inodoro	3	4	12	
	1	Urinario	5	2.5	12.5	
SS.HH. ALUMNAS	1	Lavatorio	3	2	6	
	1	Inodoro	5	4	20	
<b>TOTAL</b>						<b>112</b>

Fuente: Propia

#### 5.4.3 Cálculo de ramales

- El planteamiento del diseño establece que los ramales destinados a recibir las descargas provenientes de inodoros deberán contar con un diámetro nominal no menor a 100 mm (4"), en concordancia con lo dispuesto en el inciso d) del numeral 6.2, correspondiente al I.S.010. Además, dichos ramales deberán disponerse con una pendiente mínima del 1%, conforme a lo indicado en el literal c) del mismo apartado.
- En aquellos casos donde se utilicen tuberías con un diámetro menor a 75 mm (3"), se deberá aplicar una pendiente igual o superior al 1.5%, de acuerdo con las especificaciones establecidas en la normativa vigente (RNE I.S.010).
- Adicionalmente, se deberá asegurar que el diámetro de las conducciones horizontales no sea menor que el de los orificios de descarga de los aparatos sanitarios a los que están conectados.

Considerando las condiciones anteriores se tomó en cuenta lo siguiente:

Diámetro de los ramales con respecto a la salida de los Inodoros será 4"	Pendiente de 1%
Diámetro de los ramales con respecto a la salida de lavatorios 2"	Pendiente de 1.5%

#### 5.4.4 Cálculo del diámetro de la red colectora.

Tabla 36 Cálculo del diámetro de la red colectora.

Diámetro del tubo	Cualquier horizontal de desagüe	Montantes de 3 pisos de altura
32 (1 1/4")	1	2
40 (1 1/2")	3	4
50 (2")	6	10
65 (2 1/2")	12	20

75 (3")	20	30
100 (4")	160	240
125 (5")	360	540
150 (6")	620	960
200 (8")	1400	2200

Se determina que, para un total de 112 unidades de descarga equivalentes, el diámetro apropiado tanto para la red colectora horizontal como para la columna de evacuación vertical es de 100 mm (4").

e) 5.4.5 Cálculo de cajas de registro.

*Tabla 37 Cálculo de cajas de registro*

<b>Dimensiones interiores</b>	<b>Diámetro máximo</b>	<b>Profundidad máxima</b>
0.25x0.50 (10"x20")	100 (4")	0.60
0.30x0.60 (12"x24")	150 (6")	0.80
0.45x0.60 (18"x24")	150 (6")	1.00
0.60x0.60 (24"x24")	200 (8")	1.20

*Fuente: NORMA IS.010*

Se establecerá la implementación de cajas de registro con dimensiones de 0.25 m × 0.50 m y una profundidad máxima de 0.60 m, destinadas a las conexiones de la red de alcantarillado que utilizará tuberías de 100 mm (4") de diámetro. Estas medidas se aplicarán de manera uniforme a lo largo del trazado.

## **5.5. DISEÑO DE LA RED DE AGUAS PLUVIALES**

Se realizará mediante canaletas ubicadas en los bordes de las cubiertas, las cuales conducirán el caudal hacia bajantes verticales (montantes). Estos montantes descargarán directamente sobre una red de tuberías colectoras, diseñada para evacuar el agua pluvial hacia la red pública de alcantarillado, garantizando así un adecuado drenaje durante eventos de precipitación.

## **CAPITULO VI**

### **6. INSTALACIONES ELECTRICAS**

#### **6.1. DESCRIPCION DE LAS INSTALACIONES**

El sistema de instalaciones eléctricas del centro educativo se ha diseñado como un sistema trifásico, cumpliendo lo estipulado en la NTP 370.303, y en concordancia por el Código Nacional de Electricidad (MINEM, 2011).

El abastecimiento de energía será gestionado por la empresa concesionaria Electro Sur Este S.A.A., la cual exige el cumplimiento de ciertos requisitos técnicos y documentarios para autorizar la conexión del servicio. Los alimentadores que abastecerán a los diferentes equipos serán instalados en los falsos cielos, utilizando tuberías de PVC en el caso de instalaciones embebidas. Para las instalaciones visibles, como las adosadas o suspendidas, se emplearán tuberías tipo Conduit.

La iluminación en los diferentes ambientes se proyectará conforme a los niveles de intensidad lumínica establecidos en la norma EM.010. El sistema de puesta a tierra será proyectado mediante un enlace equipotencial, cumpliendo con lo establecido en el CNE, el cual señala que “todas las instalaciones eléctricas deberán contar con un sistema de puesta a tierra y enlace equipotencial” (MINEM, 2011)

#### **6.2. CONSIDERACIONES DE DISEÑO**

El sistema de instalaciones eléctricas contempla los siguientes criterios fundamentales:

- Seguridad: Uso de dispositivos de protección como interruptores termomagnéticos y diferenciales.
- Eficiencia Energética: Uso de luminarias LED y sistemas de control automatizado.
- Capacidad de Carga: Dimensionar circuitos considerando la demanda actual y futura.
- Zonificación: Separar los circuitos de iluminación, fuerza y equipos críticos para mayor seguridad.

#### **6.3. PARÁMETROS GENERALES DE CALCULO**

Para el diseño de las instalaciones eléctricas del centro educativo, se consideran los siguientes parámetros generales de cálculo, bajo un sistema de distribución en baja tensión:

Tabla 38 Parámetros generales de calculo

Parámetro	Valor
Tensión de ser visión	230V
Frecuencia	60Hz
Número de fases	Trifásico (3 fases)
Número de polos	3 hilos
Caída de tensión para alimentador TG a TD	2.5%
Caída de tensión del TD al punto más alejado	1.5%
Factor de potencia general	0.8
Coefficiente de resistividad de cobre	0.017535 $\Omega$ *mm <sup>2</sup> /m

Fuente: Elaboración propia

Estos parámetros aseguran una correcta operación del sistema eléctrico, cumpliendo con los márgenes de eficiencia y seguridad establecidos en el CNE.

Tabla 39 Equivalencias entre conductores

EQUIVALENCIAS ENTRE CONDUCTORES		EQUIVALENCIAS ENTRE DUCTOS PVC	
mm <sup>2</sup>	AWG	mm	Pulg
0.5	22	13	5/8
1.25	16	15	1/2
2.5	14	20	3/4
4	12	25	1
6	10	35	1 1/4
10	8	40	1 1/2
16	6	50	2
25	4	75	3
35	2	100	4
50	1		

Fuente: CNE

#### 6.4. CALCULO DE LA DEMANDA

El cálculo de la demanda eléctrica del centro educativo constituye un aspecto fundamental para el adecuado dimensionamiento de los equipos, tableros y demás componentes de la infraestructura eléctrica.

La determinación de la demanda máxima se ha desarrollado conforme al Método 1, establecido en el Artículo 4 de la Norma Técnica EM.010 del Reglamento Nacional de Edificaciones (Ministerio de Vivienda, 2022)

En la siguiente tabla se presenta la estimación de la demanda eléctrica máxima correspondiente al centro educativo I.E. N.º 51076 Santa Anita.

Tabla 40 Cálculo de la demanda máxima

<b>CUADRO DE CARGAS ELECTRICOS</b>						
<i><b>Id</b></i>	<i><b>Descripción</b></i>	<i><b>Cantidad</b></i>	<i><b>Potencia Unitaria (W)</b></i>	<i><b>Potencia instalada (W)</b></i>	<i><b>F.D.</b></i>	<i><b>Máxima Demanda (W)</b></i>
<b>1</b>	<b><i>Aulas</i></b>					
	Luminarias circulares	48	50	2400	0.8	1920
	Tomacorrientes	48	200	9600	0.4	3840
<b>2</b>	<b><i>Ambientes administrativos, SUM, almacén, cocina</i></b>					
	Luminarias circulares	8	50	400	0.8	320
	Tomacorrientes	8	200	1600	0.4	640
<b>3</b>	<b><i>Pasadizos, rampas, accesos</i></b>					
	Luminarias circulares	20	50	1000	0.8	800
<b>4</b>	<b><i>Servicios Higiénicos</i></b>					
	Luminarias circulares	16	50	800	1	800
<b>5</b>	<b><i>Campo deportivo</i></b>					
	Reflectores	8	400	3200	1	3200
<b>6</b>	<b><i>Bomba de agua</i></b>					
	Bomba de 2HP	1	1500	1500	1	1500
A	<b>TOTAL</b>					<b>13020</b>
B	<b>FACTOR DE SIMULTANEIDAD</b>					<b>0.9</b>
	<b>MAXIMA DEMANDA (AXB) WATT</b>					<b>11718.0</b>

*Fuente: Elaboración propia*

Por tanto, la demanda máxima proyectada asciende a 13.02 kW, mientras que la demanda simultánea final se determina en 11.718 kW, valores que serán considerados para el dimensionamiento de la infraestructura eléctrica del centro educativo.

## **6.5. CONSIDERACIONES DE DISEÑO EN INSTALACIONES ESPECIALES**

### **6.5.1 Sistema de protección contra incendios.**

Posee un rol clave en la seguridad del personal docente y alumnado, así como en la protección del edificio y sus contenidos. Su finalidad es identificar de manera temprana la presencia de

humo o fuego, activar alertas que permitan una evacuación ordenada y eficiente, y contribuir al control o supresión del incendio en sus etapas iniciales, reduciendo así el riesgo de expansión.

**a) Extintores Portátiles**

Se ha previsto la ubicación de extintores de tipo ABC (polvo químico seco) a lo largo de los pasillos, con una separación máxima de 20 metros, así como en zonas de mayor exposición al riesgo, como laboratorios, áreas de cocina y salas que albergan servidores. Estos equipos deberán instalarse a una altura que varíe entre 1.20 m y 1.50 m desde el piso terminado. Además, cada extintor contará con una capacidad mínima de 6 kg y será operable fácilmente por el personal capacitado.

**b) Sistema de Detección y Alarma de Incendio**

Se instala en ambientes clave como aulas, oficinas y almacenes. El sistema se integra con sirenas acústicas, con el fin de alertar de manera efectiva a los ocupantes ante la presencia de humo o fuego.

**c) Rutas de Evacuación Seguras**

Se diseña una red de rutas de evacuación con señalización visible y adecuada iluminación de emergencia. En los accesos principales se incorporan puertas con barra antipánico, que facilitan una salida rápida y segura.

La señalética se proyecta con materiales resistentes al humo y con iluminación autónoma que asegure su visibilidad en condiciones de emergencia.

**6.5.2 Sistema de instalación de telecomunicaciones.**

Se proyecta un sistema integral de telecomunicaciones, fundamental para el funcionamiento eficiente de una institución educativa moderna. Dicho sistema permite la integración de servicios como internet, telefonía, redes internas y plataformas de información.

La infraestructura se diseña para garantizar una conectividad estable y continua en todos los espacios del centro educativo, promoviendo el uso de tecnologías modernas en los procesos de enseñanza y gestión. Asimismo, se optimiza la comunicación entre el personal administrativo, docente y de seguridad.

**a) Cableado Estructurado**

Se implementa una arquitectura jerárquica de cableado estructurado, la cual contempla un punto principal de distribución (rack central) y subracks ubicados por nivel.

El diseño considera la separación mínima entre las líneas eléctricas y las de datos, utilizando canaletas independientes para evitar interferencias electromagnéticas.

**b) Distribución de Datos e Internet**

Se prevé la instalación de puntos de red en todas las aulas, innovación pedagógica, oficinas administrativas y áreas comunes.

La red se distribuye mediante canaletas empotradas o visibles, con cubiertas removibles que facilitan futuras labores de mantenimiento. Cada nivel contará con un gabinete de telecomunicaciones intermedio conectado al rack principal, ya sea mediante cableado UTP o fibra óptica.

**c) Equipos y Gabinetes**

Los gabinetes se diseñan con sistemas de ventilación o climatización que previenen el sobrecalentamiento de los equipos.

**d) Cobertura Inalámbrica (Wi-Fi)**

Se prevé la instalación de puntos de acceso inalámbrico (Access Points) en ubicaciones estratégicas como aulas, patios y bibliotecas.

**e) Sistema de Intercomunicación y Telefonía IP**

Se proyecta un sistema digital de intercomunicación entre aulas, oficinas administrativas y puestos de vigilancia. Este sistema podrá integrarse con alarmas o mecanismos de aviso de emergencia, lo cual fortalece la seguridad institucional.

**f) Seguridad y Canalización**

Todo el cableado se instala en bandejas portacables, ductos o canaletas cerradas, de acuerdo con las normas vigentes de seguridad contra incendios.

Las canalizaciones se planifican evitando cruces con sistemas eléctricos o sanitarios.

Se emplean materiales con propiedades ignífugas y resistencia mecánica adecuada para proteger la infraestructura.

**6.5.3 Sistema de instalaciones de accesibilidad**

El diseño accesible en entornos educativos tiene como propósito garantizar la inclusión y el desplazamiento autónomo de todas las personas, especialmente aquellas con discapacidad física, sensorial o movilidad reducida. Este enfoque busca que todos los espacios y servicios del edificio sean utilizables sin limitaciones, eliminando barreras arquitectónicas y cumpliendo con la normativa vigente sobre accesibilidad universal en edificaciones públicas.

**a) Rutas Accesibles**

Se proyectan itinerarios accesibles desde los accesos exteriores hacia el interior de todas las edificaciones.

Las rutas incluyen superficies antideslizantes, pendientes que no superan el 8 % y ausencia de desniveles abruptos.

Se contempla la instalación de señalética visual y táctil que facilite la orientación de personas con discapacidad visual.

**b) Rampas de Acceso**

Presentan un ancho mínimo de 1.20 m, pendientes inferiores al 8 %, superficies antideslizantes y barandas dobles ubicadas a 0.70 m y 0.90 m de altura.

Se disponen descansos intermedios cada 6 metros de recorrido continuo y en los cambios de dirección.

Estas rampas permiten la conexión directa entre accesos principales, patios, zonas administrativas y servicios higiénicos.

**c) Baños Accesibles**

Se diseñan servicios higiénicos accesibles en cada nivel del edificio, próximos a aulas y áreas comunes.

Cada unidad incluye:

- Diámetro libre mínimo de maniobra de 1.50 m.
- Barras de apoyo metálicas fijadas a los muros.
- Lavamanos sin pedestal, de altura reducida, con grifería de palanca o sensor.
- Puertas de al menos 0.80 m de ancho libre, con apertura hacia el exterior.

**d) Puertas y Circulaciones**

Las puertas de ingreso a cada uno de los ambientes cuentan con un ancho igual o superior a 0.90 metros, garantizando el acceso adecuado.

Los corredores principales disponen de un ancho mínimo de 1.50 metros, lo que permite la circulación paralela de una persona en silla de ruedas junto a otra persona.

Se ha diseñado evitando desniveles, escalones u obstrucciones que interfieran con el desplazamiento continuo y seguro.

**e) Señalización Accesible**

La señalización proyectada es visual, táctil y de alto contraste, para ser percibida por usuarios con discapacidad visual o auditiva.

Se integran símbolos universales, textos en braille y, en casos necesarios, señalética sonora o mapas hápticos. Las rutas de evacuación también están adaptadas para personas con discapacidad, asegurando su orientación y salida en situaciones de emergencia.

#### 6.5.4 Sistema de energía renovable y eficiencia energética

Se busca reducir la demanda de energía convencional, fomentar prácticas sostenibles y fortalecer la educación ambiental desde el entorno construido. Este enfoque permite disminuir el consumo eléctrico mediante tecnologías eficientes, integrar fuentes limpias como la energía solar, mejorar el desempeño térmico y lumínico del edificio y servir como recurso didáctico para los estudiantes en temas de sostenibilidad.

##### **a) Selección del Sistema**

Se proyecta la instalación de un sistema solar fotovoltaico ubicado en la cubierta del bloque administrativo.

Se opta por paneles monocristalinos, debido a su alta eficiencia en condiciones de elevada radiación solar, como las del ámbito cusqueño.

El sistema será del tipo interconectado a la red pública (on-grid), operando con un medidor bidireccional para registrar generación y consumo.

##### **b) Criterios de Diseño**

La potencia instalada del sistema se estima entre 3 y 5 kWp, con base en la demanda energética de iluminación exterior, oficinas administrativas y equipos de bajo consumo.

Los paneles se orientan al norte geográfico, con una inclinación de 15° a 20°, para maximizar la captación solar anual.

Los inversores y dispositivos de protección se integran al tablero general de energía del edificio.

##### **c) Iluminación Natural y Artificial**

El diseño incorpora ventanas de gran tamaño equipadas con elementos de control solar pasivo, orientadas principalmente hacia los sectores norte y este, con el objetivo de maximizar el aprovechamiento de la iluminación natural.

En los espacios tanto internos como externos se instalan luminarias LED de alto rendimiento energético.

##### **d) Aislamiento Térmico y Ventilación**

Se seleccionan cubiertas y muros con propiedades térmicas adecuadas para disminuir pérdidas de calor en climas fríos.

La ventilación natural cruzada se favorece mediante una adecuada disposición de vanos, reduciendo así la necesidad de ventilación mecánica.

Las ventanas expuestas a radiación solar directa contarán con dispositivos de protección como aleros, aletas o parasoles arquitectónicos.

#### 6.5.5 Sistema de seguridad y monitoreo

La incorporación de un sistema de seguridad integral en el entorno escolar tiene como finalidad proteger la seguridad física de estudiantes, docentes, personal administrativo y los activos de la institución.

Este sistema también está orientado a disuadir acciones delictivas, controlar accesos no permitidos y gestionar posibles situaciones de riesgo. Para ello, se contempla la vigilancia continua de áreas sensibles, el monitoreo remoto en tiempo real y la capacidad de actuar eficazmente ante emergencias, evacuaciones o eventos imprevistos.

##### **a) Cámaras de Videovigilancia (CCTV)**

Se proyecta la instalación de cámaras de videovigilancia tipo domo o bullet en puntos estratégicos como accesos principales, pasillos, patios, escaleras, aula de innovación pedagógica y áreas perimetrales.

Las cámaras contarán con resolución HD o superior, visión nocturna mediante infrarrojos y tecnología IP para transmisión digital.

##### **b) Centro de Monitoreo**

El centro de control se ubicará en la oficina de vigilancia o en la dirección del plantel, y contará con monitores de visualización continua, sistemas de almacenamiento de datos y respaldo eléctrico.

##### **c) Control de Acceso**

Se instalan cerraduras electromagnéticas o electrónicas en los accesos principales y zonas de ingreso restringido como almacenes y oficinas administrativas.

Todas las entradas y salidas de personal autorizado quedarán registradas, permitiendo su posterior verificación mediante auditorías de movimiento.

## **CAPITULO VII**

### **7. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, METRADOS, ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS, PRESUPUESTO Y PROGRAMACION DE OBRA**

#### **7.1. ESPECIFICACIONES TECNICAS POR ESPECIALIDAD**

Las especificaciones técnicas son documentos que describen detalladamente los materiales, procedimientos, normas de calidad y criterios de ejecución necesarios para llevar a cabo un proyecto de construcción. Acompañan a los planos y al presupuesto, y son parte fundamental del expediente técnico. Así mismo modo se incluye descripción del trabajo a realizar, materiales a utilizar, normas técnicas de referencia, método de ejecución, unidad de medida y criterios de aceptación y control de calidad.

#### **7.2. METRADOS USANDO EL MODELO BIM 3D**

Con el uso de software especializado (como Autodesk Revit), se han modelado todos los componentes arquitectónicos, estructurales y de instalaciones con un nivel de detalle adecuado para la etapa de expediente técnico. A partir de este modelo, se han obtenido los metrados directamente, lo que permite reducir errores por omisiones, duplicidades o incoherencias típicas del levantamiento manual.

Los metrados extraídos del modelo han sido exportados en formatos compatibles con herramientas de presupuesto (Delphin Express), facilitando su integración con el análisis de precios unitarios y la programación de obra.

#### **7.3. ANALISIS DE COSTOS UNITARIOS Y PRESUPUESTO**

##### **7.3.1 Análisis de Costos Unitarios.**

El análisis de costos unitarios consiste en la descomposición detallada de cada partida del proyecto, con el fin de determinar su costo por unidad de medida. Este proceso permite establecer con precisión el presupuesto total de la obra, considerando todos los recursos necesarios para su ejecución.

Los análisis han sido elaborados utilizando el software especializado Delphin Express, garantizando uniformidad en la metodología de cálculo y coherencia en los rendimientos, precios y fórmulas. Se ha empleado información actualizada de precios de mercado, listas de insumos locales y rendimientos de mano de obra basados en normativa técnica y experiencia previa.

### **7.3.2 Determinación costo hora hombre**

Para este proyecto, se han considerado las categorías laborales definidas por el régimen de construcción civil vigente, tales como peón, oficial, operario, maestro de obra y entre otros. La base salarial se ha tomado según las últimas tablas salariales aprobadas por la Municipalidad Provincial de La Convención y el régimen de Construcción Civil del Perú.

El costo hora-hombre se ha calculado aplicando la siguiente fórmula: Costo Hora-Hombre = (Remuneración Mensual + Beneficios Sociales + Aportes Patronales) / Horas Mensuales Efectivas

Se ha considerado una jornada laboral de 8 horas diarias y un promedio de 26 días laborales al mes, lo cual da un total de 208 horas mensuales. Esta base permite obtener un valor por hora que luego se multiplica por el número de horas estimadas según el rendimiento de cada partida constructiva.

### **7.3.3 Análisis de gastos generales, Supervisión y Liquidación.**

Los gastos generales, la supervisión y la liquidación de obra constituyen componentes fundamentales dentro del presupuesto total del proyecto, ya que permiten garantizar el correcto funcionamiento, control y cierre administrativo de la ejecución de la obra.

En conjunto, estos componentes aseguran la gestión técnica, administrativa y económica del proyecto desde su inicio hasta su finalización, siendo claves para su cumplimiento eficiente, seguro y conforme a norma.

### **7.3.4 Presupuesto**

El presupuesto integral del proyecto incluye los costos directos (mano de obra, materiales y equipos) y los costos indirectos (gastos generales, supervisión, liquidación y utilidad). Está organizado por especialidades: arquitectura, estructura, instalaciones sanitarias, eléctricas y otros componentes.

Se utilizó el software Delphin Express, enlazando los metrados extraídos del modelo BIM con los análisis de precios unitarios, lo que permitió generar el presupuesto detallado, resumen general, fórmulas polinómicas, cronograma valorizado y curva S.

### **7.3.5 Relación de Insumos del Proyecto.**

Cada insumo ha sido codificado y clasificado por tipo (material, mano de obra o equipo), detallando su unidad de medida, cantidad total requerida, precio unitario y costo parcial. Esta

relación permite una correcta planificación de adquisiciones, control de recursos y programación de obra.

### 7.3.6 Fórmula Polinómica

S refiere al mecanismo utilizado para ajustar el costo de la obra en función de la variación de precios durante su ejecución. Esta permite mantener el equilibrio económico del contrato, compensando los incrementos o disminuciones en los costos de los insumos principales.

Para este proyecto, la fórmula ha sido estructurada considerando los insumos más representativos: materiales, mano de obra, equipos, combustible y gastos generales, asignándoles coeficientes de participación según su peso relativo en el presupuesto.

La fórmula adoptada es la siguiente:

$$F = a + b(M_1/M_0) + c(MO_1/MO_0) + d(E_1/E_0) + \dots$$

Donde:

- F = Factor de reajuste
- a, b, c, d... = Coeficientes de participación (suma total igual a 1)
- M<sub>0</sub>, MO<sub>0</sub>, E<sub>0</sub>... = Índices base de precios al momento del presupuesto
- M<sub>1</sub>, MO<sub>1</sub>, E<sub>1</sub>... = Índices actualizados al mes de valorización

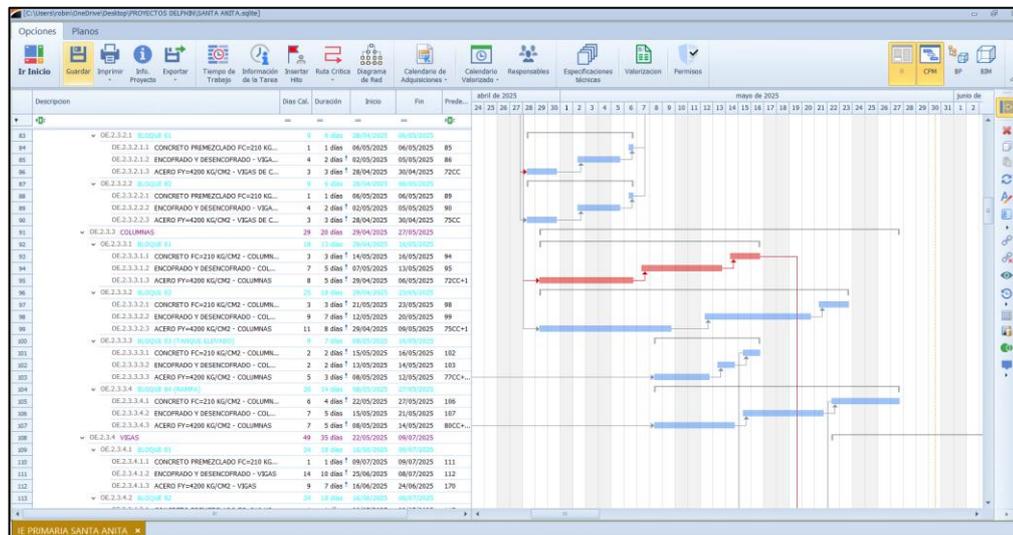
## 7.4. PROGRAMACIÓN DE OBRA

### 7.4.1 Diagrama GANTT

Como una herramienta gráfica utilizada para la planificación y seguimiento de las actividades del proyecto. Permite visualizar de forma clara la secuencia, duración y solapamiento de las tareas desde el inicio hasta la culminación de la obra. Así mismo facilita la coordinación entre los distintos equipos de trabajo, la identificación de actividades críticas y la gestión eficiente de los recursos, contribuyendo al cumplimiento de los plazos establecidos.

Para este proyecto, se ha elaborado el diagrama de Gantt considerando las principales actividades constructivas, incluyendo la preparación del terreno, construcción de estructuras, instalaciones y acabados. Cada actividad está asignada a un período específico en el tiempo, con fechas de inicio y fin definidas.

Ilustración 112 Diagrama de gant en Delphin Express



Fuente: Elaboración propia

#### 7.4.2 Diagrama PERT-CPM

Este método combina el PERT (Program Evaluation and Review Technique), maneja tiempos probabilísticos, y el CPM (Critical Path Method), calcula la ruta crítica para determinar el plazo mínimo del proyecto.

En este proyecto, se utilizó el diagrama PERT-CPM para identificar las actividades críticas que afectan el tiempo total de ejecución, optimizar la programación y asignar recursos de manera eficiente.

#### 7.4.3 Cronograma de adquisición de insumos

El cronograma de adquisición de insumos establece las fechas previstas para la compra y entrega de los materiales, equipos y recursos necesarios para la ejecución del proyecto. Su adecuada planificación garantiza la disponibilidad oportuna de los insumos, evitando retrasos en las actividades constructivas. Su seguimiento permite optimizar la gestión logística y financiera del proyecto, asegurando que los recursos estén disponibles en el momento preciso para mantener el ritmo de ejecución planificado.

Este cronograma se ha elaborado en función del avance programado de las obras y las necesidades específicas de cada etapa, considerando tiempos de compra, transporte y almacenamiento.

#### 7.4.4 Cronograma Valorizado de Obra Mensual

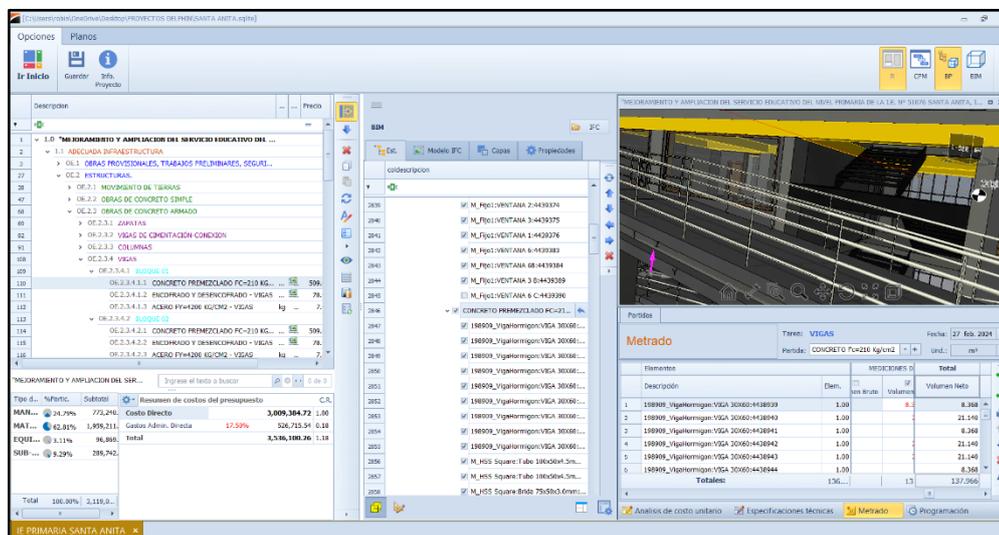
El cronograma valorizado de obra mensual presenta la distribución financiera de los costos del proyecto de acuerdo con el avance físico programado para cada mes. Este instrumento permite controlar y gestionar los desembolsos, facilitando la evaluación del progreso económico y físico durante la ejecución.

Su elaboración se basa en los metrados y el presupuesto aprobado, vinculados a las actividades planificadas en el cronograma general, asegurando una adecuada planificación financiera.

#### 7.4.5 CURVA “S”.

La curva “S” es una representación gráfica que muestra la acumulación progresiva del avance físico y financiero del proyecto a lo largo del tiempo. Su forma característica en “S” refleja el inicio lento, el crecimiento acelerado y la finalización gradual de las actividades. Esta herramienta permite monitorear el ritmo de ejecución, comparar el avance real versus el programado y detectar desviaciones para tomar decisiones oportunas.

Ilustración 113 Extracción de metrados de IFC a Delphin Express



Fuente: Elaboración propia

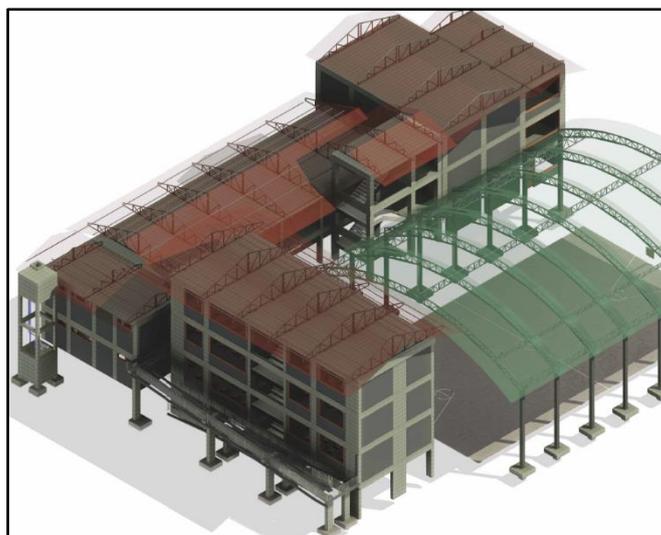
## CAPITULO VIII

### 8. IMPLEMENTACIÓN BIM

#### 8.1. GENERALIDADES

La metodología BIM (Building Information Modeling) se establece como un enfoque integral que articula procesos, tecnologías y herramientas digitales orientadas a la generación de información técnica estructurada. Dicha información es comprensible tanto para los profesionales involucrados como para sistemas informáticos, permitiendo una representación coherente y multidimensional del proyecto a lo largo de su ciclo de vida (Eastman, 2011). Esta metodología no solo centraliza los datos del diseño arquitectónico, estructural y de instalaciones, sino que también abarca aspectos funcionales, constructivos, operativos y de mantenimiento.

*Ilustración 114 Trabajo colaborativa de las diferentes especialidades.*



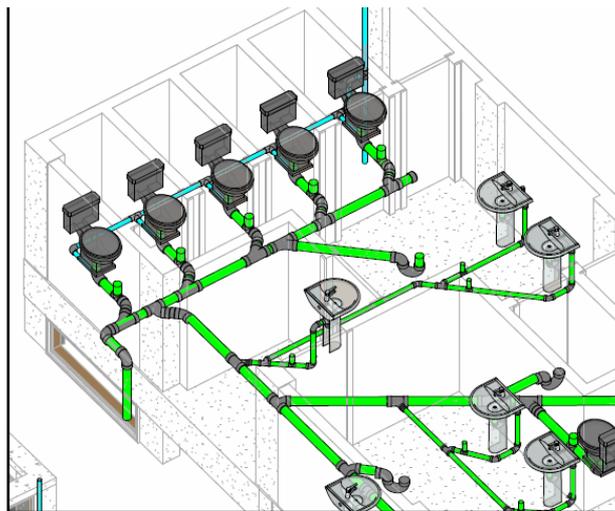
*Fuente: Elaboración propia.*

El uso de BIM ha demostrado ser un recurso clave para mejorar la calidad de las decisiones en cada fase del proyecto, desde su concepción hasta la gestión operativa final, promoviendo una visión holística de la infraestructura y su comportamiento a largo plazo.

El modelado BIM consiste en la creación de un modelo digital paramétrico, generado mediante software especializado, que integra información técnica relevante y detallada de todas las disciplinas del proyecto. Este modelo inteligente permite simular con precisión las etapas de diseño, planificación, ejecución y operación, facilitando su consulta y actualización conforme a las necesidades específicas de los distintos agentes intervinientes (Ashar, Hein y Sketo, 2008).

Una de las características más destacables del entorno BIM es su capacidad de enriquecimiento progresivo. A medida que los actores del proyecto (como proyectistas, ingenieros, constructores y operadores) interactúan con el modelo, este se actualiza y se ajusta a las condiciones reales del desarrollo del proyecto. Esta retroalimentación continua garantiza la coherencia de la información y reduce significativamente la pérdida de datos entre etapas.

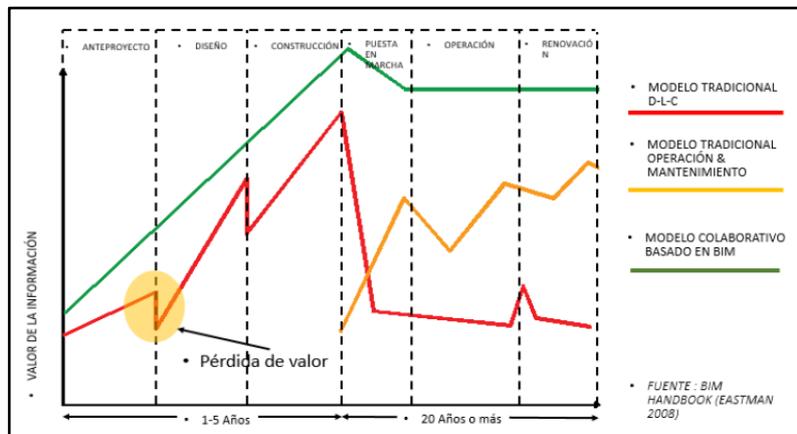
*Ilustración 115 Modelo digital paramétrico en instalaciones sanitarias*



*Fuente: Elaboración propia.*

Por el contrario, los métodos convencionales de gestión de proyectos presentan un enfoque fragmentado, donde cada especialidad trabaja de manera aislada. Esta desconexión produce redundancias, errores por retrabajo y omisiones de información crucial para una ejecución eficiente (Eastman, 2011)

*Ilustración 116 Valor de la información a lo largo del ciclo de vida de un proyecto*



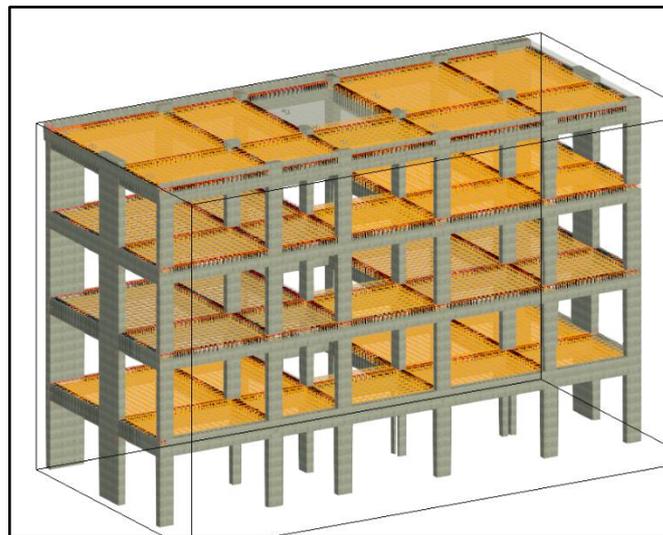
*Fuente: Eastman, 2008.*

El gráfico representa la evolución del valor de la información a lo largo del ciclo de vida de un proyecto, comparando tres enfoques: el modelo tradicional de diseño y construcción (D+LC), el tradicional de operación y mantenimiento, y el enfoque colaborativo basado en BIM.

En los métodos convencionales, gran parte de la información generada en las fases iniciales se pierde al ser transferida entre etapas, lo que limita su utilidad durante la construcción y operación. En contraste, la metodología BIM permite conservar y enriquecer la información mediante un modelo digital integrado, asegurando su continuidad desde el diseño hasta la renovación.

El modelo tradicional de operación intenta recuperar datos, pero de forma fragmentada e ineficiente. En cambio, BIM optimiza la gestión de la información, reduciendo pérdidas y mejorando la toma de decisiones a lo largo del ciclo de vida del activo.

*Ilustración 117 Modelamiento estructural en REVIT ESTRUCTURE.*



*Fuente: Elaboración propia*

*Tabla 41 Ventajas de la metodología BIM*

Aspecto Evaluado	Descripción Técnica
<b><i>Optimización de la eficiencia</i></b>	La metodología BIM posibilita una gestión integrada y precisa de la información técnica del proyecto. Esta centralización de datos permite controlar con mayor exactitud los recursos, cronogramas y presupuestos. Además, la disponibilidad de información en tiempo real respalda decisiones estratégicas a lo largo de todas las fases del ciclo de vida del activo.
<b><i>Mejora en la calidad del producto final</i></b>	El entorno digital colaborativo que ofrece BIM permite detectar discrepancias o conflictos en etapas tempranas, favoreciendo una corrección anticipada. Esto garantiza una mayor correspondencia entre el diseño previsto, la ejecución constructiva y los estándares de

	calidad, contribuyendo a la obtención de resultados técnicamente superiores.
<b><i>Fortalecimiento del trabajo colaborativo</i></b>	BIM promueve la interoperabilidad mediante protocolos definidos y estructuras de información estandarizadas. Esta base normativa mejora la interacción entre los diversos especialistas del proyecto, asegurando una coordinación eficiente y una integración coherente del conocimiento multidisciplinario en el desarrollo del diseño y ejecución.

*Fuente: Elaboración propia*

*Ilustración 118 Modelamiento arquitectónico en REVIT ARCHITECTURE*



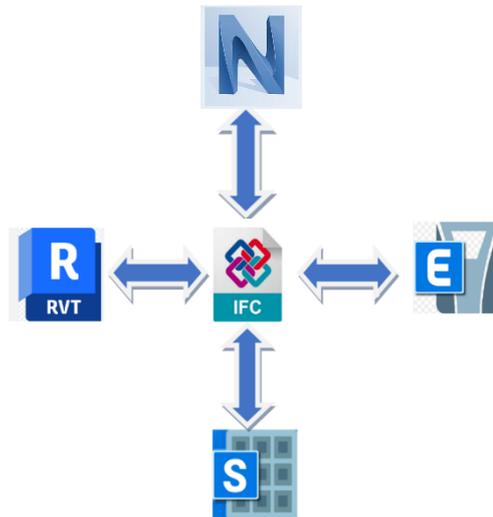
*Fuente: Elaboración propia*

## **8.2. INTEROPERABILIDAD.**

Se entiende como la capacidad que tienen dos o más sistemas o componentes digitales para intercambiar datos de forma confiable y utilizarlos eficazmente en tareas específicas del desarrollo del proyecto ( (Moreno, 2018)

Se permite la transferencia automatizada de información entre diversas plataformas de software, evitando la pérdida de datos y reduciendo la necesidad de introducir información manualmente. De esta manera, se facilita el cumplimiento de objetivos específicos como la coordinación interdisciplinaria, el análisis estructural, la elaboración de presupuestos y la integración entre software de modelado y análisis estructural (por ejemplo, Revit con Etabs).

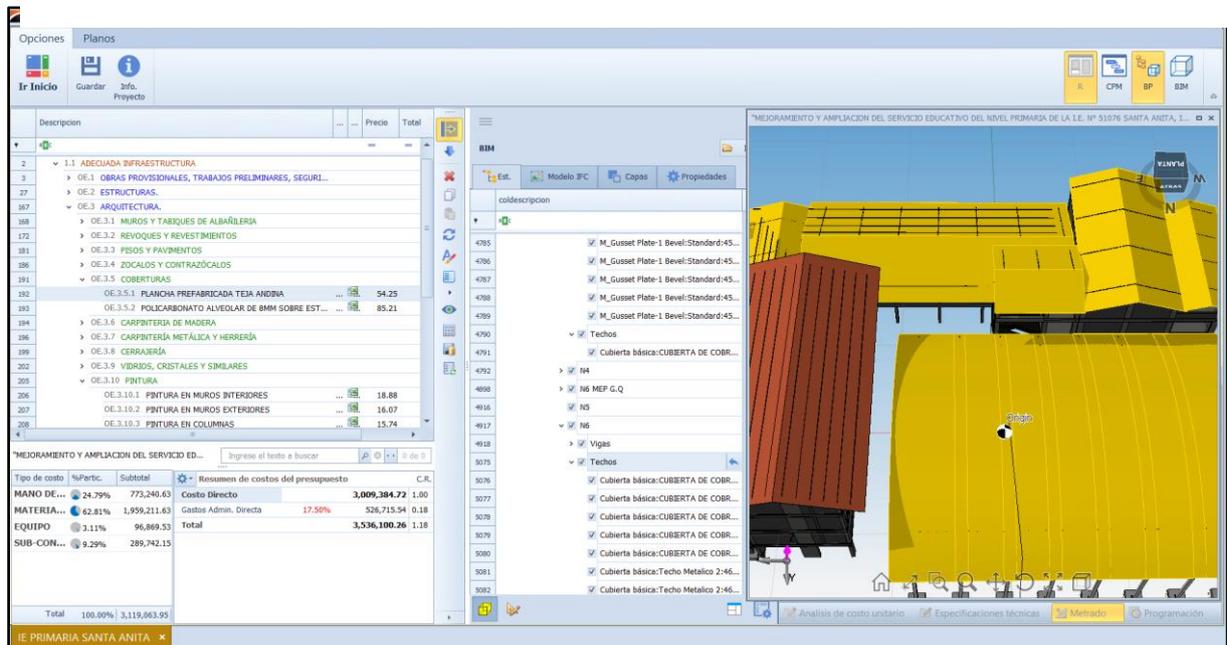
Ilustración 119 Interoperabilidad en el modelamiento BIM



Fuente: Elaboración propia

- Coordinación de modelos provenientes de diferentes plataformas mediante formatos abiertos como IFC, que permiten la compatibilidad entre herramientas BIM desarrolladas por distintas compañías.
- Vinculación entre software de modelado y estimación de costos y programación de obra (por ejemplo, Revit con Delphin Express).

Ilustración 120 Interoperabilidad entre REVIT y DELPHIN EXPRESS BIM 360



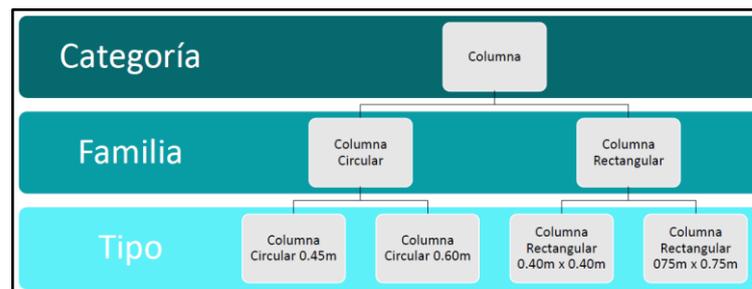
Fuente: Elaboración propia

En términos generales, la interoperabilidad permite optimizar los procesos de diseño y ejecución, reduciendo el tiempo y esfuerzo asociados a la transferencia manual de datos, lo que contribuye a mejorar la productividad y la coordinación global del proyecto.

### 8.3. ESTANDARIZACION BIM

Un modelo BIM puede conceptualizarse como una base de datos estructurada que se articula con una representación tridimensional del proyecto constructivo. En este sentido, su principal fortaleza no radica únicamente en la visualización gráfica, sino en la calidad y organización de la información incorporada. Para que esta información pueda ser gestionada, analizada y reutilizada de manera efectiva a lo largo del ciclo de vida del proyecto, resulta indispensable que el modelo esté normalizado bajo criterios estandarizados de parametrización, nomenclatura y modelado.

*Ilustración 121 Nomenclatura y parametrización de elementos.*



*Fuente: Elaboración propia*

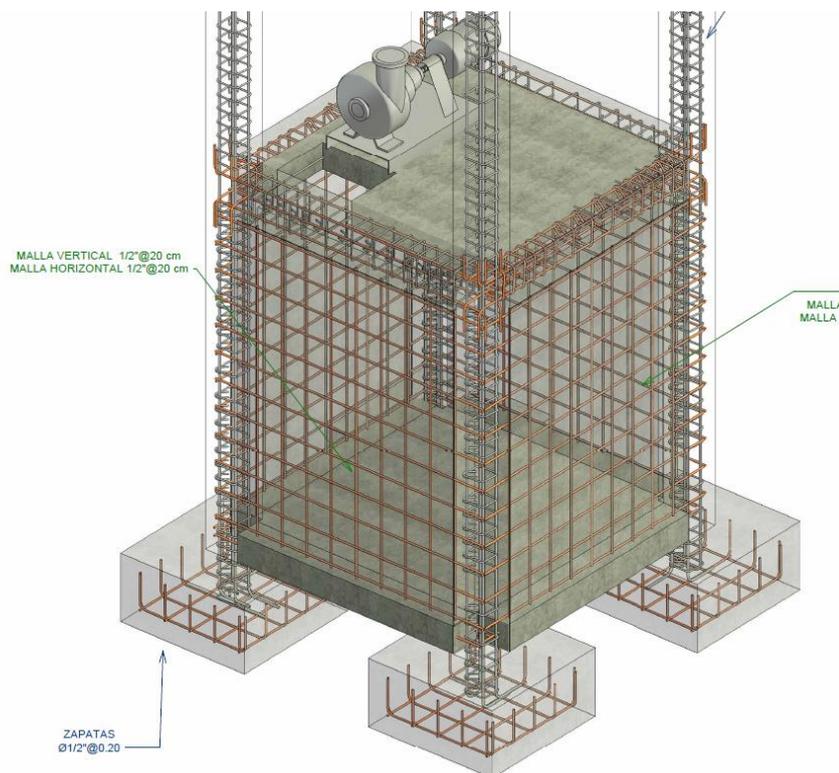
*Tabla 42 Importancia del modelado BIM estandarizado*

Aspecto	Descripción Técnica	Importancia para el Proyecto
<b><i>Parametrización adecuada</i></b>	Todos los objetos del modelo deben incorporar atributos definidos, asegurando así su correcta clasificación y manipulación.	Facilita la extracción de datos precisos, como filtrado o extracción de metrados, reduciendo errores y omisiones.
<b><i>Modelado conforme al uso previsto</i></b>	La geometría y propiedades de los elementos deben adaptarse al objetivo funcional del modelo (ej. medición, planificación, coordinación), siguiendo criterios claros.	Optimiza el rendimiento del modelo en usos específicos (BIM 4D, metrados, etc.) y mejora la eficacia en etapas posteriores.

<b><i>Integridad y completitud del modelo</i></b>	El modelo debe incluir todos los elementos constructivos relevantes, evitando omisiones que afecten su análisis, simulación o coordinación.	Asegura que el modelo sea confiable para la toma de decisiones técnicas y operativas durante el ciclo de vida del proyecto.
---	---	---

*Fuente: Elaboración propia*

*Ilustración 122 Modelamiento estructural con elementos en acero parametrizado.*



*Fuente: Elaboración propia*

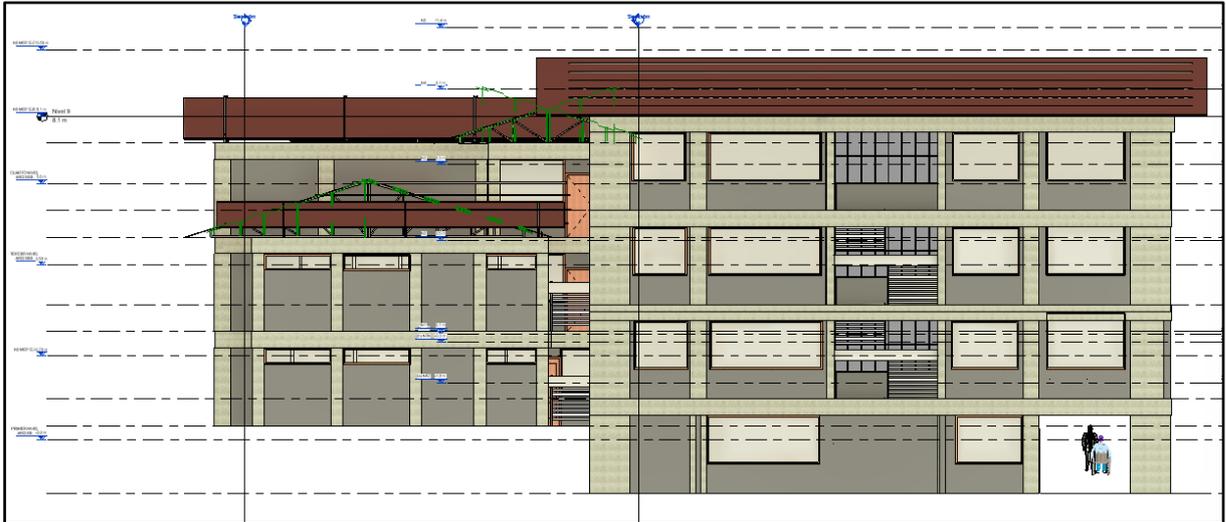
## **8.4. DESARROLLO DEL PROYECTO BIM**

### **8.4.1 ARQUITECTURA CON REVIT**

La coherencia y automatización del diseño, su capacidad para gestionar componentes paramétricos ha facilitado la elaboración de plantas, elevaciones, cortes y detalles constructivos de manera coherente y automática, lo que reduce significativamente los errores derivados de la modificación de planos en 2D.

Mayor precisión en la documentación técnica. Los planos generados a partir del modelo contienen información constructiva confiable, lo que mejora la calidad de la entrega y reduce los tiempos requeridos para la producción de planos

*Ilustración 123 Detalles de modelamiento en Arquitectura (Vista en corte)*



*Fuente: Elaboración propia*

Visualización y análisis anticipado de los espacios, gracias al entorno tridimensional de Revit, es posible evaluar de forma temprana la funcionalidad del diseño arquitectónico, la relación entre ambientes, la iluminación natural, la ventilación y la accesibilidad. En proyectos educativos, esta capacidad permite asegurar el cumplimiento de estándares pedagógicos y de confort, esenciales para el aprendizaje.

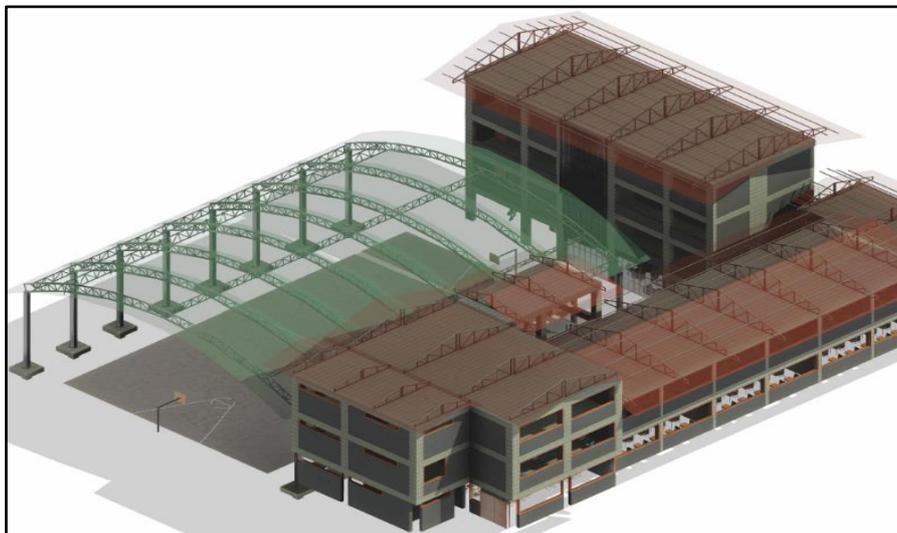
Toma de decisiones más informada y eficiente, ya que permite extraer métricas, áreas y cantidades de manera automática. Esta información es de gran utilidad para la elaboración de presupuestos, cronogramas y evaluaciones técnicas, brindando una base sólida para la gestión del proyecto.

#### 8.4.2 ESTRUCTURAS CON REVIT

Dentro de las ventajas del uso de Revit en el modelado estructural, se destacan diversos beneficios que contribuyen significativamente al desarrollo eficiente, preciso y coordinado del

proyecto. Estas ventajas permiten optimizar los procesos de diseño, mejorar la calidad constructiva y asegurar el cumplimiento normativo, como se detalla a continuación:

*Ilustración 124 Modelamiento estructural de la I. E.*

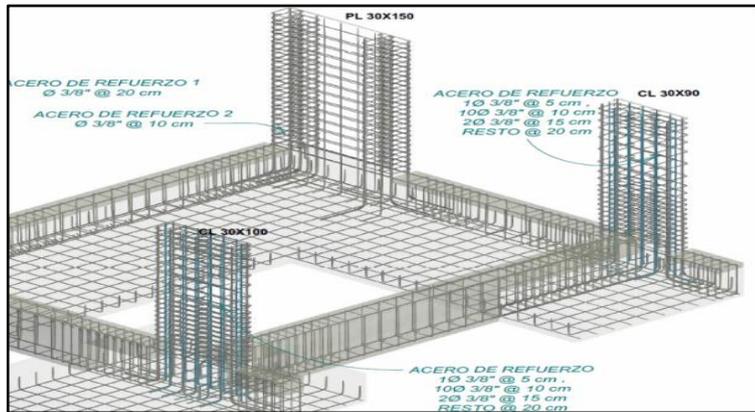


*Fuente: Elaboración propia*

- a) **Mejor coordinación interdisciplinaria:** El trabajo colaborativo entre disciplinas se ve fortalecido, ya que Revit permite detectar interferencias entre elementos estructurales y componentes de instalaciones (clash detection).
- b) **Reducción de retrabajos y errores en obra:** Al contar con una representación digital precisa, se minimizan los imprevistos durante la ejecución, mejorando la calidad y control del proyecto.
- c) **Cumplimiento normativo facilitado:** Al modelar con parámetros normativos desde el inicio (por ejemplo, exigencias sismorresistentes según la Norma Técnica E.030), se asegura el cumplimiento de las disposiciones del Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE).
- d) **Apoyo a la sostenibilidad y gestión del ciclo de vida:** La información del modelo estructural puede ser usada no solo para construir, sino también para planificar el mantenimiento, refuerzos y posibles ampliaciones futuras.
- e) **Coordinación eficiente con el diseño arquitectónico:** Asegurando que todos los elementos estructurales estén alineados correctamente con el diseño de los espacios educativos,

El modelo 3D creado en Revit facilita la coordinación entre las columnas, vigas y muros de corte con el diseño de aulas, pasillos y patios.

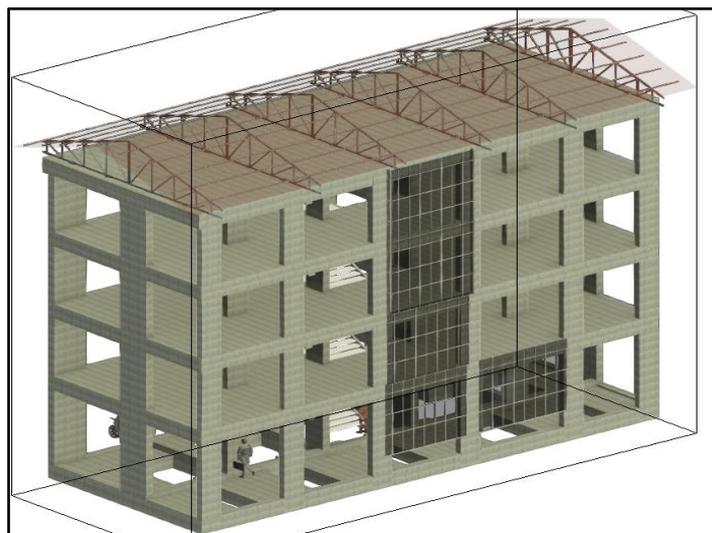
*Ilustración 125 Detalle de acero*



*Fuente: Elaboración propia*

Permite extraer automáticamente las cantidades de materiales necesarios para la construcción, como concreto, acero y encofrados, lo que resulta en una estimación precisa de los costos de los materiales y los tiempos de obra. Se utilizaron familias paramétricas de elementos estructurales (columnas, vigas, losas) para generar los metrados automáticamente, lo que facilitó la elaboración de presupuestos.

*Ilustración 126 Modelamiento de elementos estructurales horizontales y verticales*



*Fuente: Elaboración propia*

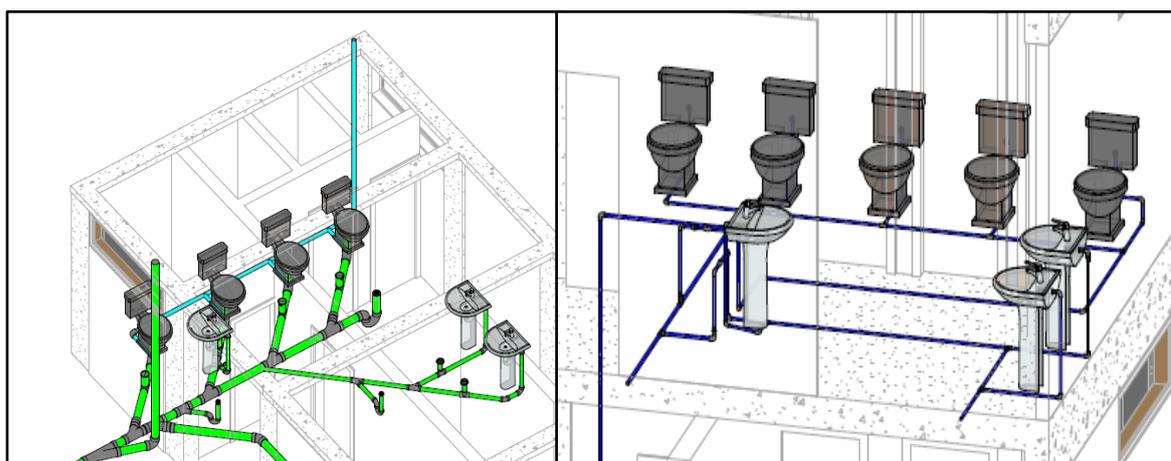
### 8.4.3 INSTALACIONES SANITARIAS CON REVIT

El uso de Revit en el diseño de las instalaciones sanitarias ofrece múltiples beneficios que optimizan el desarrollo del proyecto, garantizan el cumplimiento normativo y mejoran la coordinación interdisciplinaria.

Entre las principales ventajas se encuentran:

- a) **Distribución eficiente de las redes sanitarias:** Las tuberías de agua potable y desagüe se modelaron en función de la distribución arquitectónica, considerando las necesidades de agua potable para aulas, servicios sanitarios y zonas comunes.
- b) **Cumplimiento de la normativa sanitaria:** Las instalaciones se diseñaron de acuerdo con las Normas Técnicas de Saneamiento del Perú y el RNE, asegurando que las redes de drenaje y alcantarillado cumplieran con los requerimientos de evacuación y tratamiento de aguas residuales.
- c) **Simulación del flujo hidráulico:** Utilizando el modelo de Revit, se realizaron simulaciones de las redes hidráulicas para verificar el flujo y la presión en las tuberías, asegurando un funcionamiento óptimo del sistema.
- d) **Coordinación con otras disciplinas:** La coordinación con el modelo arquitectónico y estructural permitió resolver posibles conflictos con las instalaciones eléctricas o las vigas de soporte, optimizando los espacios y garantizando una construcción sin interferencias.

*Ilustración 127 Modelamiento de instalaciones Sanitarias*



*Fuente: Elaboración propia*

#### 8.4.4 INSTALACIONES ELÉCTRICAS CON REVIT

Aspecto Técnico	Descripción Académica Mejorada
<b>Redes eléctricas seguras y funcionales</b>	Modelado detallado de los sistemas de iluminación, tomacorrientes, fuerza y servicios especiales (voz/datos, alarmas, etc.), conforme a normativas de seguridad y accesibilidad escolar.
<b>Zonificación de tableros eléctricos</b>	Distribución seccional de tableros por niveles y zonas del colegio para una gestión eficiente de cargas, facilitando mantenimiento y optimizando la protección por circuitos.
<b>Ubicación estratégica de luminarias y tomas</b>	Diseño basado en criterios de confort visual, funcionalidad del espacio y tipo de uso, garantizando cobertura adecuada en aulas, oficinas y espacios comunes.
<b>Modelado 3D de canalizaciones eléctricas</b>	Trazado tridimensional de bandejas, tuberías y canaletas, anticipando interferencias con otras disciplinas (estructuras, sanitarias), para una instalación eficiente y sin conflictos.

*Ilustración 128 Modelado de instalaciones eléctricas en REVIT*



*Fuente: Elaboración propia*

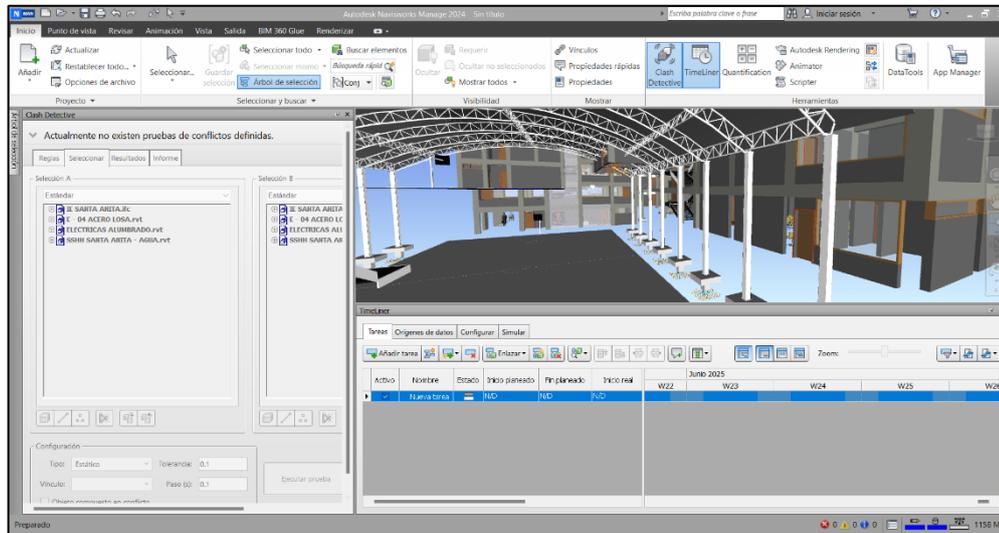
### 8.5. ANALISIS DE INTERFERENCIAS CON NAVISWORKS

#### 8.5.1 DETECCIÓN DE INTERFERENCIAS (CLASH DETECTION)

La detección de interferencias es una función clave en la metodología BIM, ya que permite identificar conflictos entre elementos de distintas especialidades antes de la ejecución en obra, reduciendo errores, sobrecostos y retrasos.

Autodesk Navisworks integra modelos tridimensionales de diversas disciplinas en un entorno común, facilitando su revisión coordinada. Su herramienta de detección automática de colisiones geométricas permite ubicar conflictos con precisión.

Ilustración 129 Detección de interferencia con Navisworks

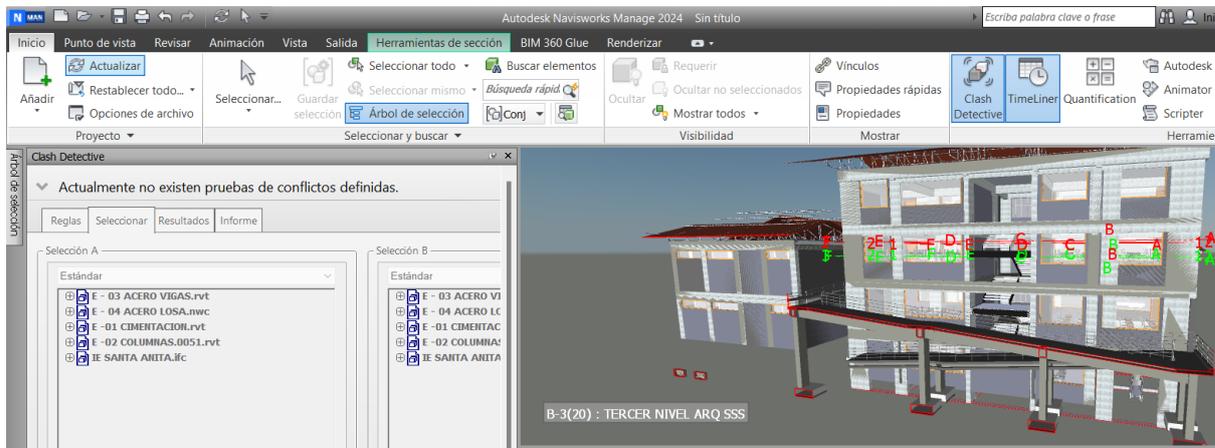


Fuente: Elaboración propia

Entre las ventajas principales tenemos la fusión de modelos multidisciplinarios tridimensionales provenientes de distintas disciplinas (arquitectura, estructuras, instalaciones sanitarias y eléctricas) exportados desde Revit, centralizando la información en un entorno común para su análisis coordinado y la identificación automatizada de colisiones a través del módulo Clash Detective, la plataforma permite detectar de forma precisa interferencias geométricas entre componentes de distintas especialidades, priorizando su resolución para evitar inconsistencias en obra.

Aspecto Evaluado	Descripción Técnica
<b>Cruces entre instalaciones eléctricas y elementos estructurales</b>	Se identificaron interferencias entre canalizaciones eléctricas y componentes de concreto armado, como vigas y columnas, permitiendo ajustes sin afectar la estructura.
<b>Conflictos entre redes sanitarias y muros portantes</b>	Se detectaron incompatibilidades en el trazado de tuberías sanitarias con muros estructurales, lo que permitió rediseñar trayectorias sin comprometer la integridad del sistema portante.
<b>Verificación de espacios en cielos rasos</b>	Se validó el espacio disponible para alojar elementos como ductos de ventilación, bandejas eléctricas y redes hidráulicas, asegurando su instalación sin colisiones.
<b>Apoyo en la coordinación interdisciplinaria</b>	La visualización tridimensional de interferencias facilitó la revisión conjunta entre especialidades, optimizando las decisiones técnicas en reuniones de coordinación.

### Ilustración 130 Clash detective en Navisworks



Fuente: Elaboración propia

## 8.7 BIM 5D

El concepto de BIM 5D hace referencia a la integración del modelo tridimensional (3D) con las dimensiones del tiempo (4D) y los costos (5D). Esta vinculación permite una gestión financiera precisa y actualizada del proyecto, al asociar cada elemento modelado con sus correspondientes cantidades y precios unitarios.

Se ofrece una herramienta estratégica para garantizar un control presupuestal efectivo, la información del modelo se convierte en la base para la generación automática de metrados y presupuestos detallados, lo que permite realizar ajustes en tiempo real conforme se modifica el diseño.

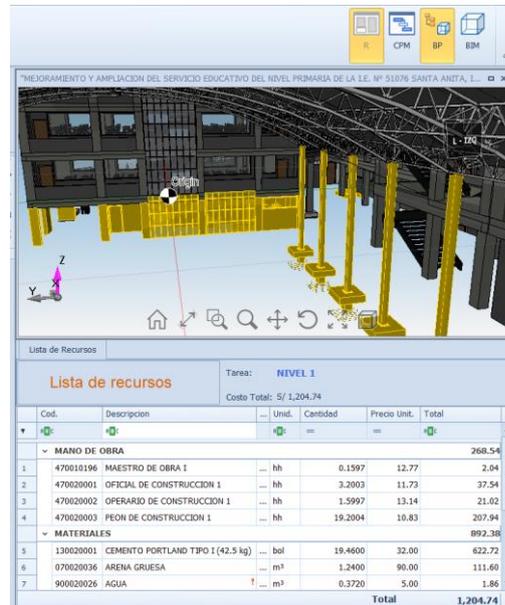
Como principales objetivos del BIM 5D es automatizar el metrado y la valorización de partidas, evitando errores manuales. Así mismo controlar los costos en tiempo real a medida que evoluciona el diseño o la construcción y vincular cronograma y presupuesto para tener una visión integral del proyecto.

### Ventajas de aplicar BIM 5D en el proyecto

- Extracción automática de cantidades: A partir del modelo Revit, se obtienen metrados precisos de volúmenes de concreto, áreas de muros, longitudes de tuberías, entre otros.
- Integración con software de presupuesto: Se puede vincular Revit con herramientas como Autodesk Quantity Takeoff, Excel, o Delphin Express para calcular el presupuesto base.
- Actualización dinámica del costo: Cualquier modificación en el diseño (por ejemplo, cambiar un tipo de losa o longitud de muro) se refleja automáticamente en el presupuesto.
- Control de avances valorizados: Vinculado al tiempo (4D), se pueden generar curvas S de avance físico y financiero, comparando el plan con lo ejecutado.

- Visualización de costos por elemento: En el modelo 3D se pueden aplicar colores o etiquetas que representen los valores de cada partida, facilitando el análisis visual.

*Ilustración 131 Generación de costos a partir del modelo IFC.*



*Fuente: Elaboración propia*

<b>Tarea</b>	<b>Descripción</b>
Elaboración del presupuesto desde BIM	Garantizar que las cantidades utilizadas para el cálculo de costos coincidan con el diseño modelado.
Uso de Delphin Express para metrados	Procesar los datos exportados desde Revit, facilitando la conexión entre el modelo y la valoración.
Seguimiento de costos por fases	Monitorear los gastos en cimentaciones, estructura, acabados e instalaciones para evitar sobrecostos.
Detección de partidas con mayor costo	Identificar elementos que representan un mayor gasto (como concreto armado y acabados) para mejorar la eficiencia del diseño.

Ilustración 132 Procesamiento de datos Revit – Delphin Express

The screenshot displays the Delphin Express software interface. On the left, a tree view shows a project structure with categories like 'MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO EDUCATIVO DEL ...'. The main area features a 3D model of a building with yellow columns and a grey floor. On the right, a 'Metrado' (Measurement) window is open, showing a table of elements and their volumes.

Elementos		MEDICIONES DE VOLUMEN		Total
Descripcion	Elem.	Volu	Area Superf. Estima	
1. M_Fibr rectangular:25x45-4437877	1,00			1,000
2. M_Fibr rectangular:25x45-4437878	1,00			
3. M_Fibr rectangular:25x45-4437879	1,00			
4. M_Fibr rectangular:25x45-4437880	1,00			
5. M_Fibr rectangular:25x45-4437881	1,00			
6. M_Fibr rectangular:25x45-4437882	1,00			
<b>Totales:</b>	<b>59,000</b>			<b>1,000</b>

Below the table, a summary of the project is shown:

Tipo E...	%Partic.	Subtotal	Resumen de costos del presupuesto	C.A.
MAN...	24,79%	773,240	3,009,394.72	1,00
MAT...	62,81%	1,299,211	526,723.54	6,18
EQUIT...	3,11%	96,809		
SUB...	9,29%	289,742	3,536,108.26	1,18
<b>Total</b>	<b>100,00%</b>	<b>3,119,0...</b>		

Fuente: Elaboración propia

## CAPITULO IX

### 9. CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES

#### 9.1 CONCLUSIONES

Con la incorporación de la metodología BIM mejora en la planificación y ejecución del proyecto: en el diseño y ejecución de instituciones educativas a nivel primario permite una planificación más estructurada y eficiente. Mediante la visualización tridimensional del proyecto y el análisis de interferencias (clash detection), se optimiza la coordinación entre especialidades como arquitectura, estructuras e instalaciones. Esto contribuye a minimizar los errores en obra, reducir sobrecostos y evitar retrasos durante la etapa constructiva.

BIM posibilita la eficiencia en el uso de recursos, una gestión más racional de los recursos técnicos y económicos del proyecto. A través de la vinculación entre el modelo digital y la información cuantitativa, se mejora el control de materiales, la planificación de mano de obra y la administración de los costos. Las simulaciones permiten ajustar presupuestos con mayor precisión y prever escenarios críticos antes de su ejecución.

Contribuye a la sostenibilidad y eficiencia energética permitiendo realizar análisis de desempeño energético desde las etapas tempranas del diseño. Esto facilita la toma de decisiones orientadas a la sostenibilidad, como la selección de materiales de bajo impacto ambiental, el aprovechamiento de la iluminación natural y la reducción del consumo energético, aspectos fundamentales en edificaciones destinadas al uso educativo.

Promueve un entorno colaborativo que integra a todos los actores del proyecto (diseñadores, ingenieros, contratistas, gestores y autoridades educativas). Este flujo de información estructurado y centralizado favorece la toma de decisiones consensuadas, mejora la trazabilidad de los cambios y reduce las inconsistencias en el desarrollo del proyecto.

La adopción de BIM en regiones como Cusco presenta desafíos significativos. Entre ellos, se destacan la escasa capacitación técnica del personal, las limitaciones en infraestructura informática, y los elevados costos iniciales asociados a la implementación. Estos factores limitan especialmente a instituciones educativas pequeñas o con recursos restringidos para incorporar esta tecnología de manera integral.

Representa una inversión considerable al inicio, su aplicación ofrece ventajas sostenibles a largo plazo. Mejora la calidad de la infraestructura educativa, facilita el mantenimiento

predictivo y correctivo, y permite una gestión más eficiente durante todo el ciclo de vida del edificio, lo que se traduce en una reducción de costos operativos y una mayor durabilidad de las instalaciones.

## **9.2 RECOMENDACIONES**

- Desarrollar fortalecimiento de capacidades profesionales de formación continua dirigidos a los actores involucrados en el diseño y ejecución de infraestructura educativa. Esto incluye capacitaciones progresivas en metodología BIM, desde niveles introductorios hasta especialización técnica, a fin de garantizar un manejo competente de las herramientas digitales y su correcta aplicación en el entorno educativo.
- Se sugiere que las autoridades locales y regionales adopten políticas públicas que fomenten el uso de BIM, ya sea mediante incentivos fiscales, financiamiento de implementación o estableciendo su uso como requisito técnico en procesos de licitación de obras públicas del sector educativo.
- Es recomendable promover alianzas estratégicas entre organismos gubernamentales, empresas privadas especializadas en modelado BIM y universidades. Esta cooperación puede facilitar la transferencia de conocimientos, recursos y mejores prácticas, generando sinergias para la adopción progresiva de la metodología en proyectos escolares.
- Es necesario mejorar en la infraestructura tecnológica y dotar a las entidades encargadas de la planificación y ejecución de proyectos con herramientas tecnológicas adecuadas (hardware y software), así como con acceso a plataformas de trabajo colaborativo que respalden los flujos digitales en todas las etapas del proyecto.
- Ante restricciones presupuestarias o tecnológicas, se recomienda adoptar un enfoque escalonado para la integración de BIM, comenzando con intervenciones de menor escala (como remodelaciones o ampliaciones puntuales) que permitan ganar experiencia antes de abordar proyectos de mayor complejidad.
- Se propone establecer mecanismos sistemáticos de evaluación del desempeño de los proyectos desarrollados con BIM, incluyendo métricas de costos, tiempos, calidad y eficiencia. La recopilación de retroalimentación por parte de los profesionales involucrados permitirá afinar los procesos y consolidar una cultura de mejora continua.
- La planificación de infraestructuras debe responder a las necesidades pedagógicas y de bienestar de los usuarios finales estudiantes y docentes. BIM ofrece herramientas que

permiten evaluar, desde la fase de diseño, aspectos como seguridad, accesibilidad, confort térmico y acústico, y versatilidad espacial, factores esenciales en entornos educativos inclusivos y adaptativos.

- Se recomienda proyectar el uso de BIM más allá de las fases de diseño y construcción, integrándolo en los procesos de operación y mantenimiento de los edificios escolares. Esta continuidad funcional del modelo permite una gestión más eficiente, reduciendo costos de mantenimiento, mejorando la planificación de renovaciones y facilitando el seguimiento de activos a largo plazo.

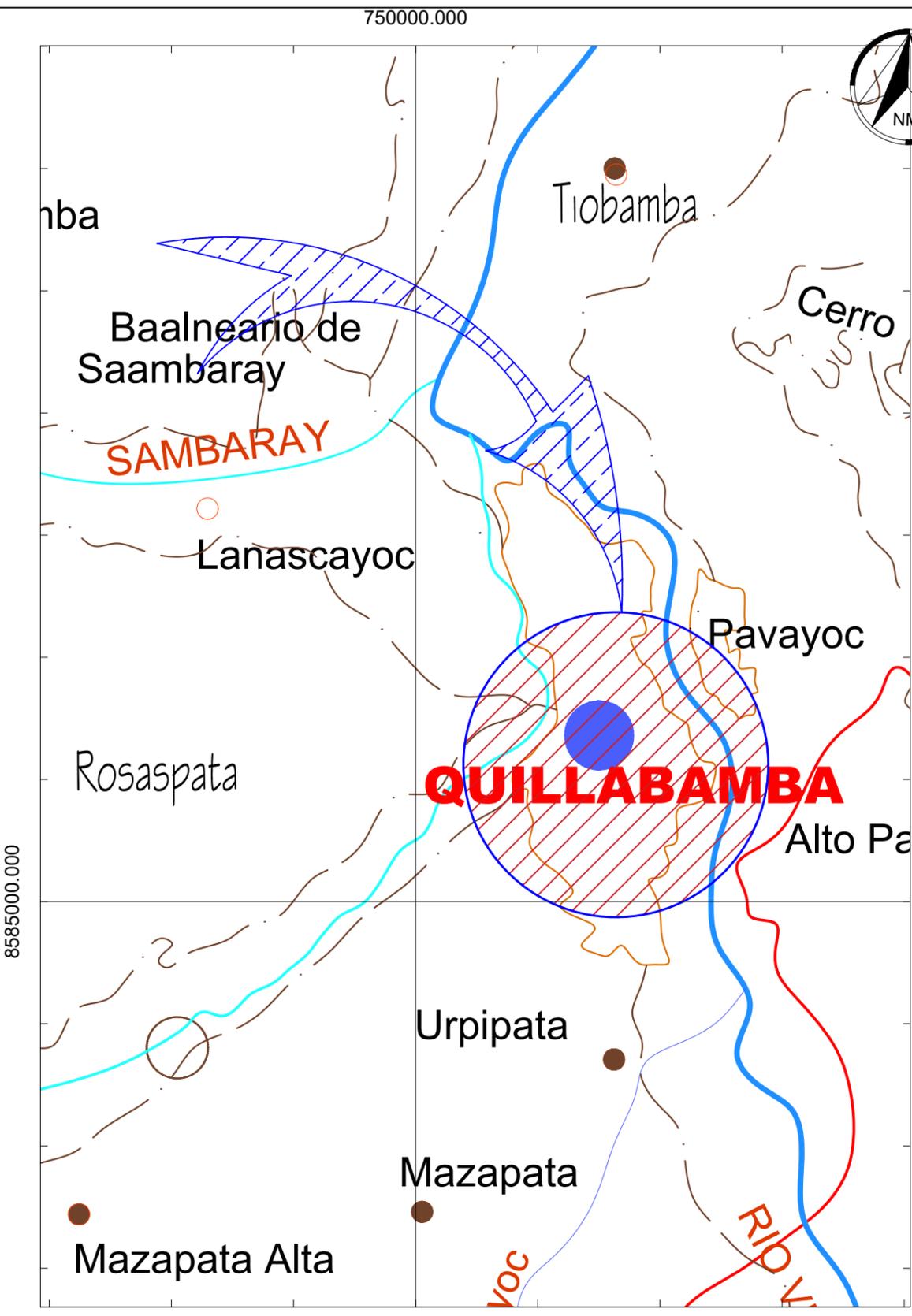
## BIBLIOGRAFIA

- Das, B. M. (2015). *Principio de Ingenieria de Cimentaciones* .
- Eastman, C. M. (2011). *Manual BIM: Guía de modelado de información de construcción para propietarios, administradores, diseñadores, ingenieros y contratistas*. Wiley.
- Ministerio de Vivienda, C. y. (2022). *Reglamento Nacional de Edificaciones ( R.E.N)*.



REPUBLICA DEL PERU  
MAPA POLITICO

REGION CUSCO



PLANO DE UBICACION  
ESC: 1/25000



LEYENDA

	MUNICIPIO MPLC
	CENTROS POBLADOS
	SECTORES
	CURVAS DE NIVEL
	CARRETERAS
	CAMINOS
	DELIMIT. INTERNO
	RIOS



UBICACION: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO EDUCATIVO DEL NIVEL PRIMARIO DE LA I.E. N° 51076 SANTA ANITA, IMPLEMENTANDO LA METODOLOGIA BIM EN EL DISTRITO DE SANTA ANA - PROVINCIA DE LA CONVENCION - DEPARTAMENTO DE CUSCO"	
ASESOR: ING. JOSE FELIPE AZPILCUETA CARBONELL	UBICACION: DISTRITO: Santa Ana PROVINCIA: La Convención REGION: Cusco
RESPONSABLE: BACH. SUENER ARTEAGA ALVAREZ	FECHA: OCTUBRE/2024
PLANO: PLANO DE UBICACION	Escabi:

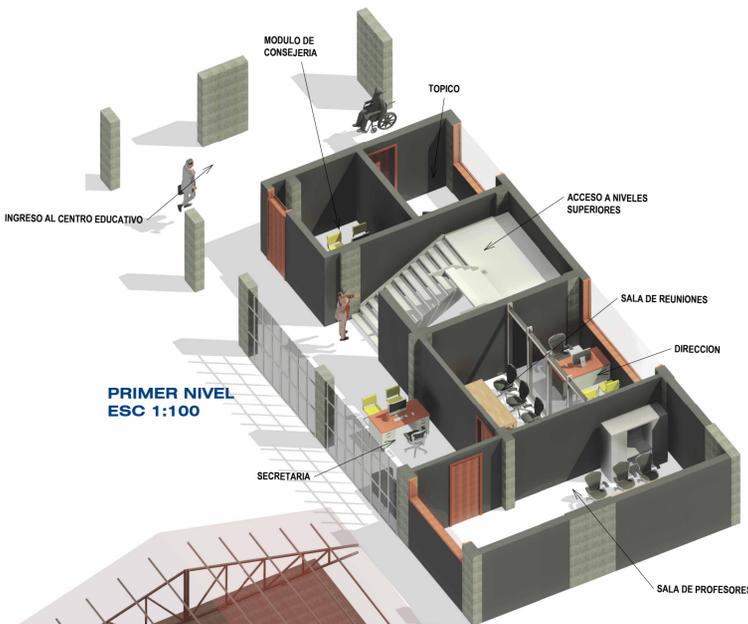
LAMINA:  
**PU-01**



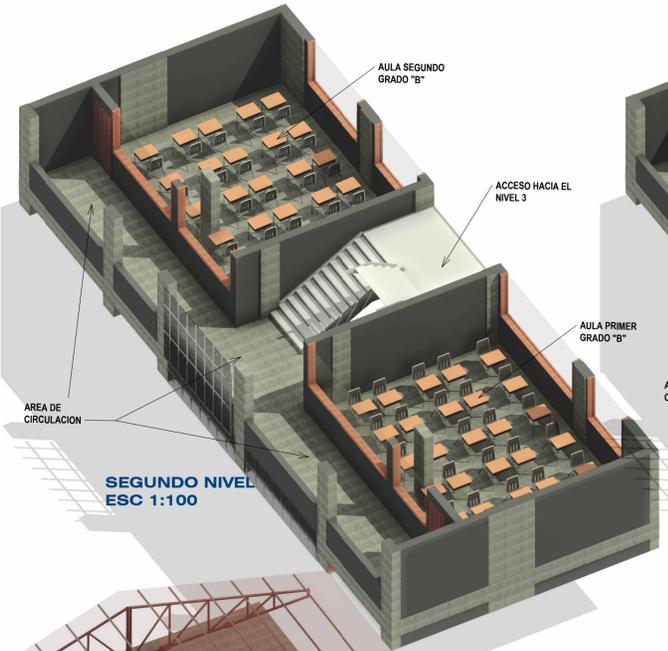
Cuadro de Ventas				
Nº	Tip	Ancho	Alto	Observaciones
1	P-01	2.70	2.70	Comunicación
2	P-02	1.80	2.70	Comunicación
3	P-03	1.80	2.70	Comunicación
4	P-04	2.70	2.70	Comunicación
5	P-05	2.70	2.70	Comunicación
6	P-06	2.70	2.70	Comunicación
7	P-07	2.70	2.70	Comunicación
8	P-08	2.70	2.70	Comunicación
9	P-09	2.70	2.70	Comunicación
10	P-10	2.70	2.70	Comunicación
11	P-11	2.70	2.70	Comunicación
12	P-12	2.70	2.70	Comunicación
13	P-13	2.70	2.70	Comunicación
14	P-14	2.70	2.70	Comunicación
15	P-15	2.70	2.70	Comunicación
16	P-16	2.70	2.70	Comunicación
17	P-17	2.70	2.70	Comunicación
18	P-18	2.70	2.70	Comunicación
19	P-19	2.70	2.70	Comunicación
20	P-20	2.70	2.70	Comunicación
21	P-21	2.70	2.70	Comunicación
22	P-22	2.70	2.70	Comunicación
23	P-23	2.70	2.70	Comunicación
24	P-24	2.70	2.70	Comunicación
25	P-25	2.70	2.70	Comunicación
26	P-26	2.70	2.70	Comunicación
27	P-27	2.70	2.70	Comunicación
28	P-28	2.70	2.70	Comunicación
29	P-29	2.70	2.70	Comunicación
30	P-30	2.70	2.70	Comunicación
31	P-31	2.70	2.70	Comunicación
32	P-32	2.70	2.70	Comunicación
33	P-33	2.70	2.70	Comunicación
34	P-34	2.70	2.70	Comunicación
35	P-35	2.70	2.70	Comunicación
36	P-36	2.70	2.70	Comunicación
37	P-37	2.70	2.70	Comunicación
38	P-38	2.70	2.70	Comunicación
39	P-39	2.70	2.70	Comunicación
40	P-40	2.70	2.70	Comunicación
41	P-41	2.70	2.70	Comunicación
42	P-42	2.70	2.70	Comunicación
43	P-43	2.70	2.70	Comunicación
44	P-44	2.70	2.70	Comunicación
45	P-45	2.70	2.70	Comunicación
46	P-46	2.70	2.70	Comunicación
47	P-47	2.70	2.70	Comunicación
48	P-48	2.70	2.70	Comunicación
49	P-49	2.70	2.70	Comunicación
50	P-50	2.70	2.70	Comunicación
51	P-51	2.70	2.70	Comunicación
52	P-52	2.70	2.70	Comunicación
53	P-53	2.70	2.70	Comunicación
54	P-54	2.70	2.70	Comunicación
55	P-55	2.70	2.70	Comunicación
56	P-56	2.70	2.70	Comunicación
57	P-57	2.70	2.70	Comunicación
58	P-58	2.70	2.70	Comunicación
59	P-59	2.70	2.70	Comunicación
60	P-60	2.70	2.70	Comunicación
61	P-61	2.70	2.70	Comunicación
62	P-62	2.70	2.70	Comunicación
63	P-63	2.70	2.70	Comunicación
64	P-64	2.70	2.70	Comunicación
65	P-65	2.70	2.70	Comunicación
66	P-66	2.70	2.70	Comunicación
67	P-67	2.70	2.70	Comunicación
68	P-68	2.70	2.70	Comunicación
69	P-69	2.70	2.70	Comunicación
70	P-70	2.70	2.70	Comunicación
71	P-71	2.70	2.70	Comunicación
72	P-72	2.70	2.70	Comunicación
73	P-73	2.70	2.70	Comunicación
74	P-74	2.70	2.70	Comunicación
75	P-75	2.70	2.70	Comunicación
76	P-76	2.70	2.70	Comunicación
77	P-77	2.70	2.70	Comunicación
78	P-78	2.70	2.70	Comunicación
79	P-79	2.70	2.70	Comunicación
80	P-80	2.70	2.70	Comunicación
81	P-81	2.70	2.70	Comunicación
82	P-82	2.70	2.70	Comunicación
83	P-83	2.70	2.70	Comunicación
84	P-84	2.70	2.70	Comunicación
85	P-85	2.70	2.70	Comunicación
86	P-86	2.70	2.70	Comunicación
87	P-87	2.70	2.70	Comunicación
88	P-88	2.70	2.70	Comunicación
89	P-89	2.70	2.70	Comunicación
90	P-90	2.70	2.70	Comunicación
91	P-91	2.70	2.70	Comunicación
92	P-92	2.70	2.70	Comunicación
93	P-93	2.70	2.70	Comunicación
94	P-94	2.70	2.70	Comunicación
95	P-95	2.70	2.70	Comunicación
96	P-96	2.70	2.70	Comunicación
97	P-97	2.70	2.70	Comunicación
98	P-98	2.70	2.70	Comunicación
99	P-99	2.70	2.70	Comunicación
100	P-100	2.70	2.70	Comunicación

Cuadro de Ventas				
Nº	Tip	Ancho	Alto	Observaciones
1	P-01	2.70	2.70	Comunicación
2	P-02	1.80	2.70	Comunicación
3	P-03	1.80	2.70	Comunicación
4	P-04	2.70	2.70	Comunicación
5	P-05	2.70	2.70	Comunicación
6	P-06	2.70	2.70	Comunicación
7	P-07	2.70	2.70	Comunicación
8	P-08	2.70	2.70	Comunicación
9	P-09	2.70	2.70	Comunicación
10	P-10	2.70	2.70	Comunicación
11	P-11	2.70	2.70	Comunicación
12	P-12	2.70	2.70	Comunicación
13	P-13	2.70	2.70	Comunicación
14	P-14	2.70	2.70	Comunicación
15	P-15	2.70	2.70	Comunicación
16	P-16	2.70	2.70	Comunicación
17	P-17	2.70	2.70	Comunicación
18	P-18	2.70	2.70	Comunicación
19	P-19	2.70	2.70	Comunicación
20	P-20	2.70	2.70	Comunicación
21	P-21	2.70	2.70	Comunicación
22	P-22	2.70	2.70	Comunicación
23	P-23	2.70	2.70	Comunicación
24	P-24	2.70	2.70	Comunicación
25	P-25	2.70	2.70	Comunicación
26	P-26	2.70	2.70	Comunicación
27	P-27	2.70	2.70	Comunicación
28	P-28	2.70	2.70	Comunicación
29	P-29	2.70	2.70	Comunicación
30	P-30	2.70	2.70	Comunicación
31	P-31	2.70	2.70	Comunicación
32	P-32	2.70	2.70	Comunicación
33	P-33	2.70	2.70	Comunicación
34	P-34	2.70	2.70	Comunicación
35	P-35	2.70	2.70	Comunicación
36	P-36	2.70	2.70	Comunicación
37	P-37	2.70	2.70	Comunicación
38	P-38	2.70	2.70	Comunicación
39	P-39	2.70	2.70	Comunicación
40	P-40	2.70	2.70	Comunicación
41	P-41	2.70	2.70	Comunicación
42	P-42	2.70	2.70	Comunicación
43	P-43	2.70	2.70	Comunicación
44	P-44	2.70	2.70	Comunicación
45	P-45	2.70	2.70	Comunicación
46	P-46	2.70	2.70	Comunicación
47	P-47	2.70	2.70	Comunicación
48	P-48	2.70	2.70	Comunicación
49	P-49	2.70	2.70	Comunicación
50	P-50	2.70	2.70	Comunicación
51	P-51	2.70	2.70	Comunicación
52	P-52	2.70	2.70	Comunicación
53	P-53	2.70	2.70	Comunicación
54	P-54	2.70	2.70	Comunicación
55	P-55	2.70	2.70	Comunicación
56	P-56	2.70	2.70	Comunicación
57	P-57	2.70	2.70	Comunicación
58	P-58	2.70	2.70	Comunicación
59	P-59	2.70	2.70	Comunicación
60	P-60	2.70	2.70	Comunicación
61	P-61	2.70	2.70	Comunicación
62	P-62	2.70	2.70	Comunicación
63	P-63	2.70	2.70	Comunicación
64	P-64	2.70	2.70	Comunicación
65	P-65	2.70	2.70	Comunicación
66	P-66	2.70	2.70	Comunicación
67	P-67	2.70	2.70	Comunicación
68	P-68	2.70	2.70	Comunicación
69	P-69	2.70	2.70	Comunicación
70	P-70	2.70	2.70	Comunicación
71	P-71	2.70	2.70	Comunicación
72	P-72	2.70	2.70	Comunicación
73	P-73	2.70	2.70	Comunicación
74	P-74	2.70	2.70	Comunicación
75	P-75	2.70	2.70	Comunicación
76	P-76	2.70	2.70	Comunicación
77	P-77	2.70	2.70	Comunicación
78	P-78	2.70	2.70	Comunicación
79	P-79	2.70	2.70	Comunicación
80	P-80	2.70	2.70	Comunicación
81	P-81	2.70	2.70	Comunicación
82	P-82	2.70	2.70	Comunicación
83	P-83	2.70	2.70	Comunicación
84	P-84	2.70	2.70	Comunicación
85	P-85	2.70	2.70	Comunicación
86	P-86	2.70	2.70	Comunicación
87	P-87	2.70	2.70	Comunicación
88	P-88	2.70	2.70	Comunicación
89	P-89	2.70	2.70	Comunicación
90	P-90	2.70	2.70	Comunicación
91	P-91	2.70	2.70	Comunicación
92	P-92	2.70	2.70	Comunicación
93	P-93	2.70	2.70	Comunicación
94	P-94	2.70	2.70	Comunicación
95	P-95	2.70	2.70	Comunicación
96	P-96	2.70	2.70	Comunicación
97	P-97	2.70	2.70	Comunicación
98	P-98	2.70	2.70	Comunicación
99	P-99	2.70	2.70	Comunicación
100	P-100	2.70	2.70	Comunicación

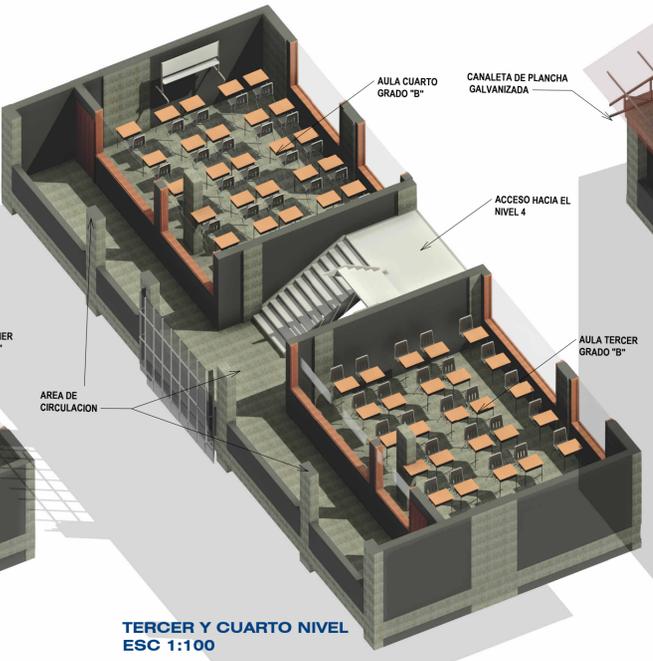
CUADRO DE AMBIENTES (AREA GUA)				
Nivel	Número	Nombre	Perímetro (m)	Área (m <sup>2</sup> )
01 - PRIMER	SO-215	LOSA	105.03	657.83
02 - SEGUNDO	A-107	Módulo de Grado	31.68	52.53
03 - TERCER	A-108	Módulo de Grado	31.68	52.53
04 - CUARTO	A-109	Módulo de Grado	31.68	52.53
05 - QUINTO	SO-111	TIPO	18.44	18.14
06 - SEXTO	SO-112	TIPO	18.44	18.14
07 - SEPTIMO	SO-113	TIPO	8.47	4.44
08 - OCTAVO	SO-114	TIPO	7.85	3.51
09 - NOVENO	SO-115	TIPO	24.31	30.24
10 - DIEZMO	SO-116	TIPO	12.40	9.38
11 - ONCEavo	SO-117	TIPO	13.50	8.81
12 - DOCEavo	SO-118	TIPO	13.50	8.81
13 - TRECEavo	SO-119	TIPO	13.50	8.81
14 - CATORCEavo	SO-120	TIPO	22.44	27.58
15 - QUINCEavo	SO-121	TIPO	18.21	12.60
16 - DIECISEISavo	SO-122	TIPO	20.29	16.70
17 - DIECISIETEavo	SO-123	TIPO	37.83	60.20
18 - DIECIOCHOavo	SO-124	TIPO	33.63	44.20
19 - DIECINUEAVO	SO-125	TIPO	11.80	8.81
20 - VEINTIVO	SO-203	DEPOSITO DE COMBUSTIBLE	8.29	3.41
21 - PRIMER NIVEL	02	SEGUNDO	515.27	1172.81
22 - SEGUNDO	A-206	AULA	31.68	52.53
23 - TERCER	A-205	AULA	31.68	52.53
24 - CUARTO	A-204	AULA	31.68	52.53
25 - QUINTO	A-203	AULA	25.39	24.43
26 - SEXTO	A-202	AULA	23.45	22.50
27 - SEPTIMO	A-201	AULA	31.14	50.20
28 - OCTAVO	A-200	AULA	30.46	48.23
29 - NOVENO	SO-202	TIPO	52.71	56.60
30 - DIECIMO	SO-218	TIPO	20.54	23.90
31 - ONCEavo	SO-219	TIPO	48.32	131.07
32 - DOCEavo	SO-220	TIPO	17.42	18.88
33 - TRECEavo	SO-221	TIPO	245.20	517.30
34 - CATORCEavo	A-301	AULA	30.46	48.23
35 - QUINCEavo	A-302	AULA	31.14	50.20
36 - DIECISEISavo	SO-300	TIPO	53.32	51.84
37 - DIECISIETEavo	SO-221	TIPO	38.92	47.24
38 - DIECIOCHOavo	SO-222	TIPO	20.54	23.90
39 - DIECINUEAVO	SO-223	TIPO	17.42	18.88
40 - VEINTIVO	SO-225	TIPO	25.30	30.74
41 - PRIMER NIVEL	03	SEGUNDO	217.65	312.24
42 - CUARTO	A-402	AULA	31.14	50.20
43 - QUINTO	A-401	AULA	30.46	48.23
44 - SEXTO	SO-400	TIPO	52.71	56.60
45 - SEPTIMO	SO-401	TIPO	116.81	146.17
46 - OCTAVO	SO-402	TIPO	116.81	146.17
47 - NOVENO	SO-403	TIPO	116.81	146.17
48 - DIECIMO	SO-404	TIPO	116.81	146.17
49 - ONCEavo	SO-405	TIPO	116.81	146.17
50 - DOCEavo	SO-406	TIPO	116.81	146.17
51 - TRECEavo	SO-407	TIPO	116.81	146.17
52 - CATORCEavo	SO-408	TIPO	116.81	146.17
53 - QUINCEavo</				



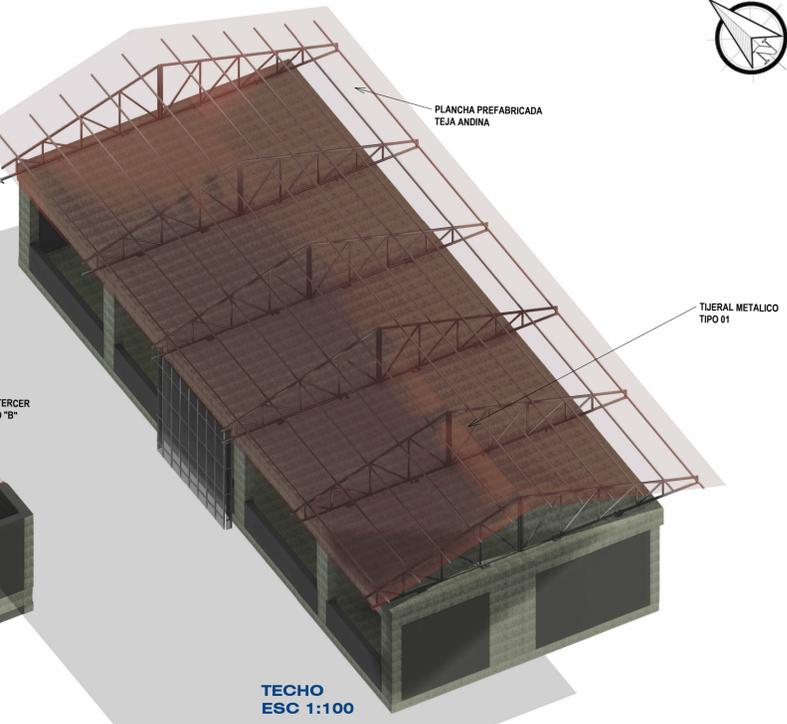
PRIMER NIVEL  
ESC 1:100



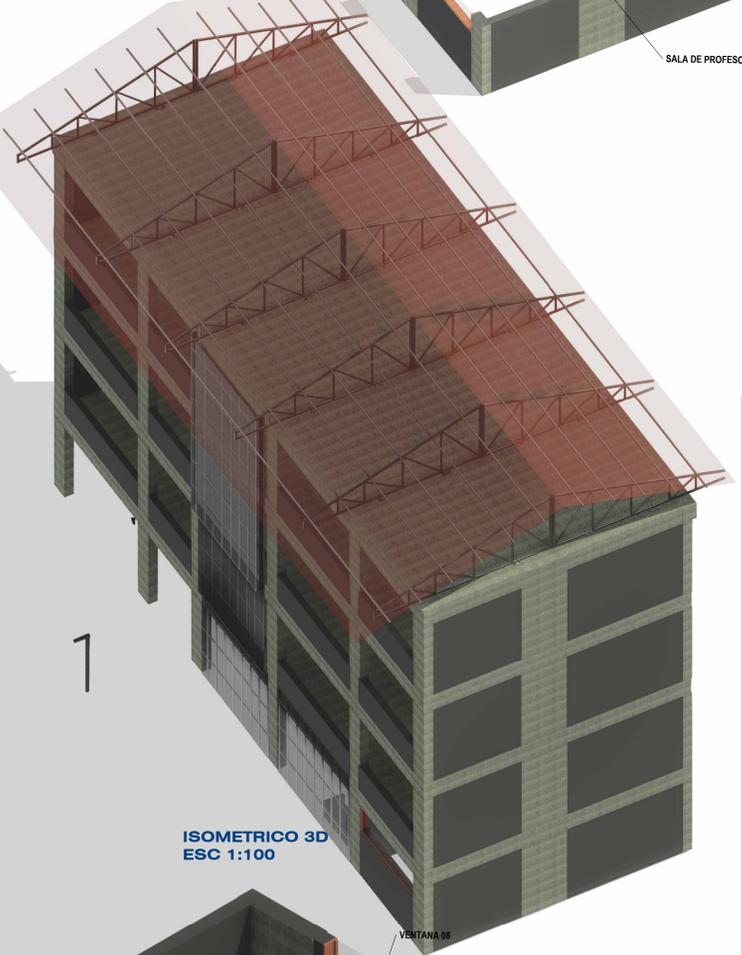
SEGUNDO NIVEL  
ESC 1:100



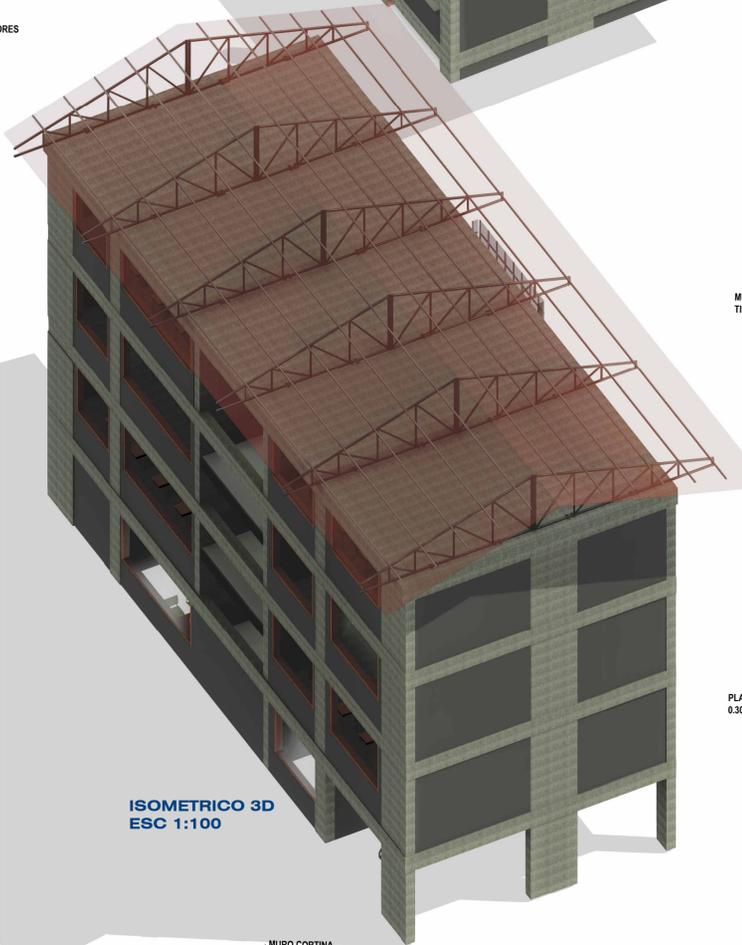
TERCER Y CUARTO NIVEL  
ESC 1:100



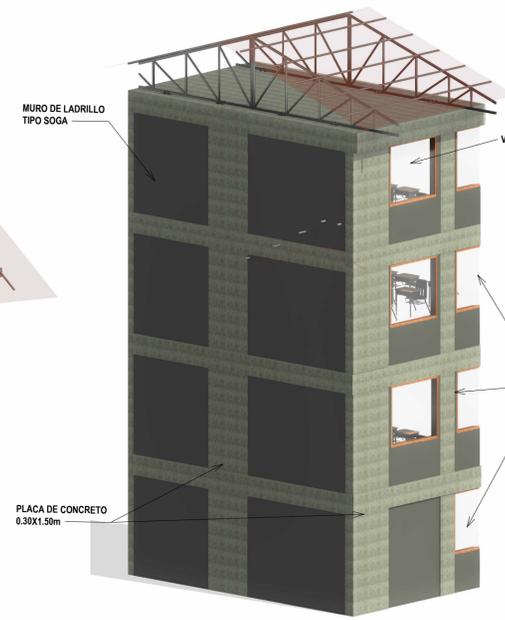
TECHO  
ESC 1:100



ISOMETRICO 3D  
ESC 1:100



ISOMETRICO 3D  
ESC 1:100



ISOMETRICO 3D  
ESC 1:100



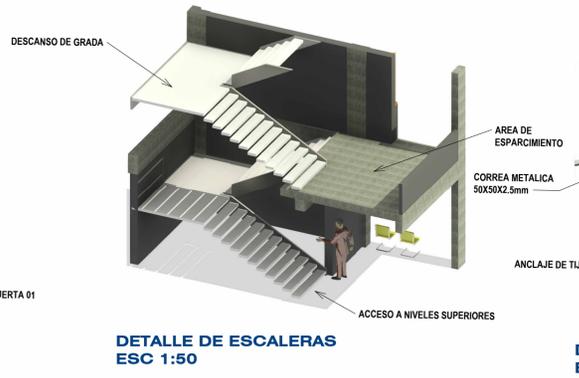
ISOMETRICO 3D  
ESC 1:100



DETALLE DE SALON  
ESC 1:50



DETALLE DE SALA DE ADMINISTRACION  
ESC 1:50



DETALLE DE ESCALERAS  
ESC 1:50

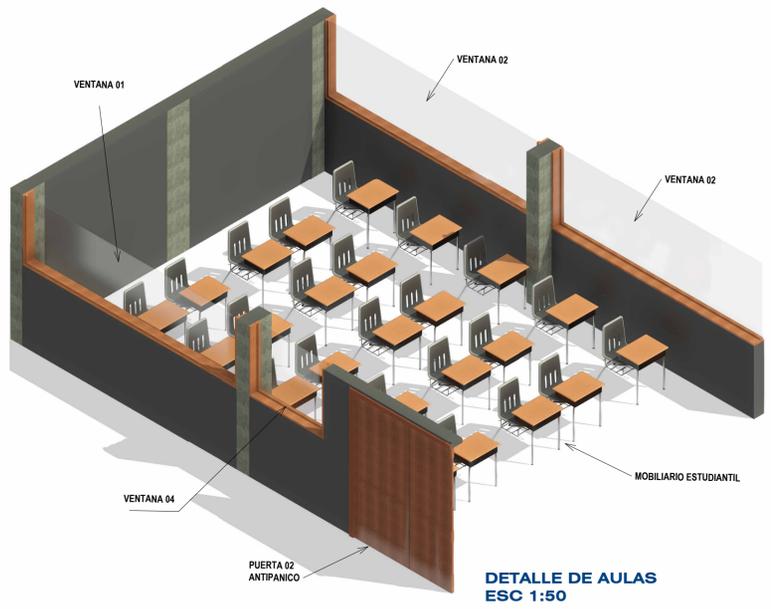
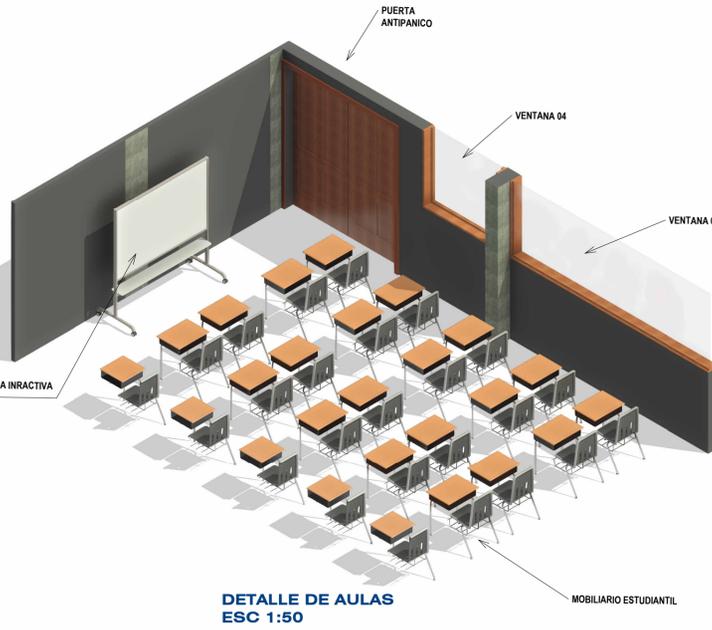
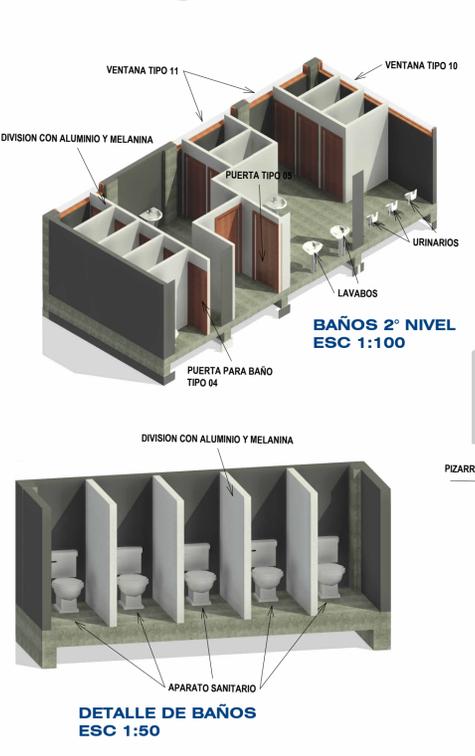
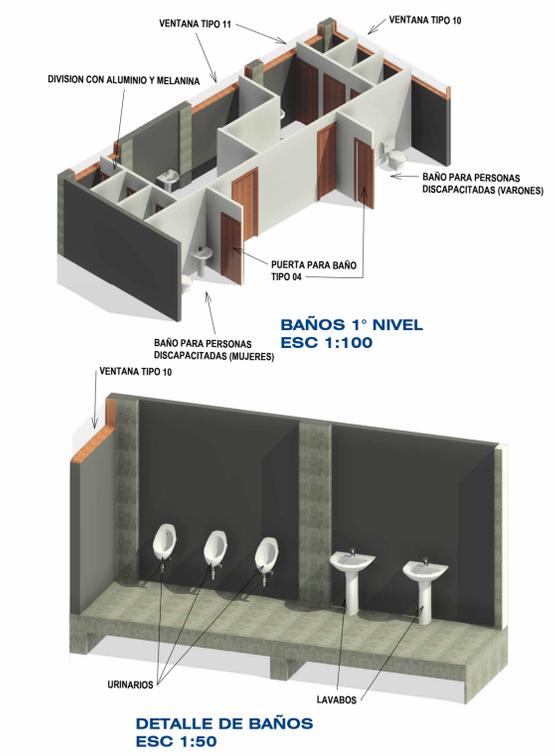
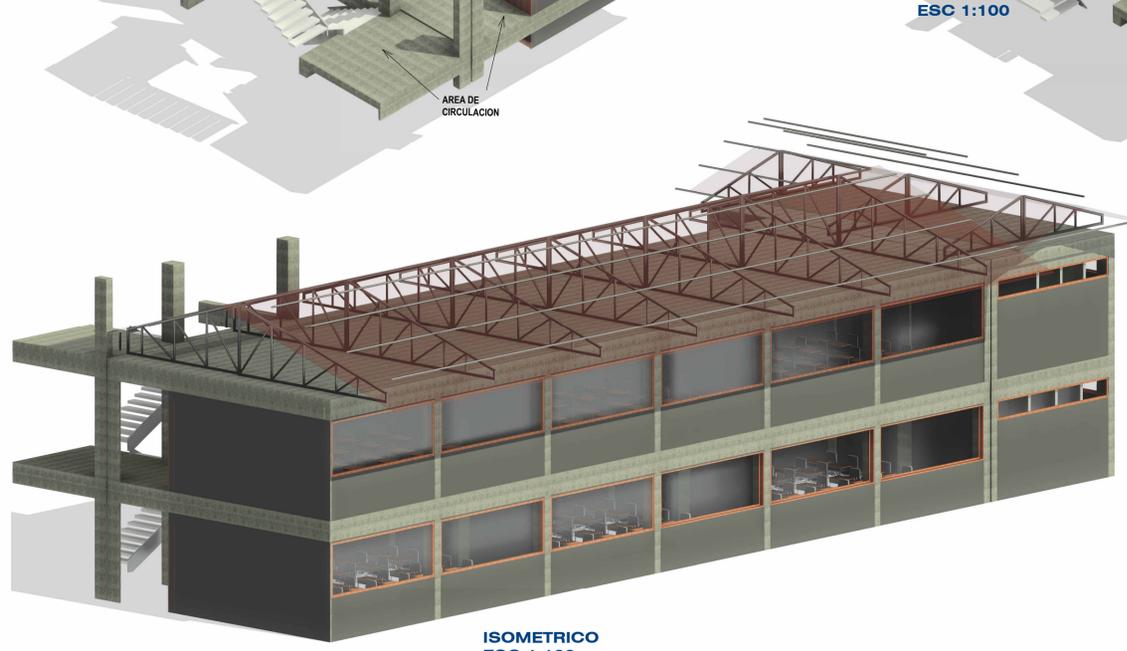
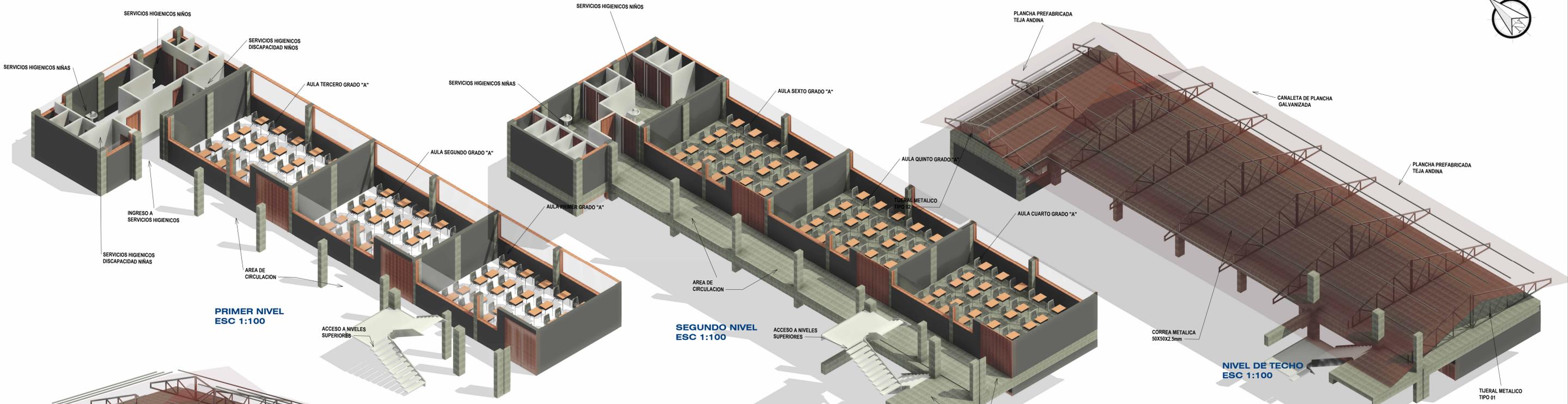


DETALLE DE TECHO  
ESC 1:50

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

UBICACION: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO EDUCATIVO DEL NIVEL PRIMARIA DE LA I.E. N° 51076 SANTA ANITA, IMPLEMENTANDO LA METODOLOGIA BIMEN EN EL DISTRITO DE SANTA ANITA - PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DE CUSCO		Escalera: Como se indica
TESTISTA: BACH. SUENER ARTEAGA ALVAREZ	UBICACION: Santa Ana PROVINCIA: La Convención REGION: Cusco	FECHA: 19/05/2025 11:48:37
ASESOR: ING. JOSE FELIPE AZPILCUETA CARBONELL	PUNTO: DETALLES ARQUITECTURA BLOQUE 01	

**A-02**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO**

UBICACION: DISTRITO: Santa Ana  
PROVINCIA: La Convención  
REGION: Cuzco

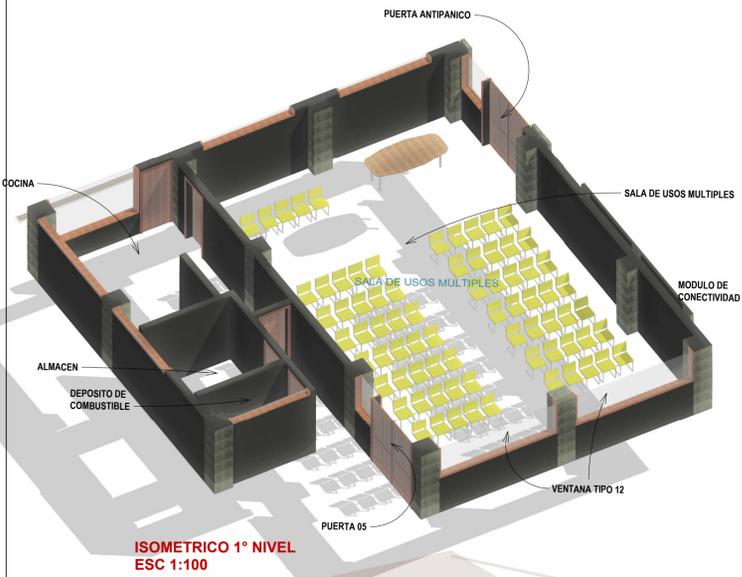
FECHA: 22/05/2025  
09:48:39

Escalar: 1:25

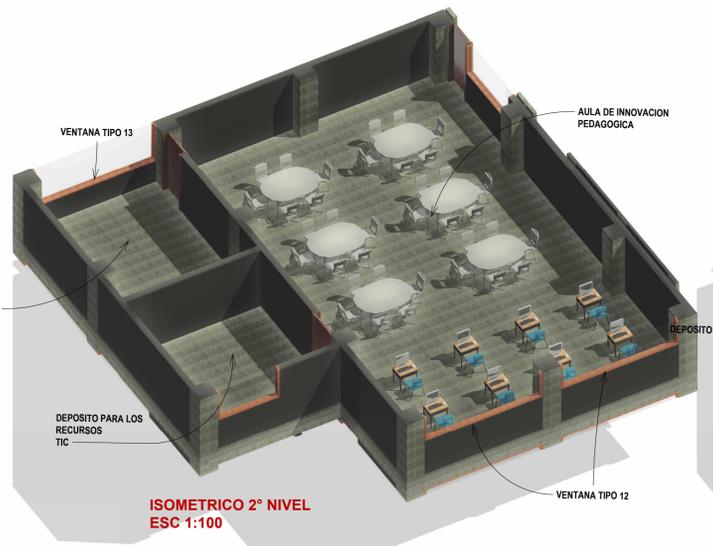
TESTISTA: BACH. SUENER ARTEAGA ALVAREZ  
ASESOR: ING. JOSE FELIPE AZPILCUETA CARBONELL

PLANO: DETALLES ARQUITECTURA BLOQUE 02

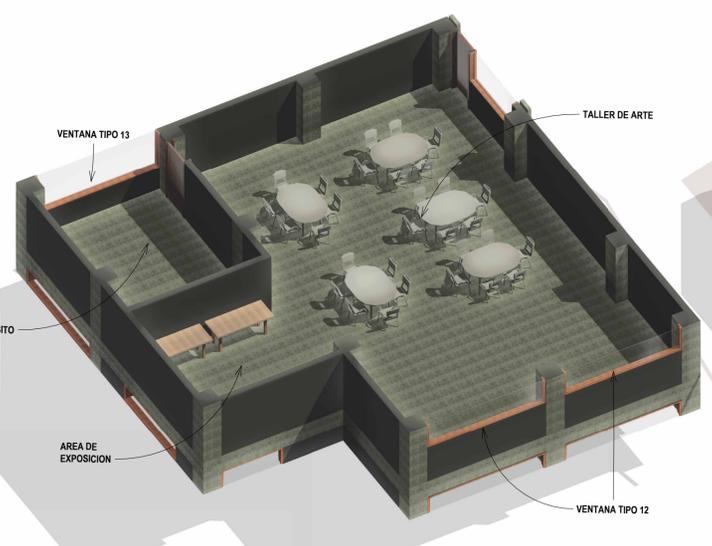
**A-03**



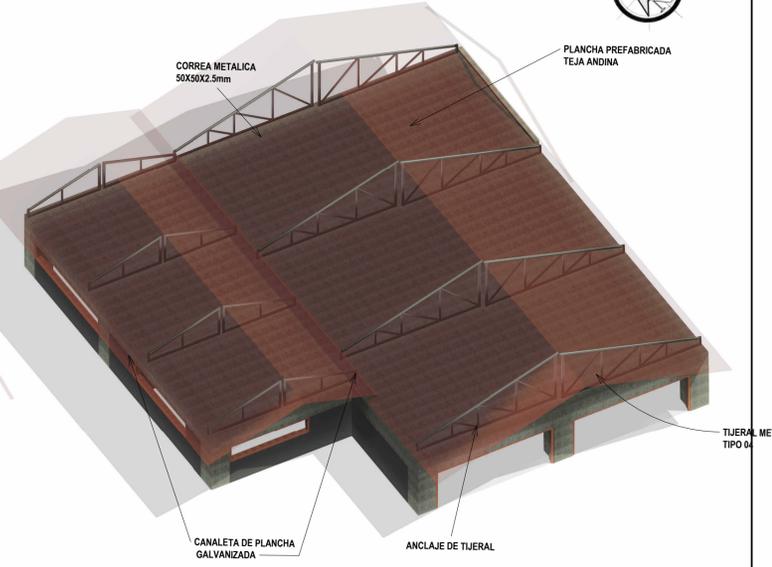
ISOMETRICO 1° NIVEL  
ESC 1:100



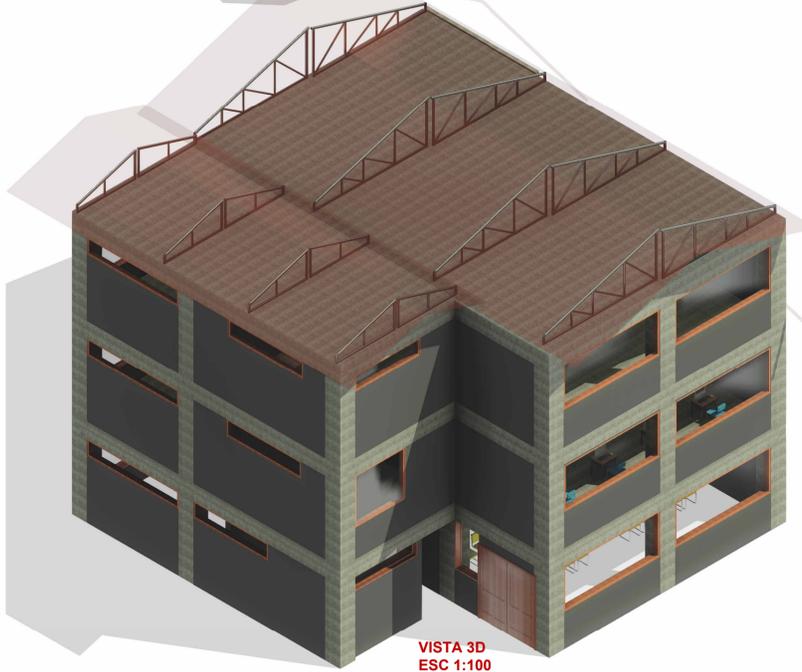
ISOMETRICO 2° NIVEL  
ESC 1:100



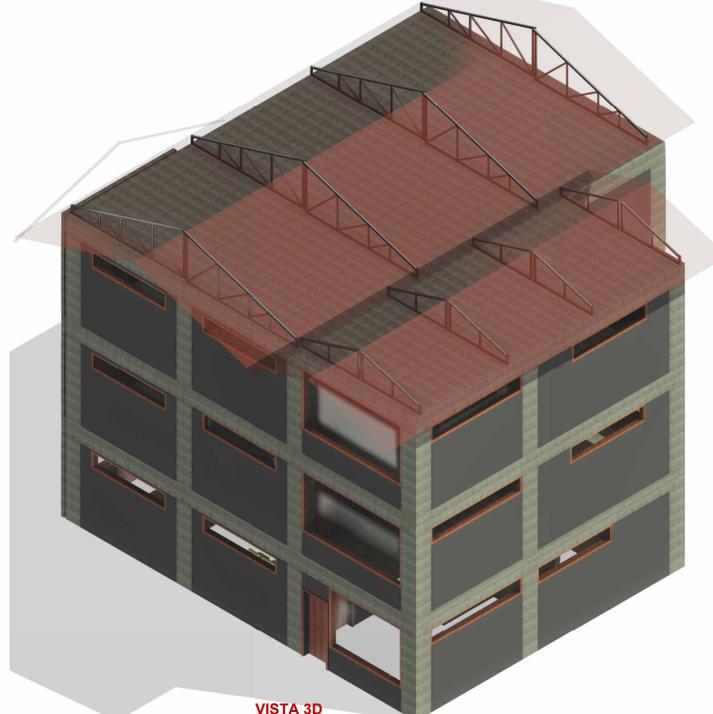
ISOMETRICO 3° NIVEL  
ESC 1:100



ISOMETRICO TECHO  
ESC 1:100



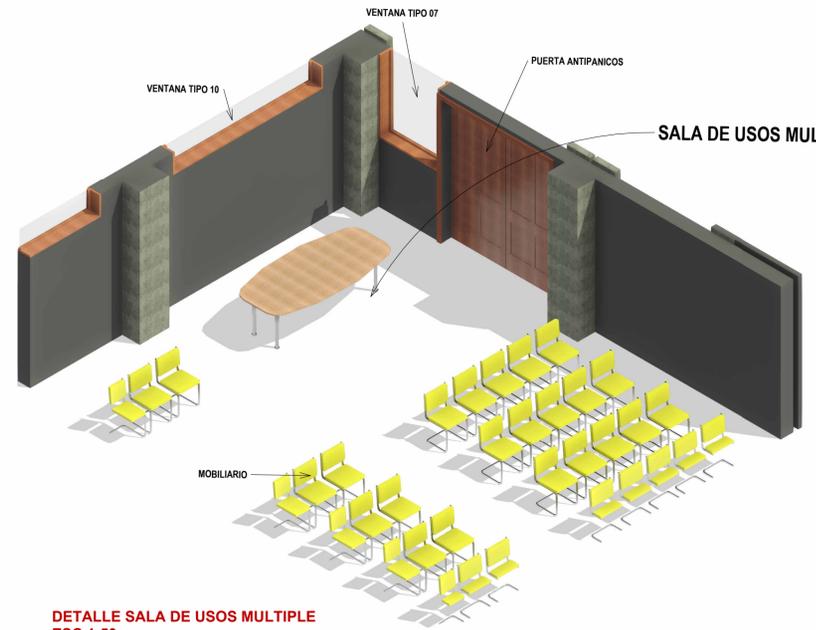
VISTA 3D  
ESC 1:100



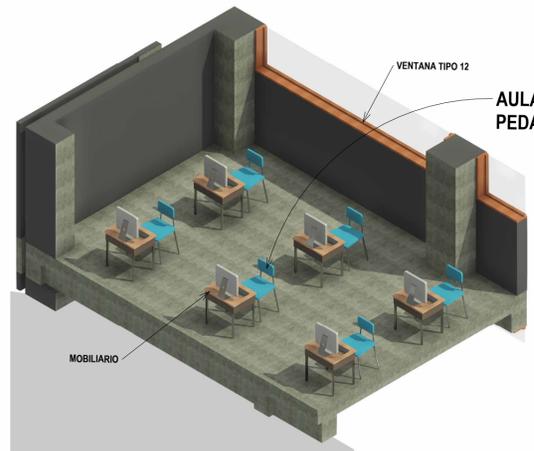
VISTA 3D  
ESC 1:100



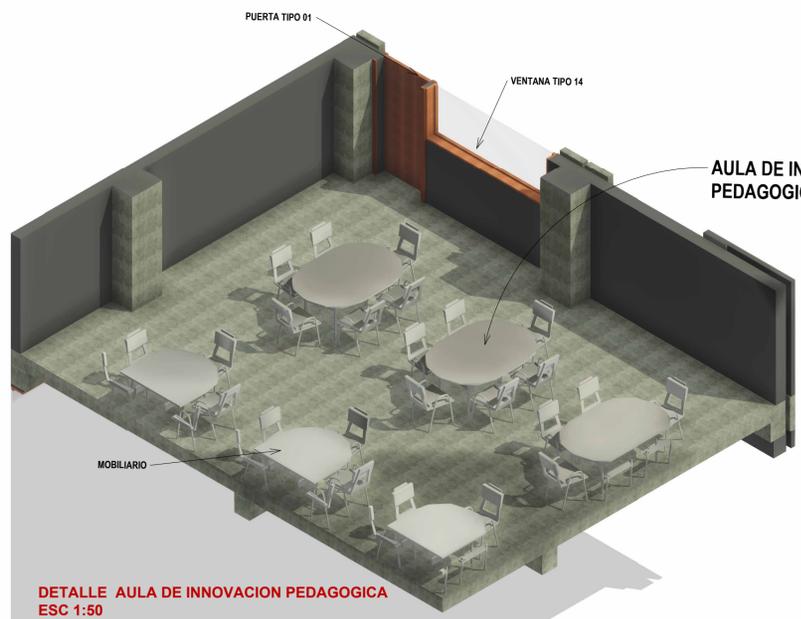
DETALLE DE TIJERAL  
ESC 1:50



DETALLE SALA DE USOS MULTIPLE  
ESC 1:50



DETALLE AULA DE INNOVACION PEDAGOGICA  
ESC 1:50

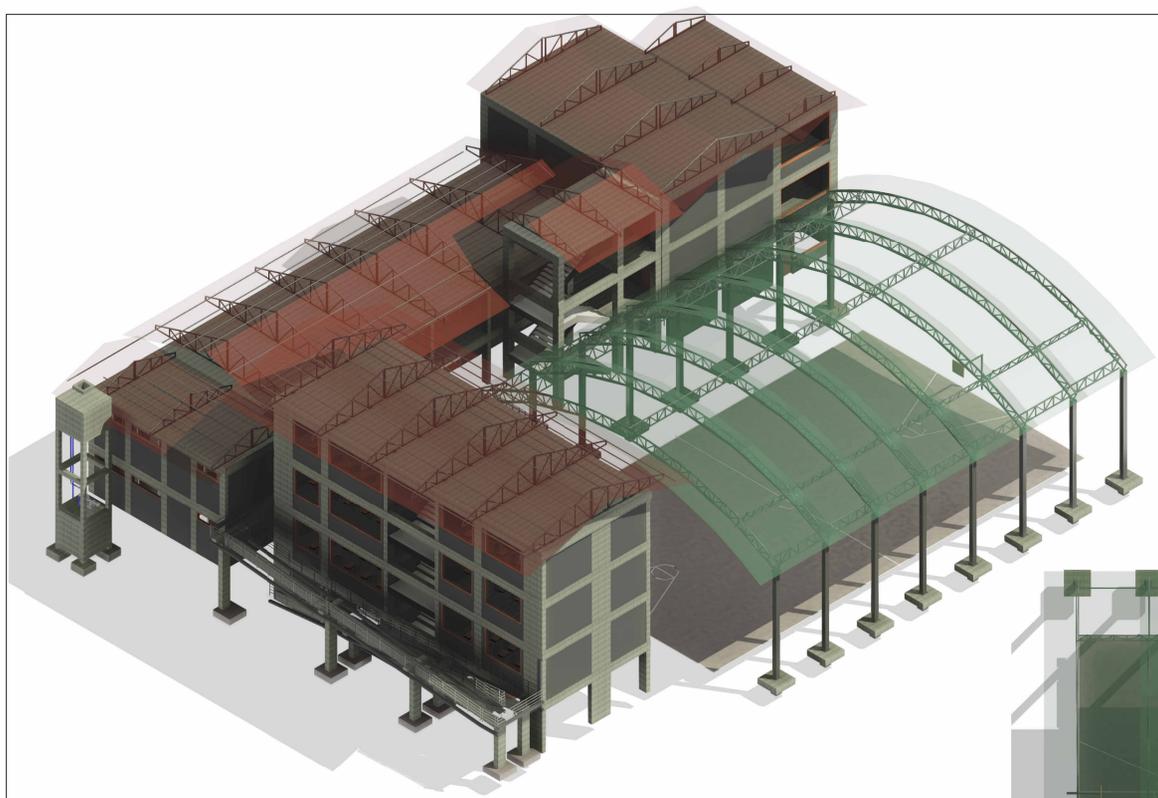


DETALLE AULA DE INNOVACION PEDAGOGICA  
ESC 1:50

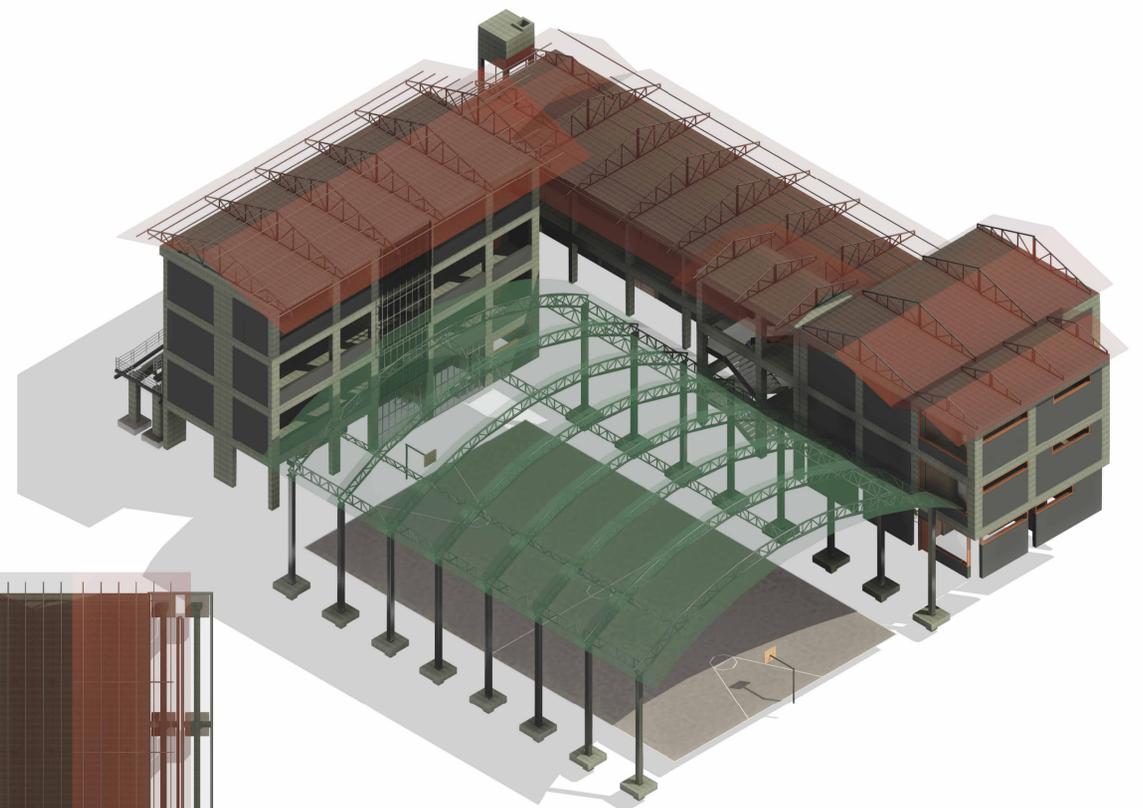


UBICACION: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO EDUCATIVO DEL NIVEL PRIMARIA DE LA I.E. N° 51076 SANTA ANITA, IMPLEMENTANDO LA METODOLOGIA BIMEN EN EL DISTRITO DE SANTA ANITA - PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DE CUSCO"		TIPO 04
TESISTA: BACH. SUENER ARTEAGA ALVAREZ		Escuela
ASESOR: ING. JOSE FELIPE AZPILCUETA CARBONELL		FECHA: 27/05/2025 16:17:10
PUNTO: DETALLES ARQUITECTURA BLOQUE 03		

A-04



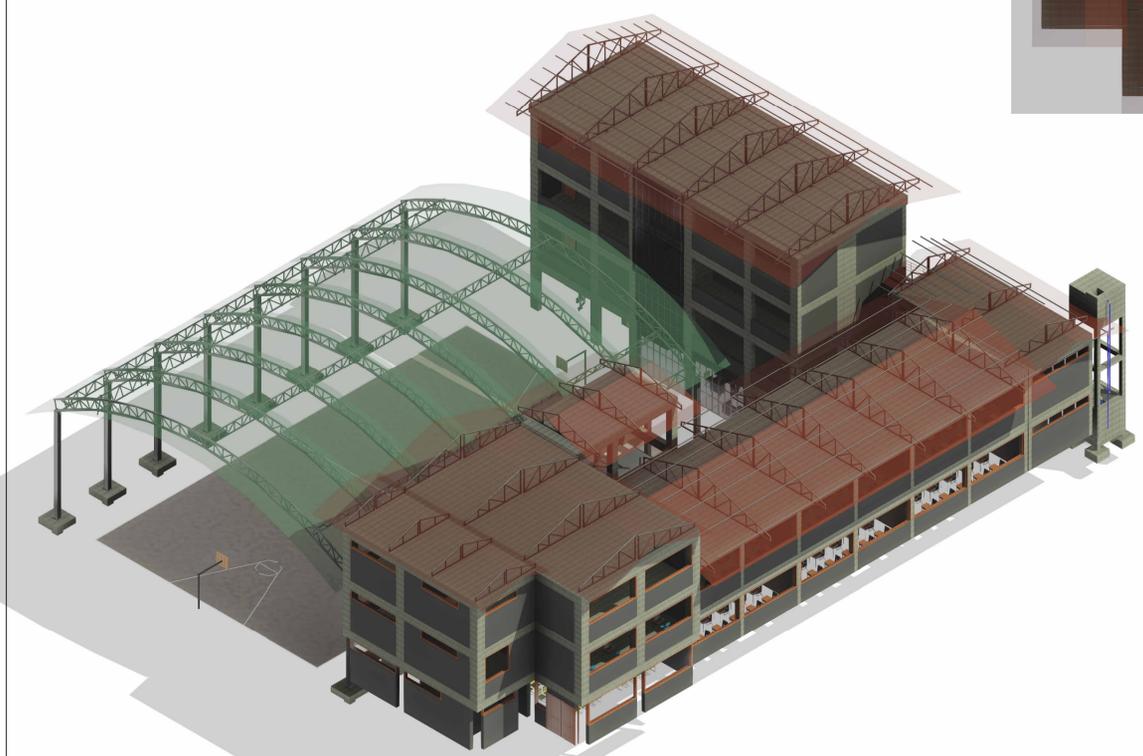
ISOMETRICOS GENERALES  
ESC 1:200



ISOMETRICOS GENERALES  
ESC 1:200



VISTA DE TECHOS  
ESC 1:200



ISOMETRICOS GENERALES  
ESC 1:200



ISOMETRICOS GENERALES  
ESC 1:200

UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE SAN  
ANTONIO ABAD  
DEL CUSCO



UBICACION:  
"MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO EDUCATIVO DEL NIVEL PRIMARIO DE LA I.E. N°  
51076 SANTA ANITA, IMPLEMENTANDO LA METODOLOGIA BIM EN EL DISTRITO DE SANTA ANA -  
PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DE CUSCO"

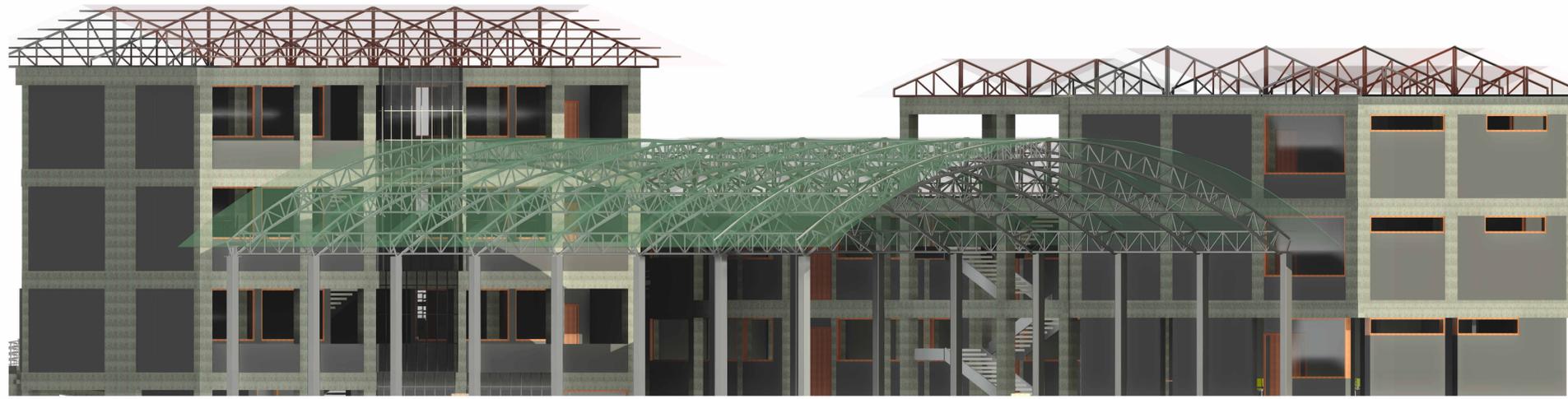
UBICACION:  
DISTRITO: Santa Ana  
PROVINCIA: La Convención  
REGION: Cusco

FECHA:  
27/05/2025  
19:26:05

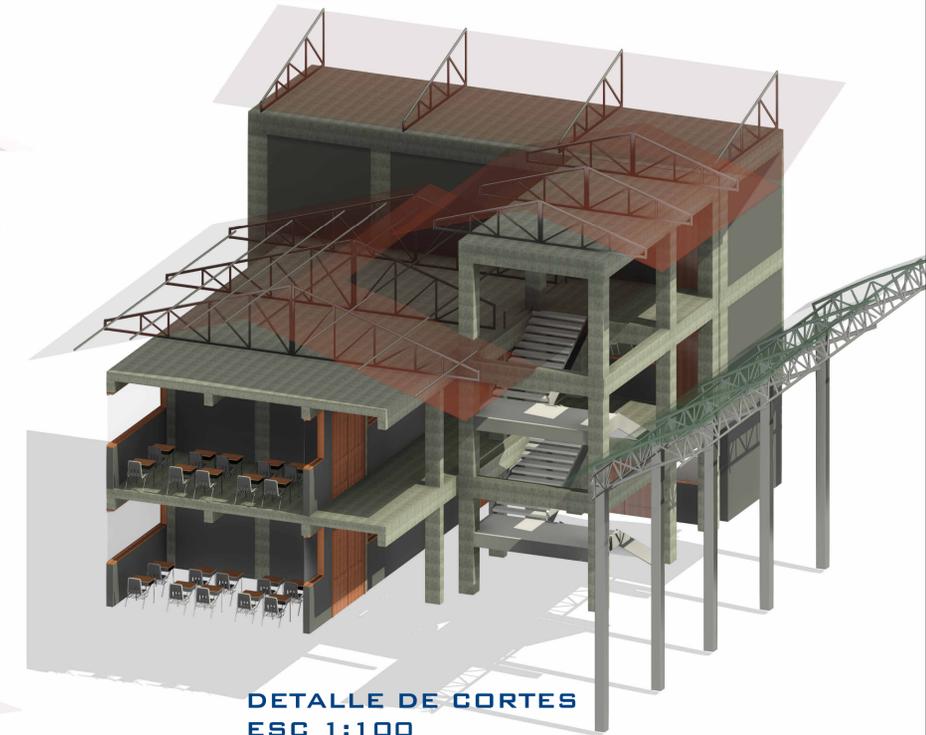
TESISTA:  
BACH. SUENER ARTEAGA ALVAREZ  
ASESOR:  
ING. JOSE FELIPE AZPILCUETA CARBONELL

PLANO:  
SECCIONES GENERALES

CAMERA:  
**A-05**



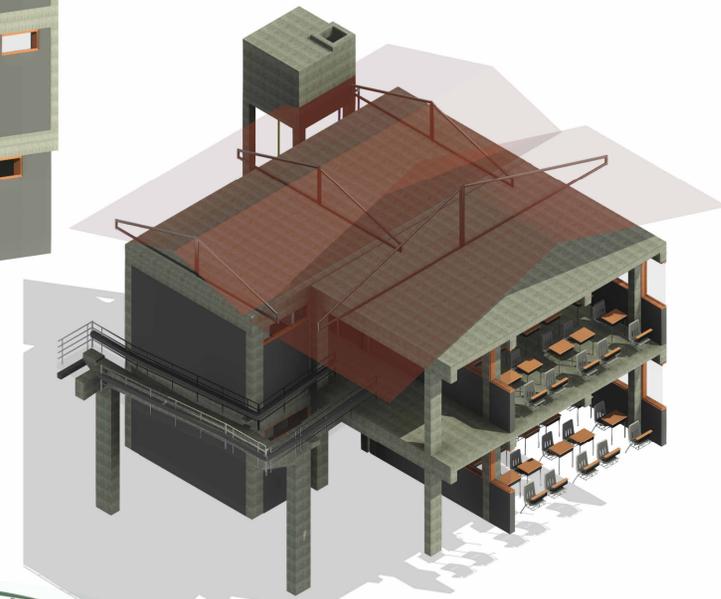
SECCIONES GENERALES  
ESC 1:100



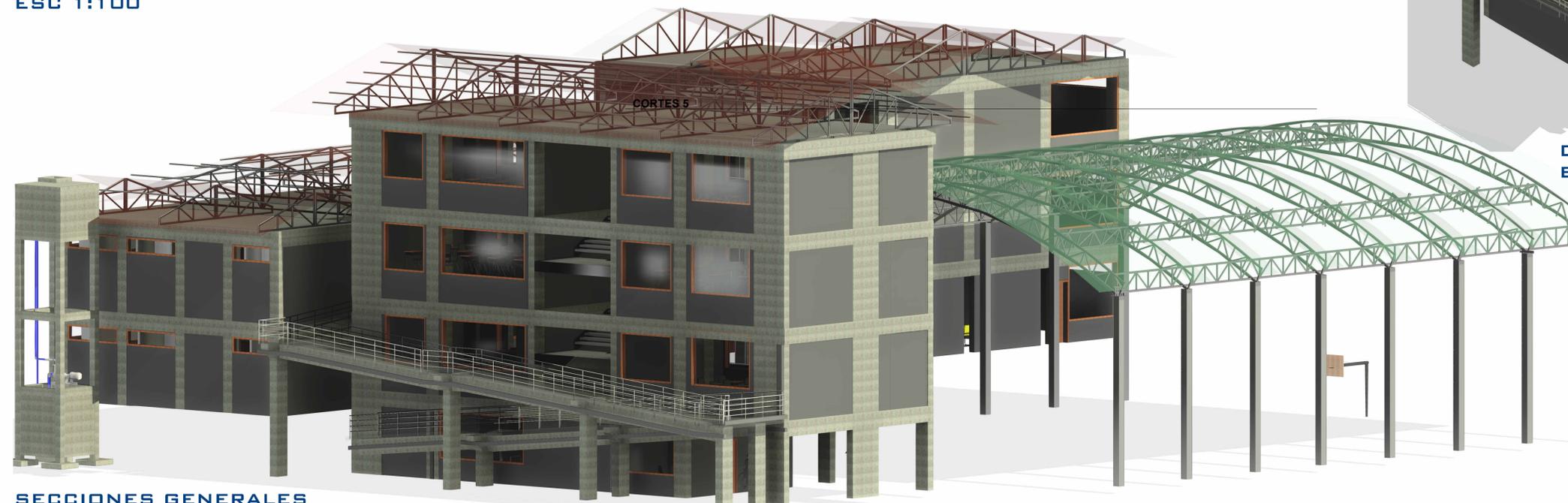
DETALLE DE CORTES  
ESC 1:100



SECCIONES GENERALES  
ESC 1:100



DETALLE DE CORTES  
ESC 1:100



SECCIONES GENERALES  
ESC 1:100

UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE SAN  
ANTONIO ABAD  
DEL CUSCO



UBICACION:  
"MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO EDUCATIVO DEL NIVEL PRIMARIA DE LA I.E. N°  
51076 SANTA ANITA, IMPLEMENTANDO LA METEOROLOGIA BIMEN EN EL DISTRITO DE SANTA ANITA -  
PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DE CUSCO"

UBICACION:  
DISTRITO: Santa Ana  
PROVINCIA: La Convención  
REGION: Cusco

FECHA:  
27/05/2025  
19:53:58

TESISTA:  
BACH. SUENER ARTEAGA ALVAREZ

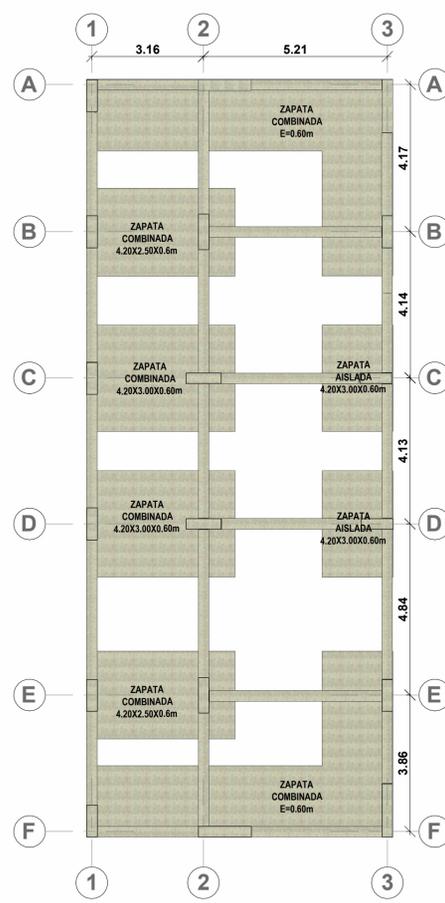
ASESOR:  
ING. JOSE FELIPE AZPILCUETA CARBONELL

LABOR:

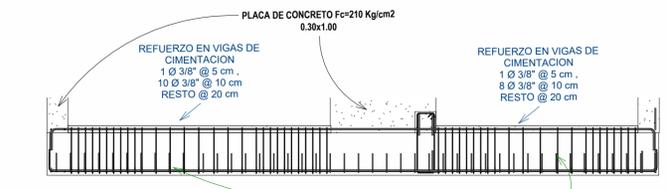
A-06

PLANO:  
SECCIONES GENERALES

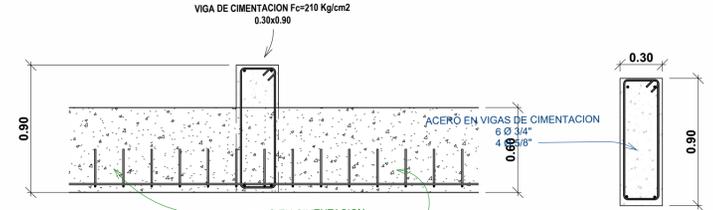
Escalas:



**VISTA EN PLANTA ESC 1:100**



**VISTA EN CORTE EJE A-A ESC 1:50**

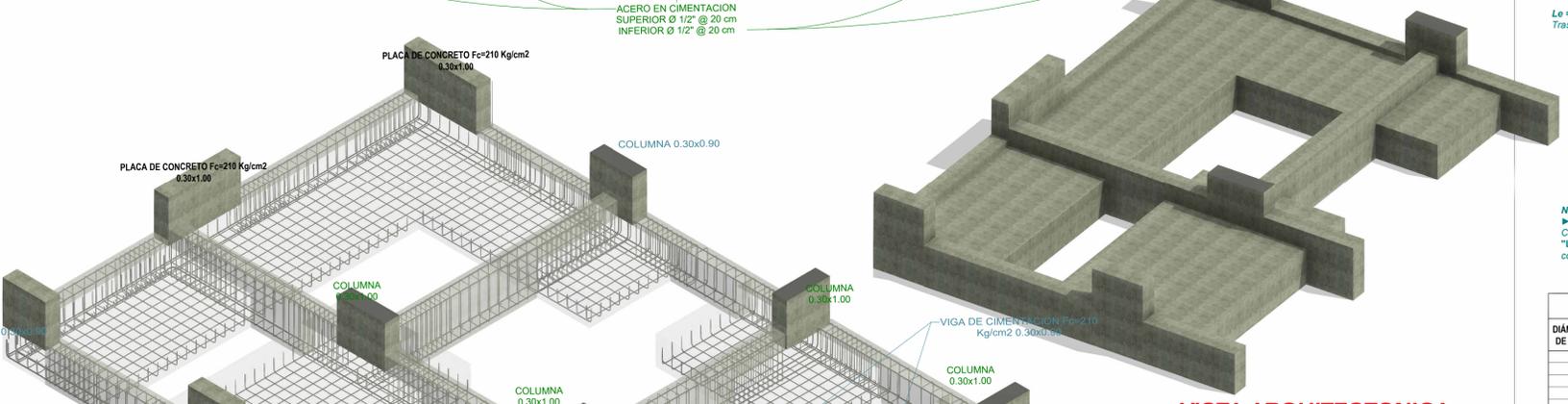


**VISTA EN CORTE ZAPATA ESC 1:25**

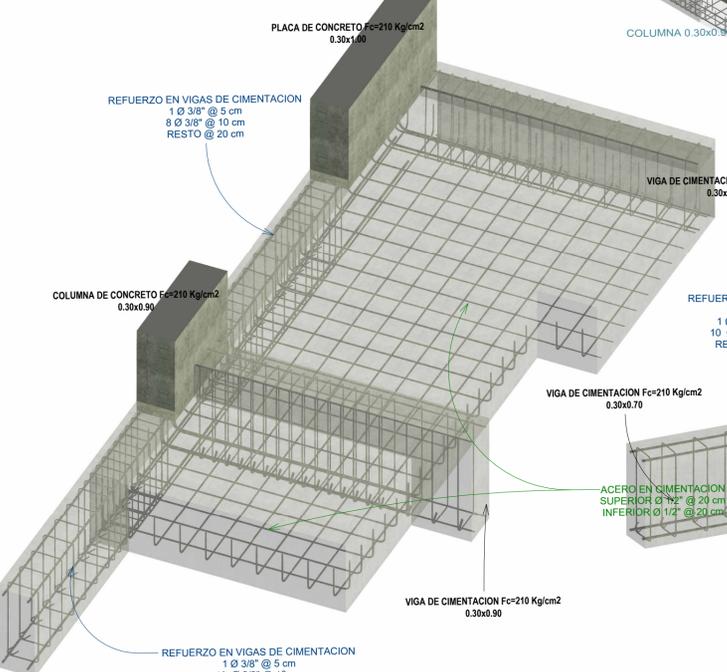
**VISTA EN CORTE VIGA ESC 1:25**



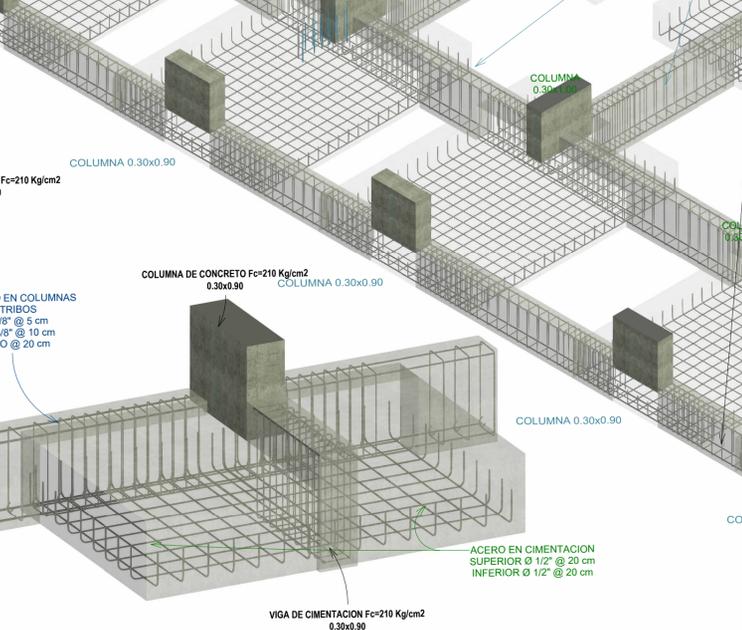
**VISTA EN CORTE EJE 1-1 ESC 1:50**



**VISTA ARQUITECTONICA ESC 1:50**



**VISTA DETALLE ZAPATA COMBINADA ESC 1:25**



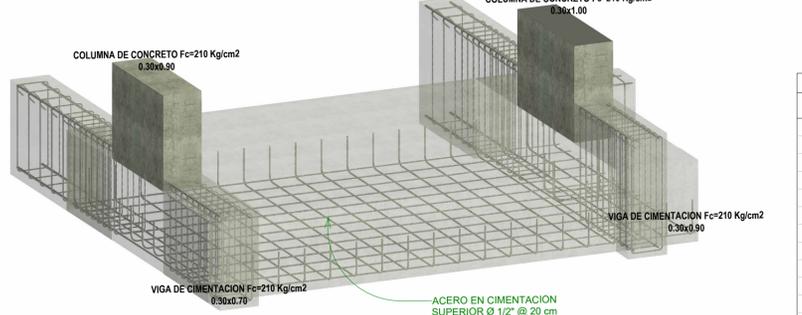
**VISTA DETALLE ZAPATA AISLADA ESC 1:25**



**VISTA ISOMETRICA ESTRUCTURAS ESC 1:50**



**VISTA DETALLE ZAPATA COMBINADA ESC 1:50**

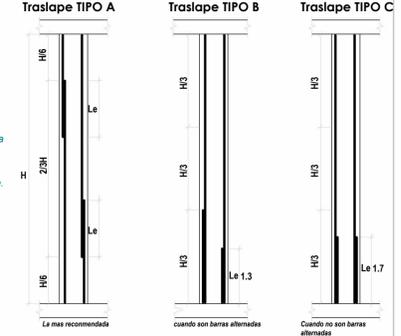


**VISTA DETALLE ZAPATA COMBINADA ESC 1:25**

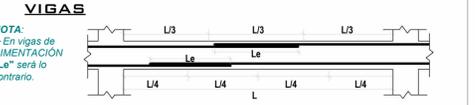
**ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES**

- CONCRETO ARMADO**  
Se utilizará para: (Columnas, Placas, Vigas, Losas, Escaleras, Zapatas, Castillos o Columnetas salvo excepciones) Con: (Acero corrugado doblado en Frio.)  
- CONCRETO : f'c = 210 kg/cm2  
- ACERO DE REFUERZO : fy = 4200 kg/cm2
- CONCRETO CICLOPEO**  
- CIMENTOS CORRIDOS : Concreto Hormigon 1:10 + 30% PG de (4"max)  
- SOBRECIMENTOS : Concreto Hormigon 1:8 + 25% PM de (3"max)
- CONCRETO SIMPLE**  
- SOLADOS : Concreto f'c = 100 kg/cm2, Espesor de 10 cm.
- RECUBRIMIENTOS**  
- VIGAS PERALTADAS Y COLUMNAS : 4 cm. - VIGAS CHATAS : 4 cm.  
- ZAPATAS Y VIGAS DE CIMENTACION : 7 cm. - ESCALERAS Y LOSAS : 2.5 cm.
- TRASLAPE EN COLUMNAS Y VIGAS**

**COLUMNAS**



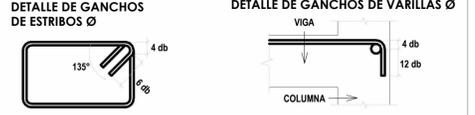
L = longitud.  
H = Altura de Piso a Techo o Viga.  
Le = Longitud de Traslape o Empalme.



NOTA: En vigas de CIMENTACION "Le" será lo contrario.

DIÁMETRO DE BARRA	LONGITUD DE EMPALME MINIMO PARA COLUMNAS			LONGITUD DE EMPALME MINIMO PARA VIGAS	
	Traslape TIPO A	Traslape TIPO B	Traslape TIPO C	DIÁMETRO DE BARRA	TRASLAPE (SUPERIOR E INFERIOR)
3/8"	30 CM.	39 CM.	51 CM.	3/8"	45 CM.
1/2"	32 CM.	42 CM.	54 CM.	1/2"	50 CM.
5/8"	40 CM.	52 CM.	68 CM.	5/8"	70 CM.
3/4"	54 CM.	70 CM.	92 CM.	3/4"	90 CM.
1"	97 CM.	126 CM.	165 CM.	1"	165 CM.

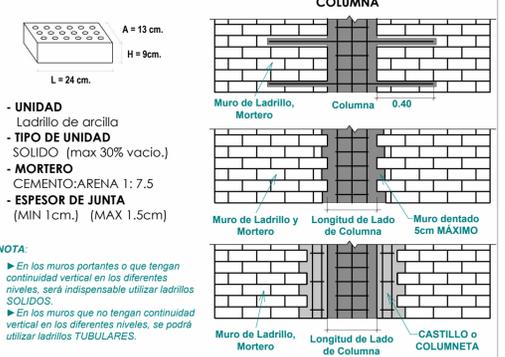
**LONGITUDES MINIMAS DE ANCLAJES**



Ø	LONGITUD DE GANCHO (ESTRIBO)			LONGITUD DE GANCHO (ANCLAJE)		
	db (mm)	Long. (mm) (4 x db) + (6 x db)	TOTAL Long. (cm)	Ø	db (mm)	TOTAL Long. (cm)
1/4"	6.4	64	7	1/4"	6.4	102.4
3/8"	9.5	95	10	3/8"	9.5	152
1/2"	12.7	127	13	1/2"	12.7	203.2
5/8"	15.9	159	15	5/8"	15.9	254.4
3/4"	19.1	191	17	3/4"	19.1	305.6
1"	25.4	254	20	1"	25.4	406.4

NOTA: Considerar 7.5 cm Gancho minimo

**ALBAÑILERIA**



- UNIDAD: Ladrillo de arcilla
- TIPO DE UNIDAD: SOLIDO (max 30% vacio.)
- MORTERO: CEMENTO:ARENA 1: 7.5
- ESPESOR DE JUNTA: (MIN 1cm.) (MAX 1.5cm)

NOTA: En los muros portantes o que tengan continuidad vertical en los diferentes niveles, será indispensable utilizar ladrillos SOLIDOS. En los muros que no tengan continuidad vertical en los diferentes niveles, se podrá utilizar ladrillos TUBULARES.

LEYENDA			
SIMB.	DESCRIPCIÓN	SIMB.	DESCRIPCIÓN
C-1	Columna tipo 1	N0+/- 00	Nivel Cero Cero
Z-1	Zapata tipo 1	f'c	Resistencia del Concreto
V	Viga de Cimentación	fy	Limite de Fluencia del Acero
Ø	Viga de Arriostro	P	Piedra Grande
ØC	Viga de Conexión	Ø	Piedra Mediana
C	Cimiento Corrido	M	Cemento : Hormigon
S	Sobre Cimiento	Ø	Distribución de cada:
N	Nivel	Ø	Diametro de acero
NF	Nivel de Fondo de Zapata	Rto	Resto
NF	Nivel de Fondo de CC	d	diametro de barra
N	Nivel de Terreno Natural	s	Distribución de acero
N	Nivel de Piso Terminado		

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

UBICACION: DISTRITO: Santa Ana, PROVINCIA: La Convención, REGION: Cuzco

UBICACION Y AMPLIACION DEL SERVICIO EDUCATIVO DEL NIVEL PRIMARIA DE LA I.E. N° 51076 SANTA ANITA, IMPLEMENTANDO LA METODOLOGIA BIMEN EL DISTRITO DE SANTA ANA - PROVINCIA DE LA CONVENCION - DEPARTAMENTO DE CUSCO

TESISTA: BACH. SUENER ARTEAGA ALVAREZ

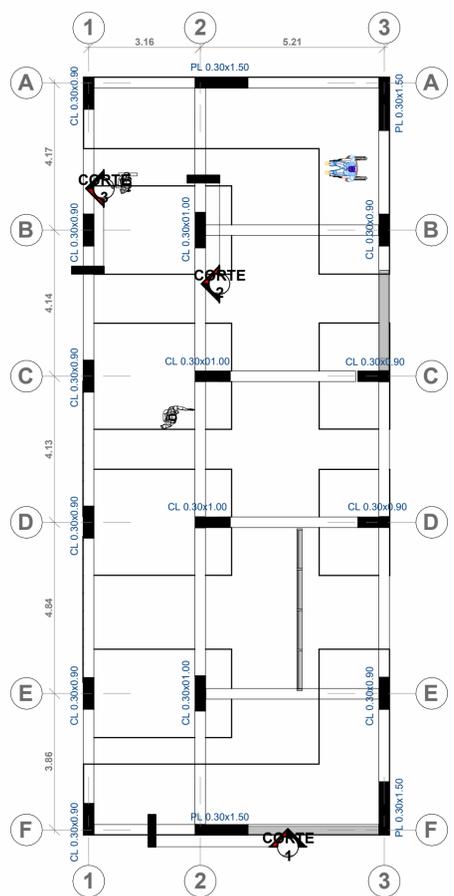
ASESOR: ING. JOSE FELIPE AZPILICUETA CARBONELL

FECHA: 23/05/2025

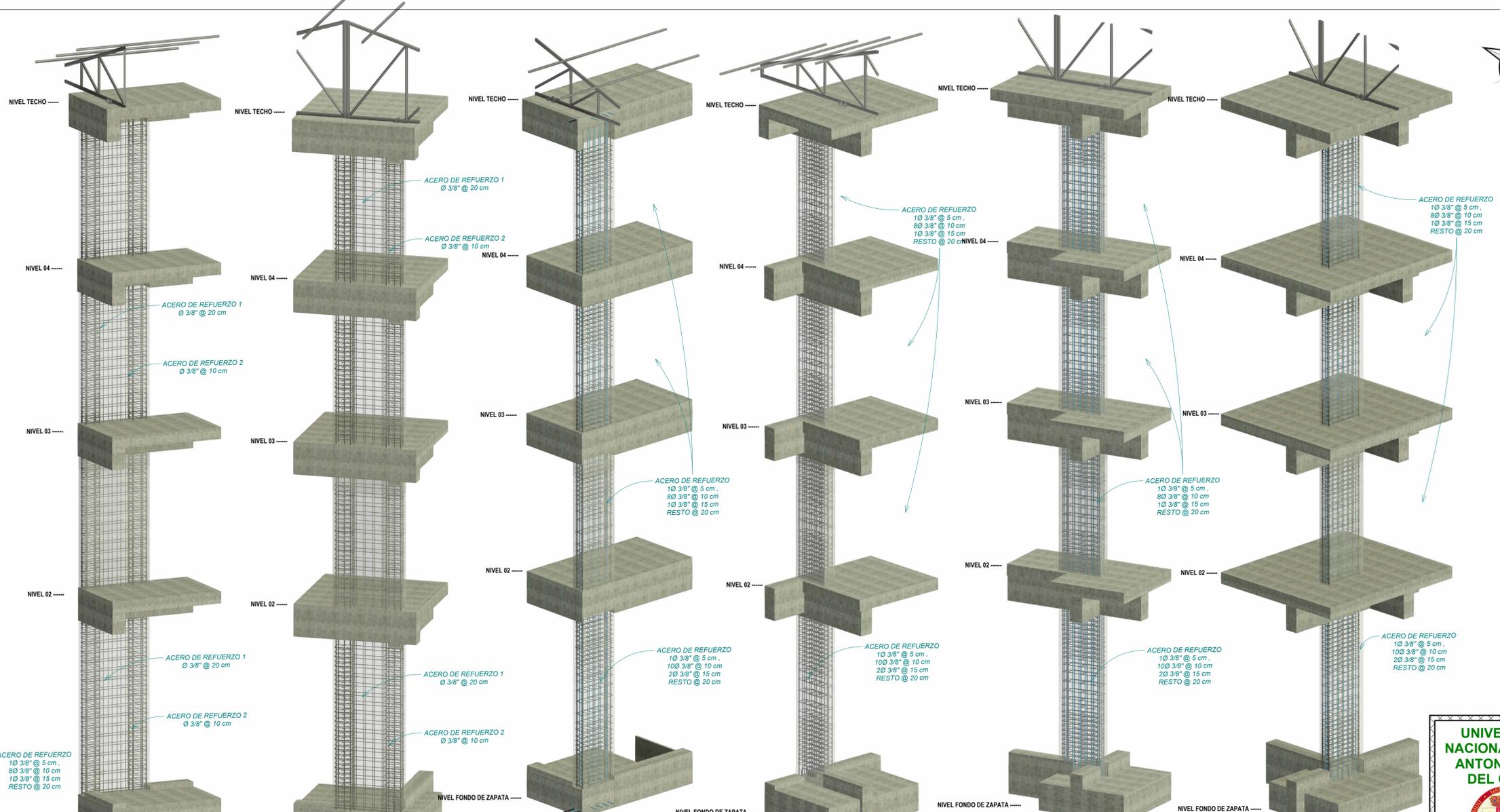
Escalas: Como se indica

DETALLE DE CIMENTACION

**E-01**



VISTA EN PLANTA  
ESC 1:100



ISOMETRICO PL 30X150  
ESC 1:50

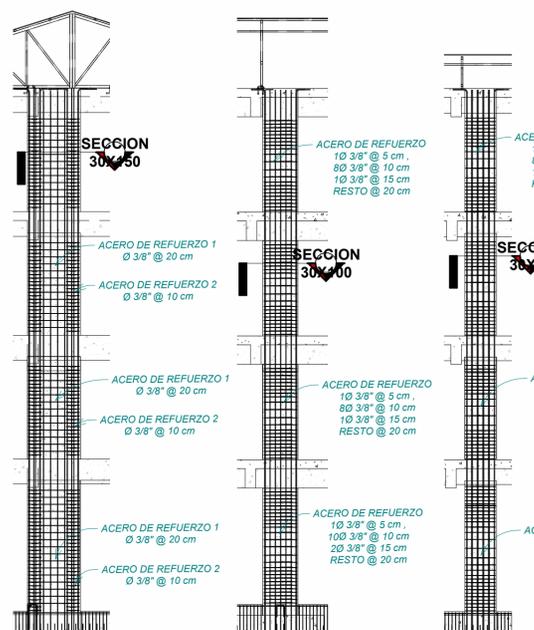
ISOMETRICO PL 30X100  
ESC 1:50

ISOMETRICO CL 30X90  
ESC 1:50

ISOMETRICO CL 30X90  
ESC 1:50

ISOMETRICO CL 30X100  
ESC 1:50

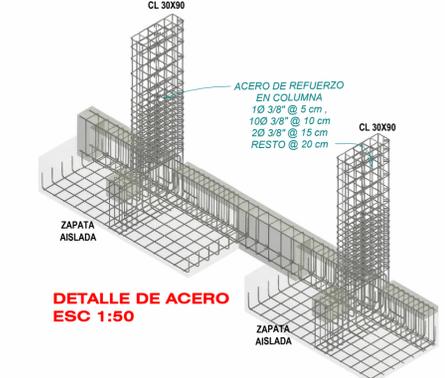
ISOMETRICO CL 30X100  
ESC 1:50



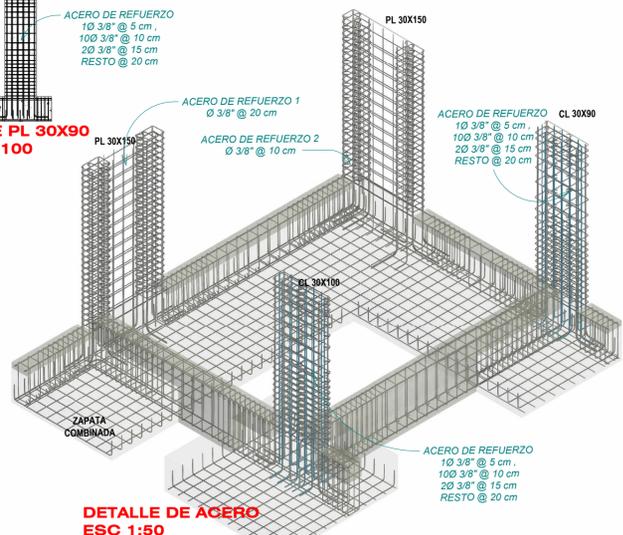
CORTE PL 30X150  
ESC 1:100

CORTE PL 30X100  
ESC 1:100

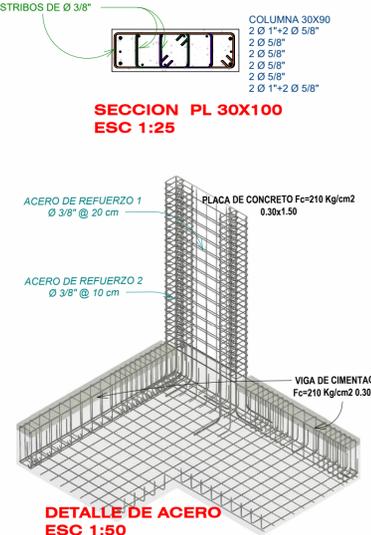
CORTE PL 30X90  
ESC 1:100



DETALLE DE ACERO  
ESC 1:50



DETALLE DE ACERO  
ESC 1:50



DETALLE DE ACERO  
ESC 1:50



SECCION PL 30X150  
ESC 1:25



SECCION PL 30X90  
ESC 1:25

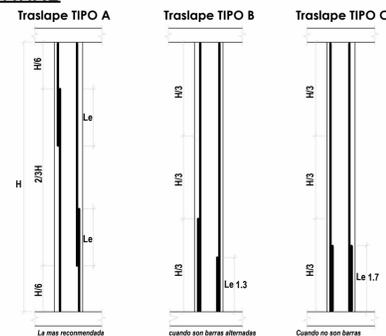


SECCION PL 30X100  
ESC 1:25

### ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES

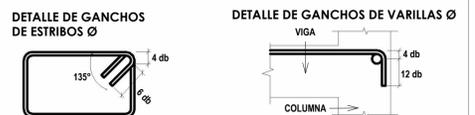
- CONCRETO ARMADO**  
Se utilizará para: (Columnas, Placas, Vigas, Losas, Escaleras, Zapatas, Castillos o Columnetas salvo excepciones) Con: (Acero corrugado doblado en frío.)  
- CONCRETO : f'c = 210 kg/cm<sup>2</sup>  
- ACERO DE REFUERZO : fy = 4200 kg/cm<sup>2</sup>
- RECUBRIMIENTOS**  
- VIGAS PERALTADAS Y COLUMNAS : 4 cm. - VIGAS CHATAS : 4 cm.  
- ZAPATAS Y VIGAS DE CIMENTACIÓN : 7 cm. - ESCALERAS Y LOSAS : 2.5 cm.
- TRASLAPE EN COLUMNAS Y VIGAS**

#### COLUMNAS



LONGITUD DE EMPALME MINIMO PARA COLUMNAS			
DIAMETRO DE BARRA	Longitud de Empalme en Concreto f'c > 175 kg/cm <sup>2</sup>	Traslape TIPO A	Traslape TIPO B
3/8"	30 cm.	39 cm.	51 cm.
1/2"	32 cm.	42 cm.	54 cm.
5/8"	40 cm.	52 cm.	68 cm.
3/4"	54 cm.	70 cm.	92 cm.
1"	97 cm.	126 cm.	165 cm.

#### LONGITUDES MINIMAS DE ANCLAJES



LONGITUD DE GANCHO (ESTRIBO)		
Ø	db	Long. (mm)
1/4"	6.4	64
3/8"	9.5	95
1/2"	12.7	127

LONGITUD DE GANCHO (ANCLAJE)		
Ø	db	Long. (mm)
1/4"	6.4	102.4
3/8"	9.5	152
1/2"	12.7	203.2
5/8"	15.9	254.4
3/4"	19.1	305.6
1"	25.4	406.4

NOTA: ► Considerar 7.5 cm Gancho minimo

#### LEYENDA

SIMB.	DESCRIPCIÓN	SIMB.	DESCRIPCIÓN
C-	Columna tipo 1	N0+/- 00	Nivel Cero Cero
Z-1	Zapata tipo 1	f'c	Resistencia del Concreto
V	Viga de Cimentación	fy	Límite de Fluencia del Acero
Ø	Viga de Arriostro	P	Piedra Grande
ØC	Viga de Conexión	M	Piedra Mediana
C	Cimiento Corrido	S	Cemento : Hormigon
S	Sobre Cimiento	Ø	Distribución a cada:
N	Nivel	Ø	Diametro de acero
NF	Nivel de Fondo de Zapata	R	Resto
NF	Nivel de Fondo de CC	d	diámetro de barra
NT	Nivel de Terreno Natural	Ø	Distribución de acero
NP	Nivel de Piso Terminado	s	



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL CUSCO

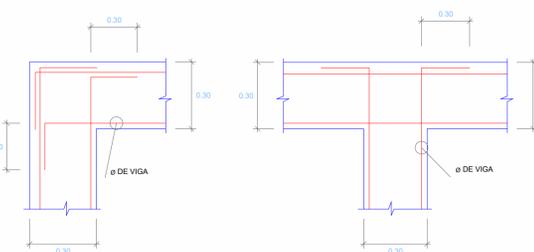
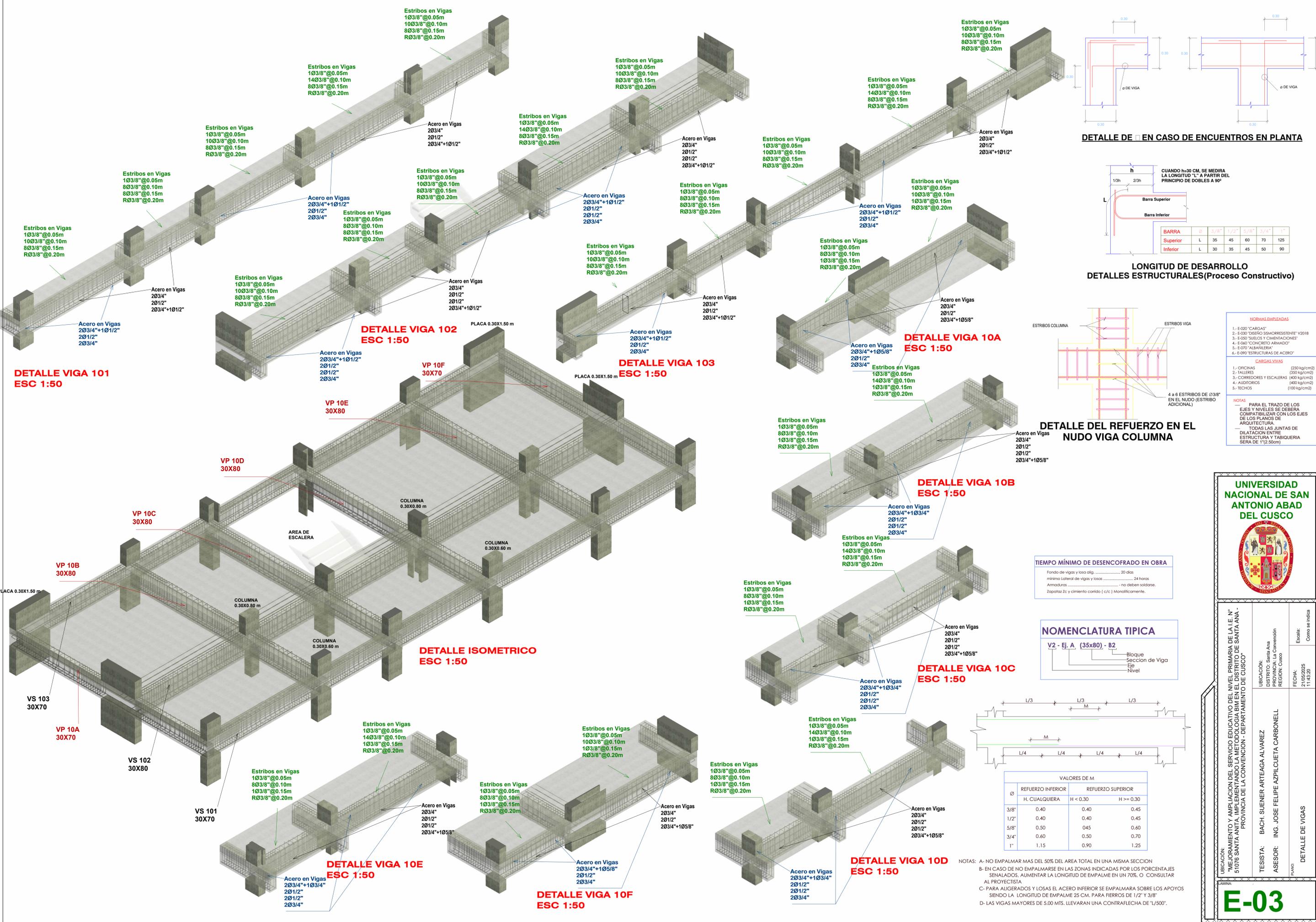
UBICACIÓN: SANTA ANA  
DISTRITO: SANTA ANA  
PROVINCIA: LA CONVENCIÓN  
REGION: CUSCO

FECHA: 26/05/2025  
Escala: Como se indica

TESTISTA: BACH. SUENER ARTEAGA ALVAREZ  
ASESOR: ING. JOSE FELIPE AZPILICUETA CARBONELL

DETALLE DE COLUMNAS

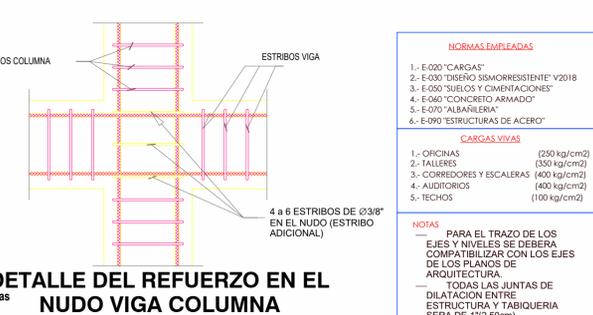
E-02



DETALLE DE EN CASO DE ENCUENTROS EN PLANTA



LONGITUD DE DESARROLLO  
DETALLES ESTRUCTURALES (Proceso Constructivo)



DETALLE DEL REFUERZO EN EL NUDO VIGA COLUMNA

- NORMAS EMPLEADAS**
- E-020 "CARGAS"
  - E-030 "DISEÑO SISMORESISTENTE" V2018
  - E-050 "SUELOS Y CIMENTACIONES"
  - E-060 "CONCRETO ARMADO"
  - E-070 "ALBAÑILERIA"
  - E-090 "ESTRUCTURAS DE ACERO"
- CARGAS VIVAS**
- NOTAS
- PARA EL TRAZO DE LOS EJES Y NIVELES SE DEBERA COMPATIBILIZAR CON LOS EJES DE LOS PLANOS DE ARQUITECTURA
  - TODAS LAS JUNTAS DE DILATACION ENTRE ESTRUCTURA Y TABIQUERIA SERA DE 1"(2.50cm)

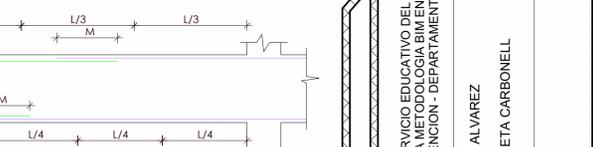
**TIEMPO MÍNIMO DE DESECOFRADO EN OBRA**

Fondo de vigas y losa alig. .... 20 días

mínimo Laterales de vigas y losas ..... 24 horas

Armaduras ..... no deben soldarse.

Zapatitas Zc y cimiento corrido (c/c) Monolíticamente.



Ø	VALORES DE M	
	REFUERZO INFERIOR	REFUERZO SUPERIOR
	H. CUALQUIERA	H < 0.30
3/8"	0.40	0.40
1/2"	0.40	0.45
5/8"	0.50	0.60
3/4"	0.60	0.70
1"	1.15	0.90

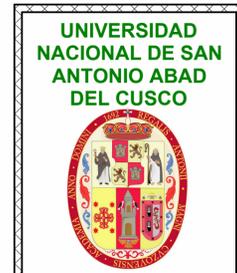
NOTAS:

A- NO EMPALMAR MÁS DEL 50% DEL ÁREA TOTAL EN UNA MISMA SECCIÓN

B- EN CASO DE NO EMPALMARSE EN LAS ZONAS INDICADAS POR LOS PORCENTAJES SEÑALADOS, AUMENTAR LA LONGITUD DE EMPALME EN UN 70% O CONSULTAR AL PROYECTISTA

C- PARA ALIGERADOS Y LOSAS EL ACERO INFERIOR SE EMPALMARA SOBRE LOS APOYOS SIENDO LA LONGITUD DE EMPALME 25 CM. PARA FIERROS DE 1/2" Y 3/8"

D- LAS VIGAS MAYORES DE 5.00 MTS. LLEVARAN UNA CONTRALFECHA DE "L/500".



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAAD DEL CUSCO**

UBICACIÓN: DISTRITO: Santa Ana, PROVINCIA: La Convención, REGION: Cuzco

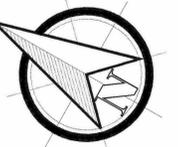
TESTISTA: BACH. SUENER ARTEAGA ALVAREZ

ASESOR: ING. JOSE FELIPE AZPILICUETA CARBONELL

FECHA: 21/05/2025

PLANO: DETALLE DE VIGAS

**E-03**



### ESPECIFICACIONES TECNICAS

**CONCRETO ARMADO**  
 Se utilizará para: LOSA ALIGERADA, LOSA MASISA Y VIGAS en general.  
 - CONCRETO :  $f'c = 210$  kg/cm<sup>2</sup>  
 - ACERO DE REFUERZO:  $f_y = 4200$  kg/cm<sup>2</sup>

**LOSA MASISA (LM)**  
 Se utilizará LOSA MASISA de altura 20cm. En zonas críticas como:  
 ▶ Arranques y finales de ESCALERAS.  
 ▶ Áreas donde aya INSTALACIONES SANITARIAS.  
 ▶ Zonas afectadas por tuberías.

**VIGAS**  
 Las vigas en general no podrán ser perjudicadas por otras disciplinas, en caso suceda, reforzarla con LM.

**RECUBRIMIENTOS**  
 - VIGAS Y COLUMNAS : 4 cm.  
 - ESCALERAS Y LOSAS : 2.5 cm.

**TRASLAPE EN VIGAS**

**LONGITUD DE EMPALME MINIMO PARA VIGAS**

DIÁMETRO DE BARRA	TRASLAPE (SUPERIOR E INFERIOR)
3/8"	45 cm.
1/2"	50 cm.
5/8"	70 cm.
3/4"	90 cm.
1"	165 cm.

*L = longitud. H = Altura de Piso o Techo o Viga. Le = Longitud de Traslape o Empalme.*

**LONGITUDES MINIMAS DE ANCLAJE**

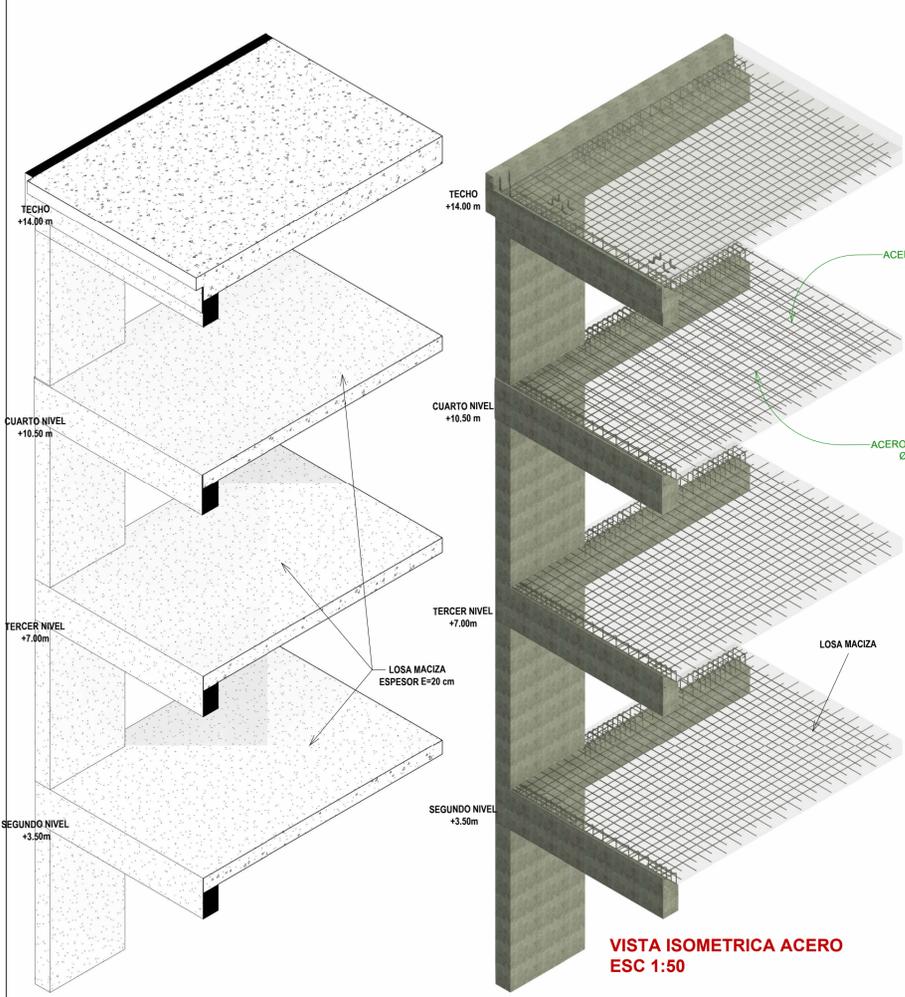


LONGITUD DE GANCHO (Estribos)			
Ø	db (mm)	Long. (mm) (4 x db) + (6 x db)	TOTAL Long. (cm)
1/4"	6.4	6.4	7
3/8"	9.5	9.5	10
1/2"	12.7	12.7	13

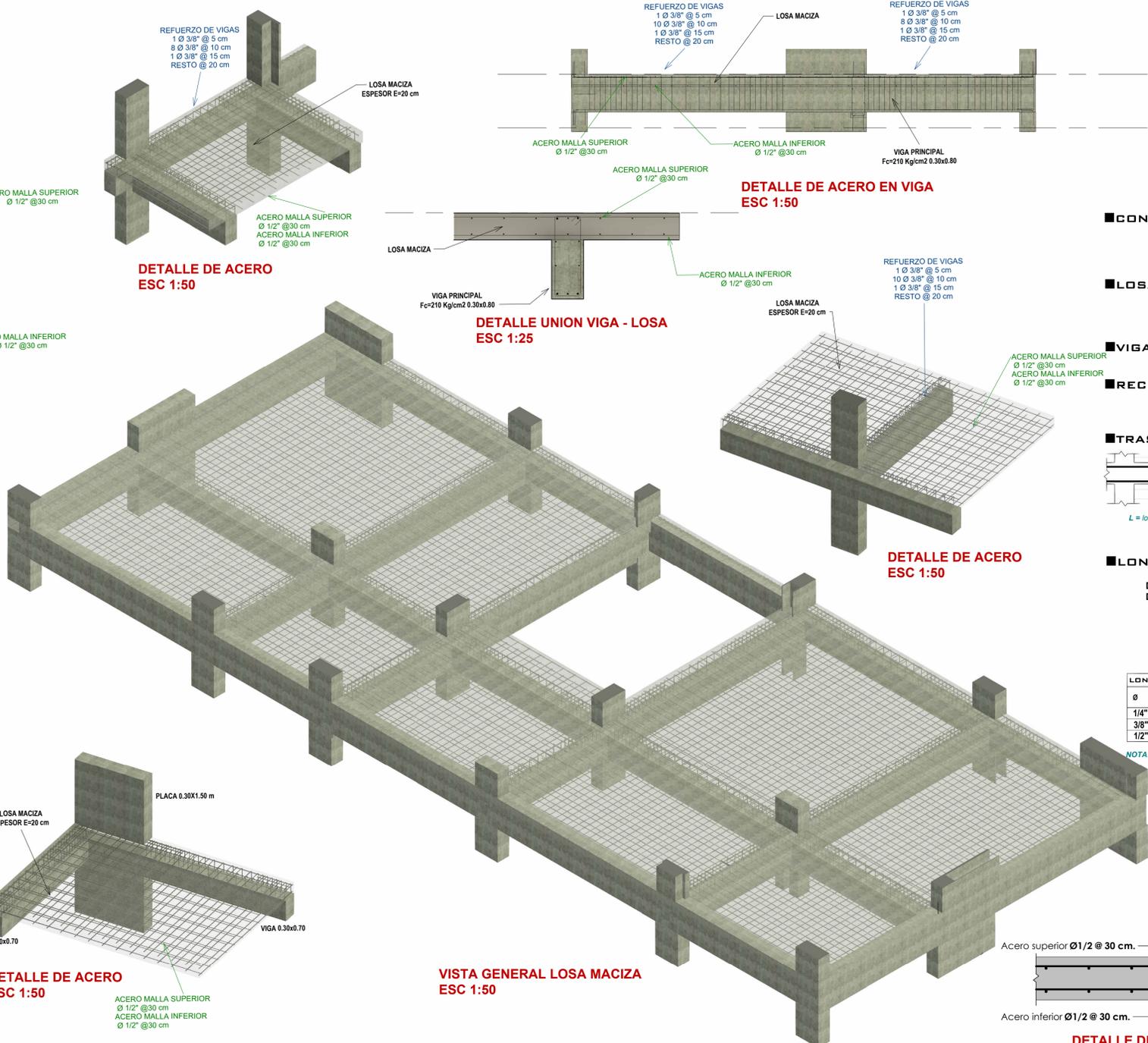


LONGITUD DE GANCHO (ANCLAJE)			
Ø	db (mm)	Long. (mm) (4 x db) + (12 x db)	TOTAL Long. (cm)
1/4"	6.4	102.4	10
3/8"	9.5	152	15
1/2"	12.7	203.2	20
5/8"	15.9	254.4	25
3/4"	19.1	305.6	30
1"	25.4	406.4	40

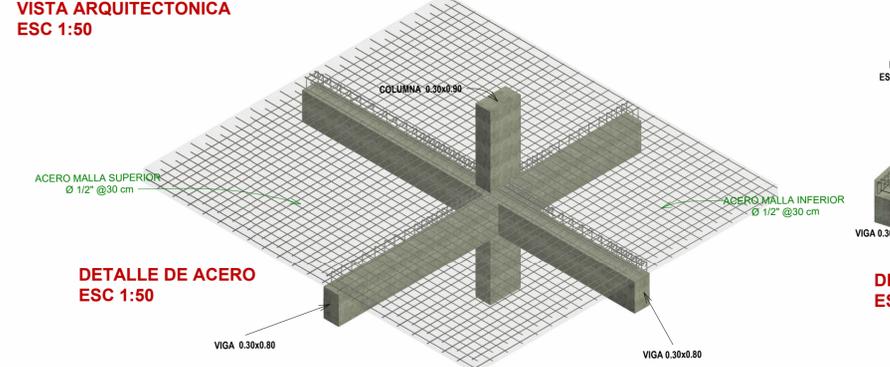
NOTA: Considerar 7.5 cm Gancho mínimo



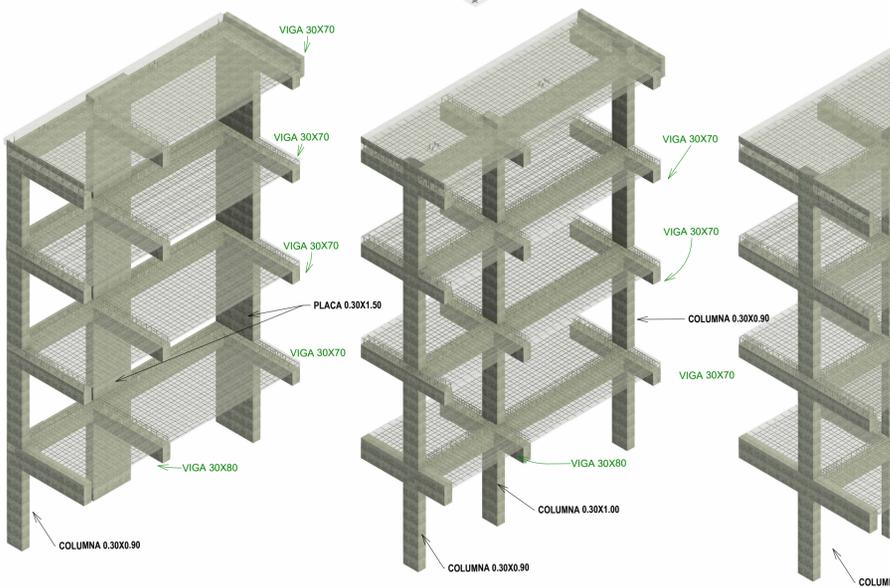
**VISTA ARQUITECTONICA ESC 1:50**



**VISTA GENERAL LOSA MACIZA ESC 1:50**



**DETALLE DE ACERO ESC 1:50**



**DETALLE DE ACERO EJE AA ESC 1:100**

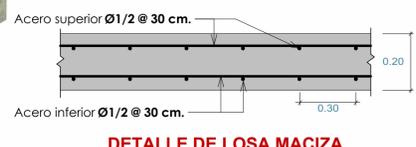
**DETALLE DE ACERO EJE BB ESC 1:100**

**DETALLE DE ACERO EJE CC ESC 1:100**

**DETALLE DE ACERO EJE DD ESC 1:100**

**DETALLE DE ACERO EJE EE ESC 1:100**

**DETALLE DE ACERO EJE FF ESC 1:100**



**DETALLE DE LOSA MACIZA**

**LEYENDA**

SIMB.	DESCRIPCIÓN
C-	Columna tipo I
Z-1	Zapata tipo I
V	Viga Principal
Ø	Viga Secundaria
Øc	Viga Chata
Øb	Viga de Borde
Øg	Vigueta
N	Nivel
NT	Nivel de Terreno Natural
NO/00	Nivel Cero Cero
NPT	Nivel de Piso Terminado
STR.	ESTRUCTURA
ARQ.	ARQUITECTURA
Rc	Resistencia del Concreto
fy	Límite de Fluencia del Acero
@	Distribución a cada:
Ø	Diámetro de acero
Rto.	Resto
db	diámetro de barra
As	Distribución de acero



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAAD DEL CUSCO

UBICACIÓN: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO EDUCATIVO DEL NIVEL PRIMARIA DE LA I.E. N° 51076 SANTA ANITA, IMPLEMENTANDO LA METODOLOGÍA BIM EN EL DISTRITO DE SANTA ANITA - PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DE CUSCO"

TESTISTA: BACH. SUENER ARTEAGA ALVAREZ  
 ASESOR: ING. JOSE FELIPE AZPILCUETA CARBONELL

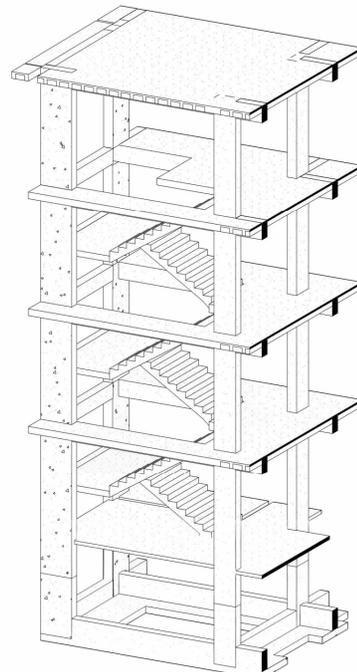
FECHA: 21/05/2025  
 ESCALA: Como se indica

PLANO: DETALLE DE LOSA

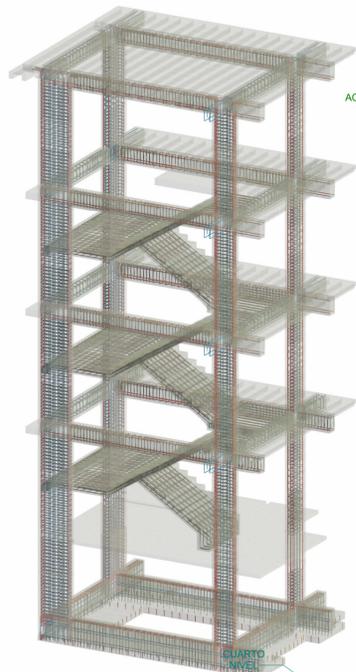
**E-04**



**DETALLE ARQUITECTURA**  
ESC 1:100



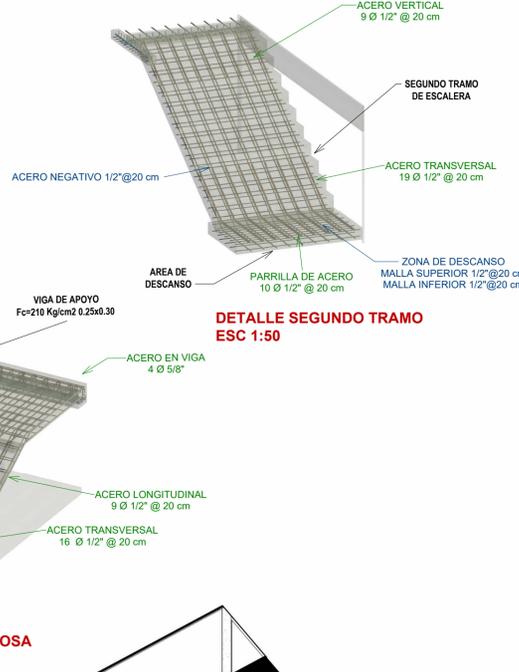
**DETALLE ANALITICO**  
ESC 1:100



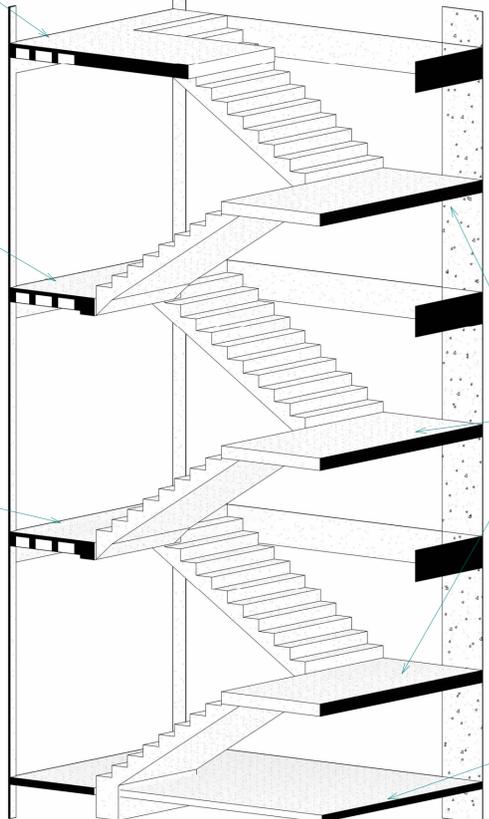
**DETALLE ESTRUCTURAS**  
ESC 1:100



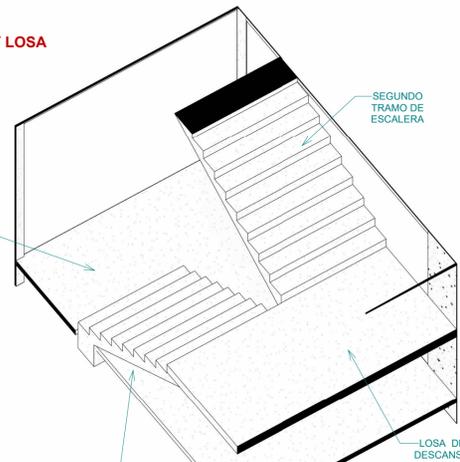
**DETALLE PRIMER TRAMO**  
ESC 1:50



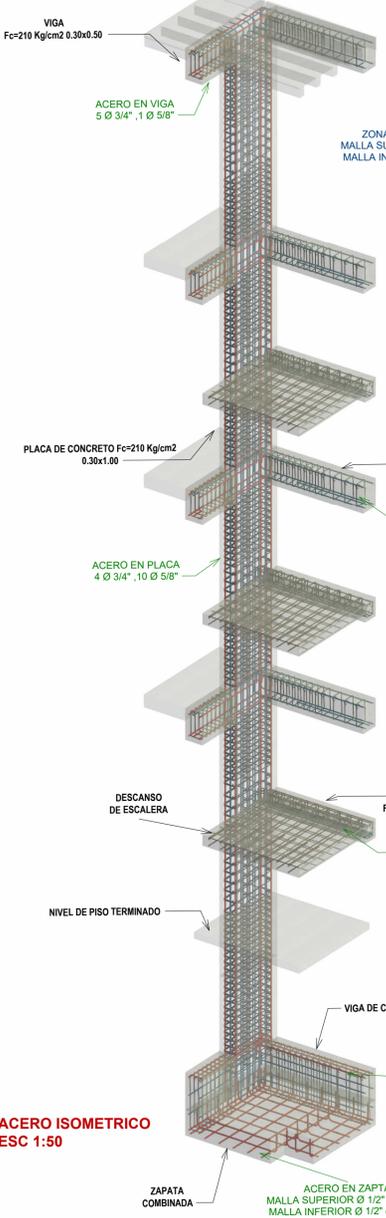
**DETALLE SEGUNDO TRAMO**  
ESC 1:50



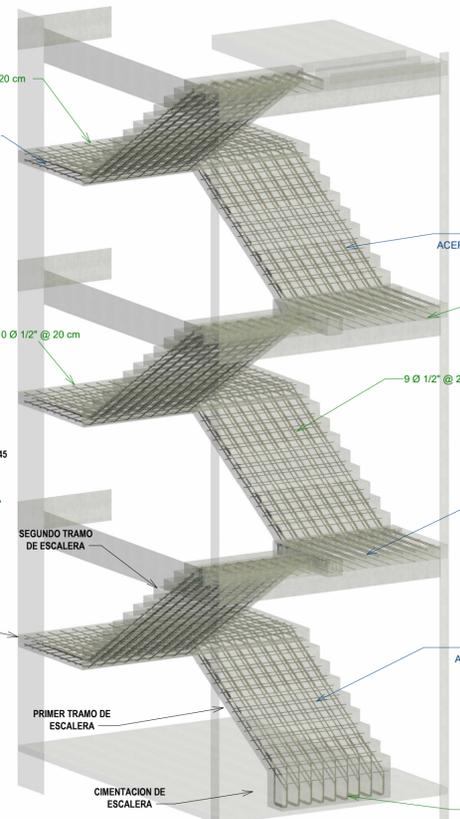
**DETALLE PRIMER TRAMO Y LOSA**  
ESC 1:50



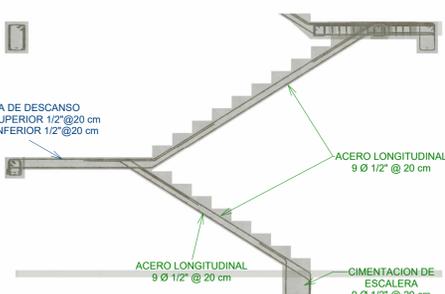
**DETALLE ARQUITECTONICO**  
ESC 1:50



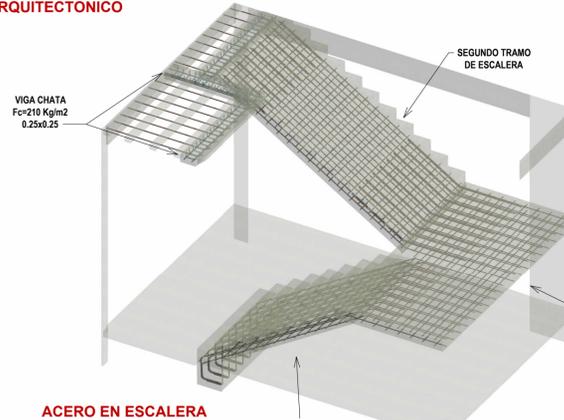
**ACERO ISOMETRICO**  
ESC 1:50



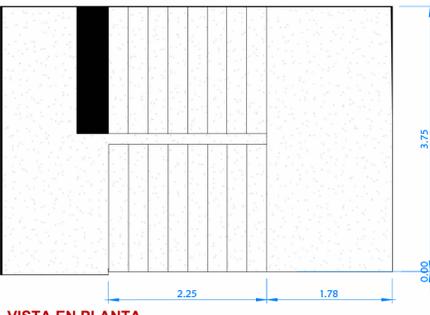
**DETALLE ESTRUCTURAS**  
ESC 1:50



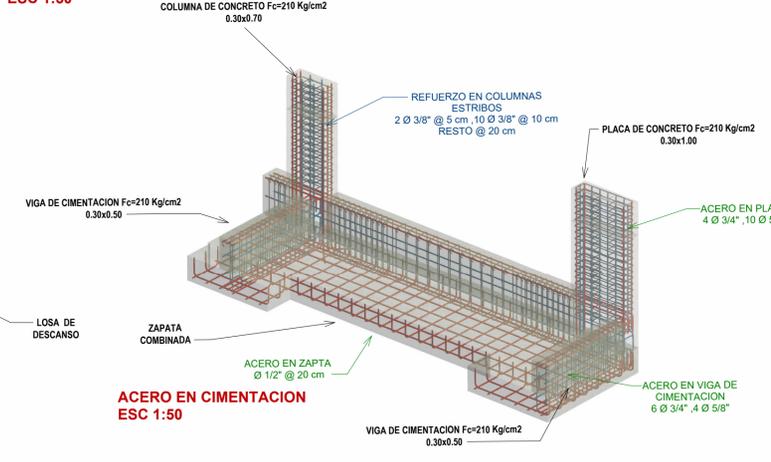
**VISTA EN CORTE**  
ESC 1:50



**ACERO EN ESCALERA**  
ESC 1:50



**VISTA EN PLANTA**  
ESC 1:50



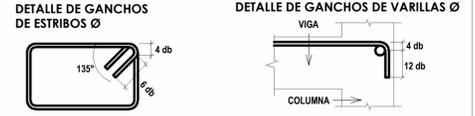
**ACERO EN CIMENTACION**  
ESC 1:50

**ESPECIFICACIONES TECNICAS GENERALES**

- CONCRETO ARMADO**  
Se utilizará para: (Columnas, Placas, Vigas, Losas, Escaleras, Zapatas, Castillos o Columnetas salvo excepciones) Con: (Acero corrugado doblado en Frio.)  
- CONCRETO : f'c = 210 kg/cm2  
- ACERO DE REFUERZO : fy = 4200 kg/cm2
- CONCRETO CICLOPED**  
- CIMENTOS CORRIDOS : Concreto Hormigon 1:10 + 30% PG de (6"max)  
- SOBRECIMENTOS : Concreto Hormigon 1:8 + 25% PM de (3"max)
- CONCRETO SIMPLE**  
- SOLADOS : Concreto f'c = 100 kg/cm2, Espesor de 10 cm.
- RECUBRIMIENTOS**  
- VIGAS PERALTADAS Y COLUMNAS : 4 cm. - VIGAS CHATAS : 4 cm.  
- ZAPATAS Y VIGAS DE CIMENTACION : 7 cm. - ESCALERAS Y LOSAS : 2.5 cm.
- TRASLAPE EN COLUMNAS Y VIGAS**

LONGITUD DE EMPALME MINIMO PARA COLUMNAS				LONGITUD DE EMPALME MINIMO PARA VIGAS	
DIAMETRO DE BARRA	Longitud de Empalme en Concreto Fc > 175 kg/cm²			DIAMETRO DE BARRA	TRASLAPE (SUPERIOR E INFERIOR)
	Traslape TIPO A	Traslape TIPO B	Traslape TIPO C		
3/8"	30 cm.	39 cm.	51 cm.	3/8"	45 cm.
1/2"	32 cm.	42 cm.	54 cm.	1/2"	50 cm.
5/8"	40 cm.	52 cm.	68 cm.	5/8"	70 cm.
3/4"	54 cm.	70 cm.	92 cm.	3/4"	90 cm.
1"	97 cm.	126 cm.	165 cm.	1"	165 cm.

**LONGITUDES MINIMAS DE ANCLAJES**



LONGITUD DE GANCHO (ESTRIBO)				LONGITUD DE GANCHO (ANCLAJE)			
Ø	db	Long. (mm)	TOTAL Long. (cm)	Ø	db	Long. (mm)	TOTAL Long. (cm)
1/4"	6.4	64	7	1/4"	6.4	102.4	10
3/8"	9.5	95	10	3/8"	9.5	152	15
1/2"	12.7	127	13	1/2"	12.7	203.2	20
				5/8"	15.9	254.4	25
				3/4"	19.1	305.6	30
				1"	25.4	406.4	40

NOTA: ► Considerar 7.5 cm Gancho minimo

**LEYENDA**

SIMB.	DESCRIPCION
C-	Columna tipo 1
Z-1	Zapata tipo 1
V	Viga de Cimentación
Ø	Viga de Arriostro
ØC	Viga de Conexión
Ø	Cimiento Corrido
S	Sobre Cimiento
N	Nivel
NF	Nivel de Fondo de Zapata
NF	Nivel de Fondo de CC
N	Nivel de Terreno Natural
NP	Nivel de Piso Terminado
f'c	Resistencia del Concreto
fy	Limite de Fluencia del Acero
PG	Piedra Grande
PM	Piedra Mediana
C:H	Cemento : Hormigon
@	Distribución a cada:
Ø	Diamtro de acero
db	diametro de barra
As	Distribución de acero

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

UBICACION: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO EDUCATIVO DEL NIVEL PRIMARIA DE LA I.E. N° 51076 SANTA ANITA, IMPLEMENTANDO LA METODOLOGIA BIMEN EN EL DISTRITO DE SANTA ANITA - PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DE CUSCO"

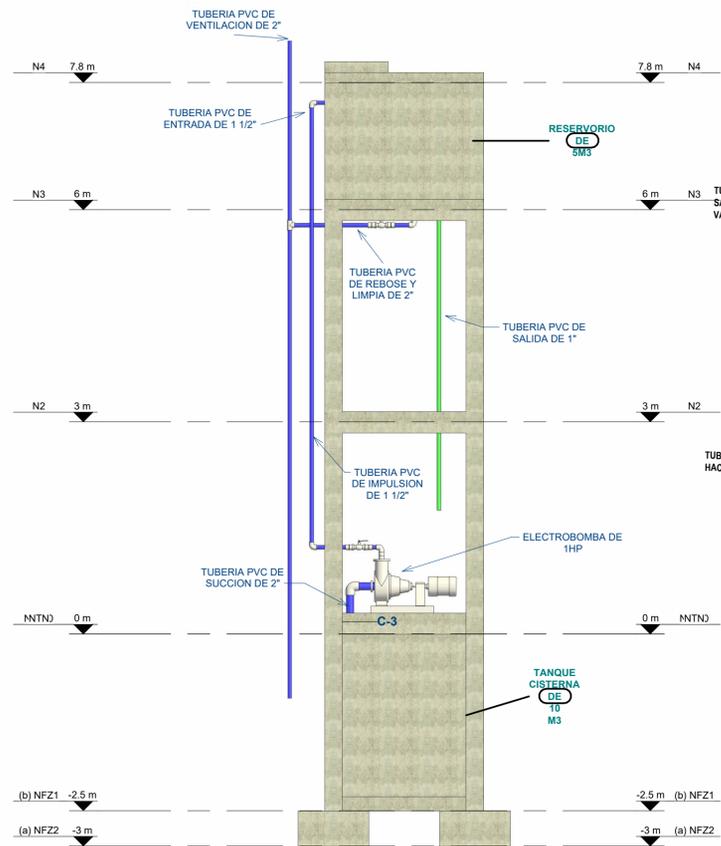
UBICACION: Santa Ana  
DISTRITO: Santa Ana  
PROVINCIA: La Convención  
REGION: Cuzco

FECHA: 21/05/2025  
10:24:54

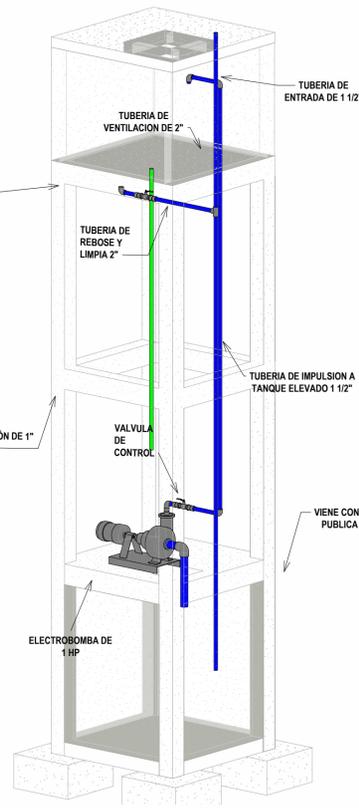
TESISTA: BACH. SUENER ARTEAGA ALVAREZ  
ASESOR: ING. JOSE FELIPE AZPILCUETA CARBONELL

PLANO: DETALLE DE ESCALERAS

**E-05**

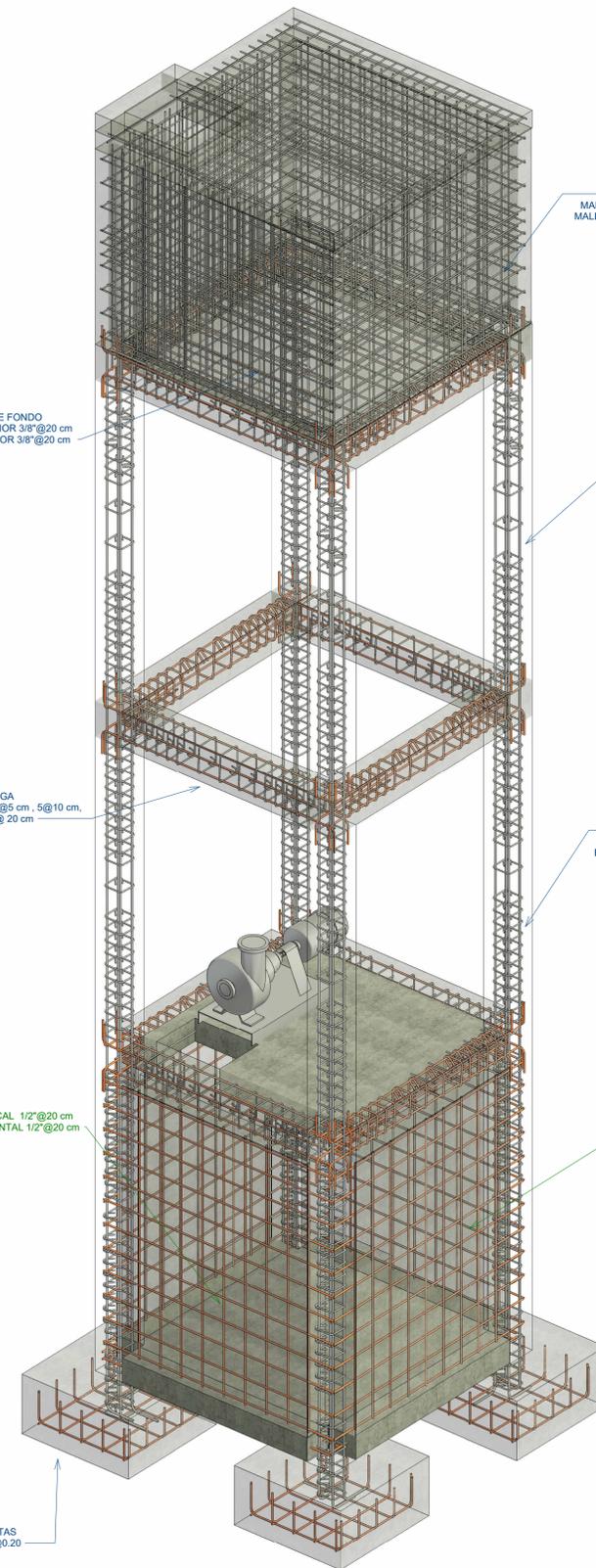


DETALLE ARQUITECTONICO  
ESC 1:50



DETALLE DE FONTANERIA  
ESC 1:50

LOSA DE FONDO  
MALLA SUPERIOR 3/8" @ 20 cm  
MALLA INFERIOR 3/8" @ 20 cm



ACERO EN TANQUE CISTERNA Y ELEVADO  
ESC 1:25

ACERO EN TANQUE ELEVADO  
ESC 1:25

MALLA VERTICAL 3/8" @ 20 cm  
MALLA HORIZONTAL 3/8" @ 20 cm

LOSA DE FONDO  
MALLA SUPERIOR 3/8" @ 20 cm  
MALLA INFERIOR 3/8" @ 20 cm

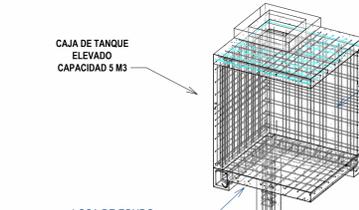
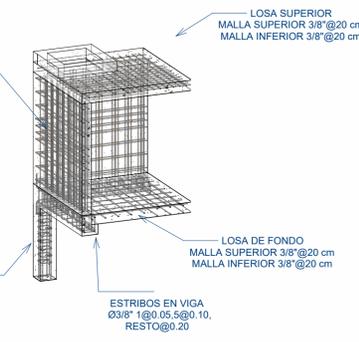
COLUMNA  
ESTRIBOS 3/8" 1 @ 5 cm, 10 @ 10 cm,  
resto @ 30 cm

COLUMNA  
ESTRIBOS 3/8" 1 @ 5 cm, 10 @ 10 cm,  
resto @ 30 cm

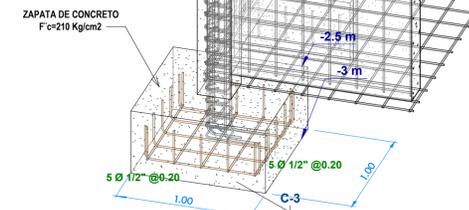
MALLA VERTICAL 1/2" @ 20 cm  
MALLA HORIZONTAL 1/2" @ 20 cm

MALLA VERTICAL 1/2" @ 20 cm  
MALLA HORIZONTAL 1/2" @ 20 cm

ZAPATA DE CONCRETO  
Fc=210 Kg/cm2



DETALLE DE ACERO ISOMETRICO  
ESC 1:25



ACERO EN TANQUE CISTERNA  
ESC 1:25

LEYENDA	
SIMB.	DESCRIPCIÓN
C-1	Columna tipo 1
Z-1	Zapata tipo 1
VC	Viga de Cimentación
VA	Viga de Arriestra
VCn	Viga de Conexión
CC	Cimiento Corrido
SC	Sobre Cimiento
N	Nivel
NFZ	Nivel de Fondo de Zapata
NFC	Nivel de Fondo de CC
NTN	Nivel de Terreno Natural
N0+/- 00	Nivel Cero Cero
NPT	Nivel de Piso Terminado
STR.	ESTRUCTURA
ARQ.	ARQUITECTURA
f'c	Resistencia del Concreto
fy	Límite de Fluencia del Acero
PG	Piedra Grande
PM	Piedra Mediana
C:H	Cemento : Hormigon
@	Distribución a cada:
Ø	Diametro de acero
Rto.	Resto
db	diametro de barra
As	Distribución de acero

CUADRO DE ZAPATAS		
SECCION	TIPO	Z - 1
a x b		1.00 x 1.00
altura		0.50
NFZ		-1.20
As		Ø 1/2" @ 0.20 Ø 1/2" @ 0.20

CUADRO DE COLUMNA		
NIVEL	TIPO	C - 1
1°	Sección	0.25 x 0.25
	As	4 Ø 5/8"
2°	Sección	0.25 x 0.25
	As	4 Ø 5/8"

NOTA:  
Las columnas del 1° NIVEL, llevan estribos dentro de la zapata. ver: DETALLE DE ZAPATA  
Las columnas llevan estribos en la union con las vigas. ver: DETALLE DE ARMADO DE ACERO ENTRE COLUMNA Y VIGAS

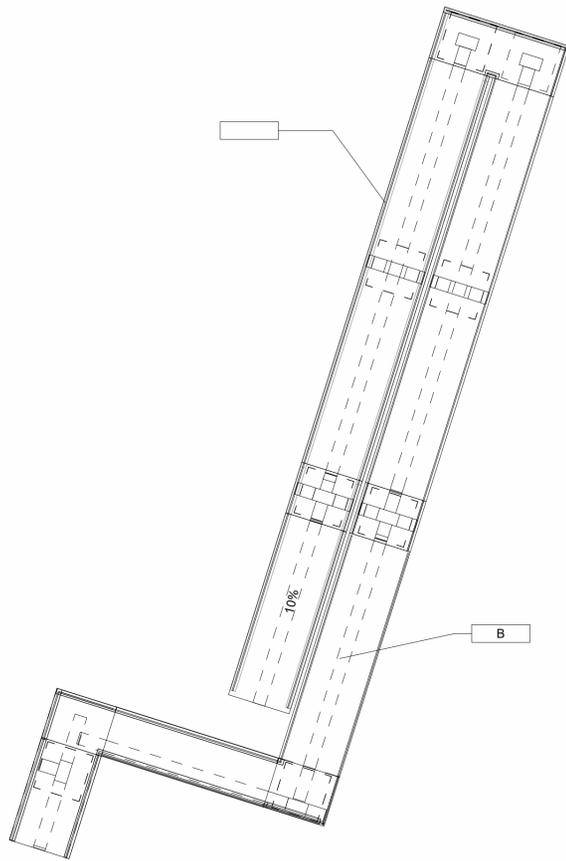
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO



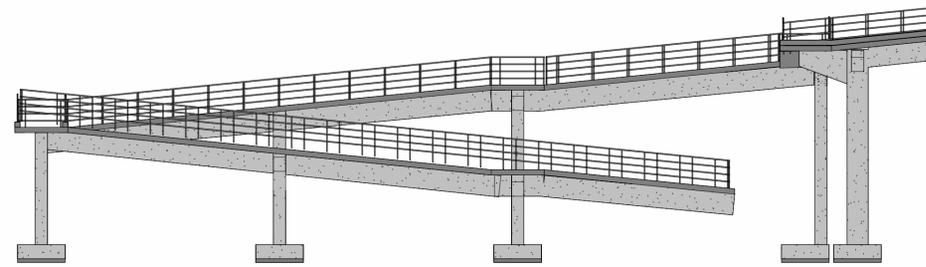
UBICACION: MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO EDUCATIVO DEL NIVEL PRIMARIA DE LA LE N° 51070 SANTA ANITA, IMPLEMENTANDO EL METODO CLOCIA SIN EN EL DISTRITO DE SANTA ANITA, PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DE CUSCO.  
UBICACION: DISTRITO: Santa Ana  
PROVINCIA: La Conamodín  
REGION: Cuzco  
FECHA: 21/05/2025  
Escala: Como se indica

TESISTA: BACH. SUENER ARTEAGA ALVAREZ  
ASESOR: ING. JOSE FELIPE AZPILCUETA CARBONELL  
PLANO: TANQUE ELEVADO - TANQUE CISTERNA

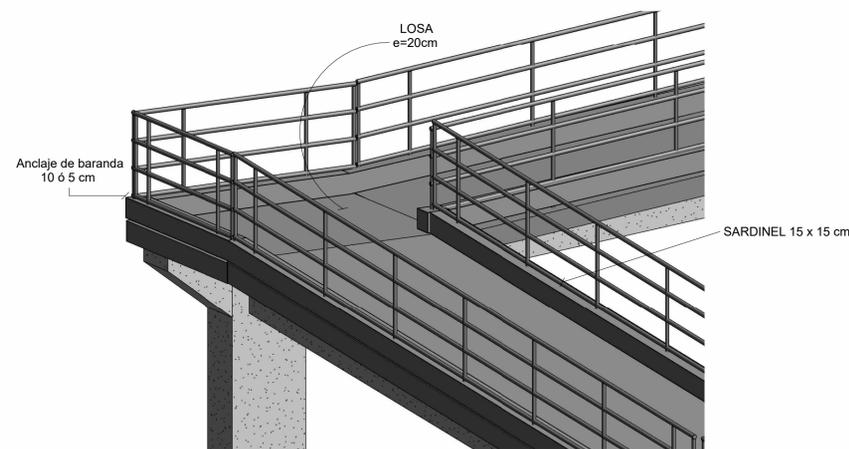
E-06



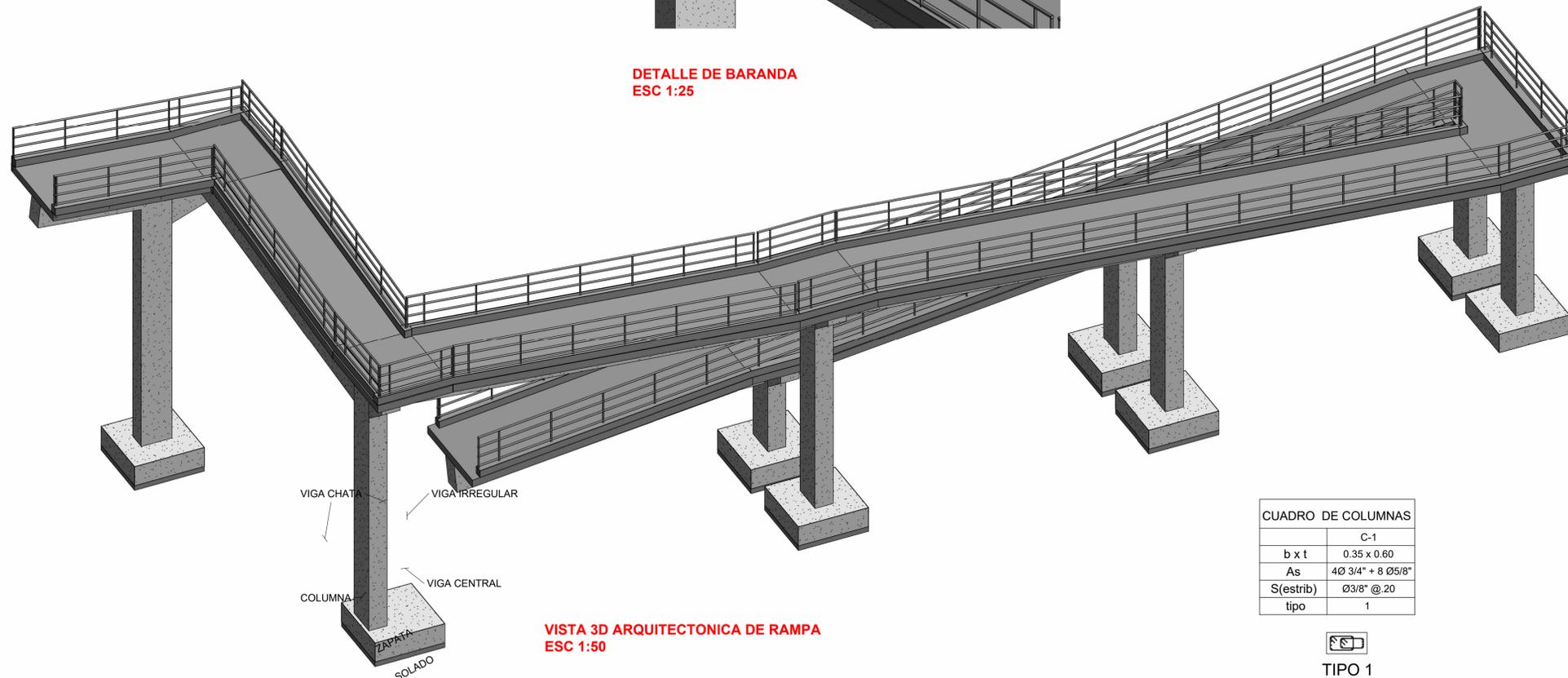
VISTA EN PLANTA DE RAMPA  
ESC 1:100



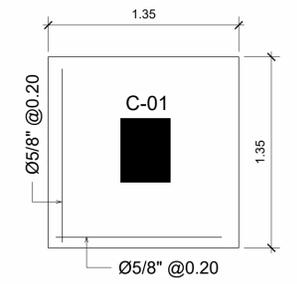
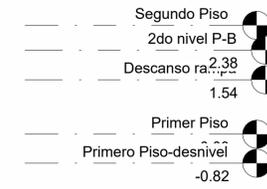
VISTA EN CORTE DE RAMPA  
ESC 1:100



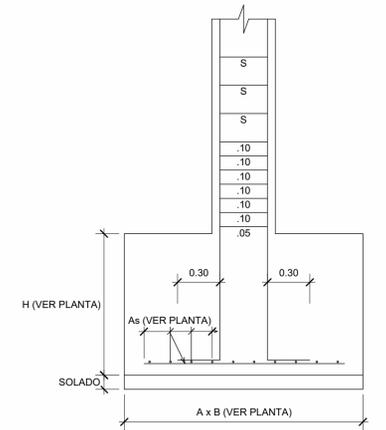
DETALLE DE BARANDA  
ESC 1:25



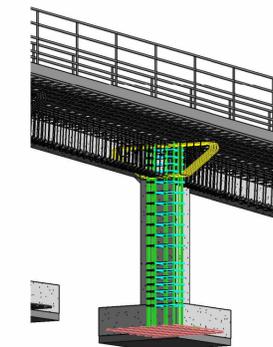
VISTA 3D ARQUITECTONICA DE RAMPA  
ESC 1:50



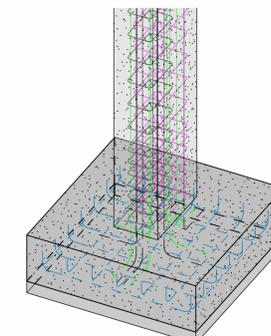
DETALLE DE ZAPATA



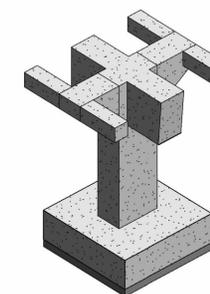
ANCLAJE DE COLUMNA  
EN ZAPATA



DETALLE DE ACERO EN COLUMNA  
ESC 1:50



ACERO EN ZAPATA  
ESC 1:25



DETALLE DE COLUMNA  
ESC 1:50

CUADRO DE COLUMNAS	
	C-1
b x t	0.35 x 0.60
As	4Ø 3/4" + 8 Ø5/8"
S(estrib)	Ø3/8" @ 20
tipo	1

TIPO 1

UNIVERSIDAD  
NACIONAL DE SAN  
ANTONIO ABAD  
DEL CUSCO



UBICACION: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACION DEL SERVICIO EDUCATIVO DEL NIVEL PRIMARIO DE LA I.E. N° 51076 SANTA ANITA, IMPLEMENTANDO LA METODOLOGIA BIM EN EL DISTRITO DE SANTA ANA - PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DE CUSCO"

UBICACION: Santa Ana  
PROVINCIA: La Convención  
REGION: Cusco

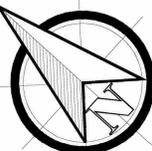
Escalas:  
Como se indica

FECHA:  
21/05/2025  
10:50:29

TESTISTA: BACH. SUENER ARTEAGA ALVAREZ  
ASESOR: ING. JOSE FELIPE AZPILCUETA CARBONELL

PLANO:  
RAMPA DE ACCESO

E-07

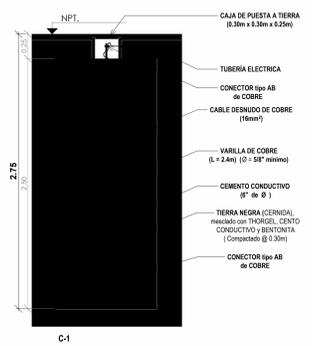
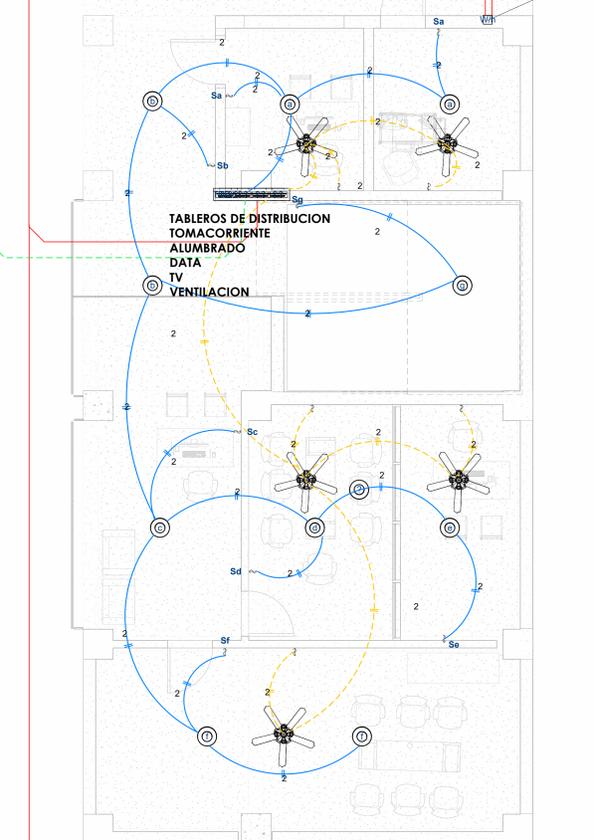


POZO A TIERRA

CONEXION PUBLICA

CABLE DE ALIMENTACION GENERAL

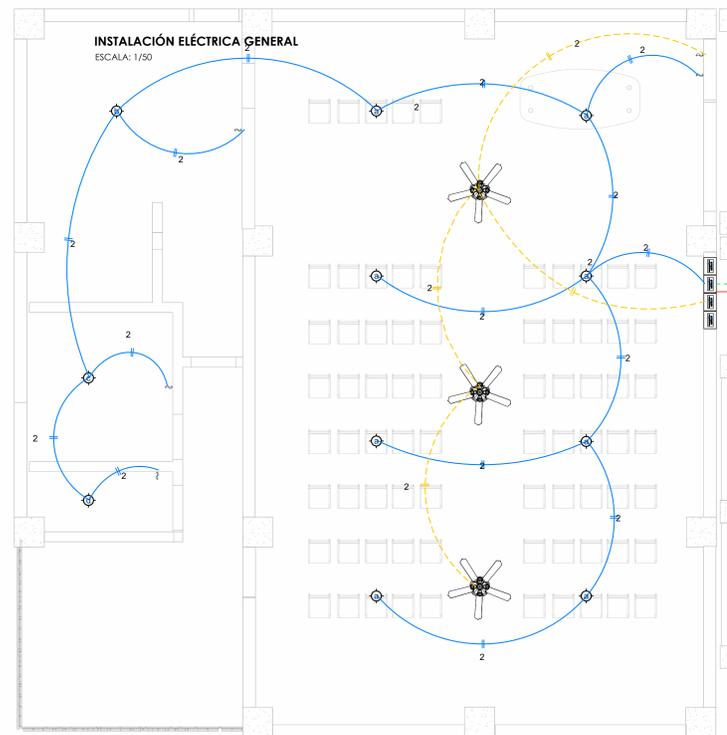
MEDIDOR



SIM.	DESCRIPCION	H. BPT	ASPECTOS TÉCNICOS
	MEDIDOR (Contador Watt / hora)	1,30 m	<b>MEDIDOR (w/h)</b> El medidor debe estar libre de obstrucciones y accesible al personal de lectura, inspección y mantenimiento del mismo. La altura mínima es de 1,50 m. <b>TABLERO (TO) Y (TD)</b> La ubicación del tablero debe contemplar el fácil acceso de quienes lo operen. La altura mínima de colocación es de 1,50 m. SPT, y como máximo 1,80 m. SPT. El calibre de conductor proveniente del medidor será de 10 AWG (6 mm <sup>2</sup> ) como mínimo. <b>TOMACORRIENTES (POTENCIA)</b> Serán de clavijas circulares o mallas y tendrán distintas alturas de colocación según la función en el ambiente donde se instalen. El calibre de conductor a utilizar será de 10 AWG (6 mm <sup>2</sup> ) como mínimo. <b>LUMINARIAS</b> Serán de clavijas circulares o mallas y tendrán distintas alturas de colocación según la función en el ambiente donde se instalen. El calibre de conductor a utilizar será de 10 AWG (6 mm <sup>2</sup> ) como mínimo. <b>LUMINARIAS</b> Para la colocación de luminarias en la zona algarada ya sean empotradas o colgantes los octogonales no son en las vigueras. El calibre de conductor a utilizar será de 10 AWG (6 mm <sup>2</sup> ) como mínimo, y los INTERRUPTORES son a 1,20 m. SPT.
	POZO DE TOMA A TIERRA	2,80 m	
	TABLERO GENERAL	1,80 m	<b>LUMINARIAS</b> Para la colocación de luminarias en la zona algarada ya sean empotradas o colgantes los octogonales no son en las vigueras. El calibre de conductor a utilizar será de 10 AWG (6 mm <sup>2</sup> ) como mínimo, y los INTERRUPTORES son a 1,20 m. SPT.
	TABLERO DE DISTRIBUCION	1,80 m	
	TOMACORRIENTES	0,40 m	<b>LUMINARIAS</b> Para la colocación de luminarias en la zona algarada ya sean empotradas o colgantes los octogonales no son en las vigueras. El calibre de conductor a utilizar será de 10 AWG (6 mm <sup>2</sup> ) como mínimo, y los INTERRUPTORES son a 1,20 m. SPT.
	LUMINARIAS	1,00 m	
	LUMINARIAS COLGANTES	1,00 m	<b>LUMINARIAS</b> Para la colocación de luminarias en la zona algarada ya sean empotradas o colgantes los octogonales no son en las vigueras. El calibre de conductor a utilizar será de 10 AWG (6 mm <sup>2</sup> ) como mínimo, y los INTERRUPTORES son a 1,20 m. SPT.
	LUMINARIAS DE PARED	2,30 m	
	INTERRUPTOR	1,20 m	<b>LUMINARIAS</b> Para la colocación de luminarias en la zona algarada ya sean empotradas o colgantes los octogonales no son en las vigueras. El calibre de conductor a utilizar será de 10 AWG (6 mm <sup>2</sup> ) como mínimo, y los INTERRUPTORES son a 1,20 m. SPT.
	TIMBRE		
	SALIDA DE TV, CABLE		<b>LUMINARIAS</b> Para la colocación de luminarias en la zona algarada ya sean empotradas o colgantes los octogonales no son en las vigueras. El calibre de conductor a utilizar será de 10 AWG (6 mm <sup>2</sup> ) como mínimo, y los INTERRUPTORES son a 1,20 m. SPT.
	CIRCUITO (en techo o pared) TOMACORRIENTE		
	CIRCUITO (en piso o pared) LUMINARIAS		<b>LUMINARIAS</b> Para la colocación de luminarias en la zona algarada ya sean empotradas o colgantes los octogonales no son en las vigueras. El calibre de conductor a utilizar será de 10 AWG (6 mm <sup>2</sup> ) como mínimo, y los INTERRUPTORES son a 1,20 m. SPT.
	CIRCUITO (en piso o pared) CONEXION A POZO TIERRA		
	CIRCUITO TV		<b>LUMINARIAS</b> Para la colocación de luminarias en la zona algarada ya sean empotradas o colgantes los octogonales no son en las vigueras. El calibre de conductor a utilizar será de 10 AWG (6 mm <sup>2</sup> ) como mínimo, y los INTERRUPTORES son a 1,20 m. SPT.
	CIRCUITO DATA		
	CIRCUITO INTERCOMUNICADOR		<b>LUMINARIAS</b> Para la colocación de luminarias en la zona algarada ya sean empotradas o colgantes los octogonales no son en las vigueras. El calibre de conductor a utilizar será de 10 AWG (6 mm <sup>2</sup> ) como mínimo, y los INTERRUPTORES son a 1,20 m. SPT.
	FASE		
	FASE Y NEUTRO		<b>LUMINARIAS</b> Para la colocación de luminarias en la zona algarada ya sean empotradas o colgantes los octogonales no son en las vigueras. El calibre de conductor a utilizar será de 10 AWG (6 mm <sup>2</sup> ) como mínimo, y los INTERRUPTORES son a 1,20 m. SPT.
	FASE, NEUTRO Y TIERRA		

IE leyenda a2 Copia 1

POZO A TIERRA



TABLERS DE DISTRIBUCION TOMACORRIENTE ALUMBRADO DATA TV VENTILACION

CABLE DE ALIMENTACION HACIA BLOQUE "C"

CABLE DE ALIMENTACION HACIA BOMBA DE AGUA



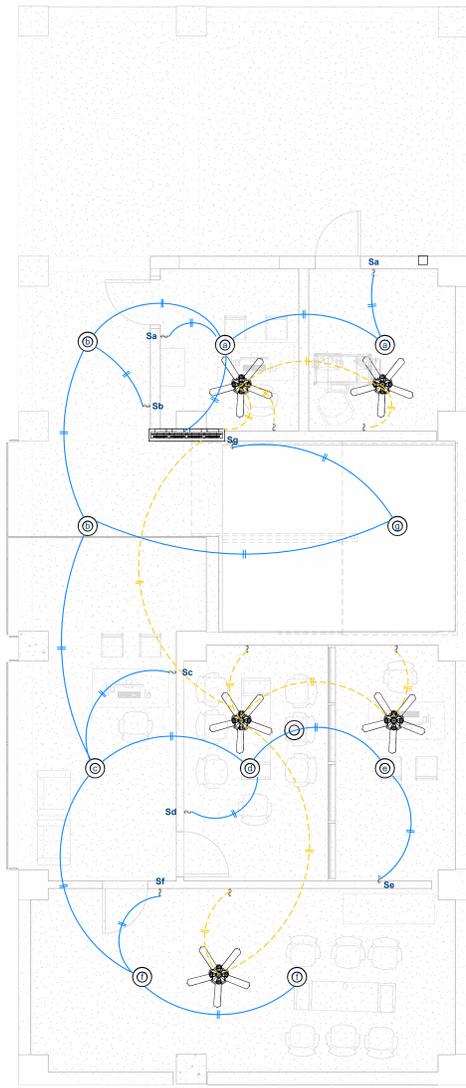
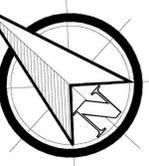
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

UBICACION: INSTITUCION EDUCATIVA SERVICIO EDUCACION DEL FRONTERO DE LA I. N. P. 5070 SAN ANTONIO DE CUSCO, PERU  
 UBICACION: INSTITUCION EDUCATIVA SERVICIO EDUCACION DEL FRONTERO DE SAN ANTONIO DE CUSCO  
 PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DE CUSCO

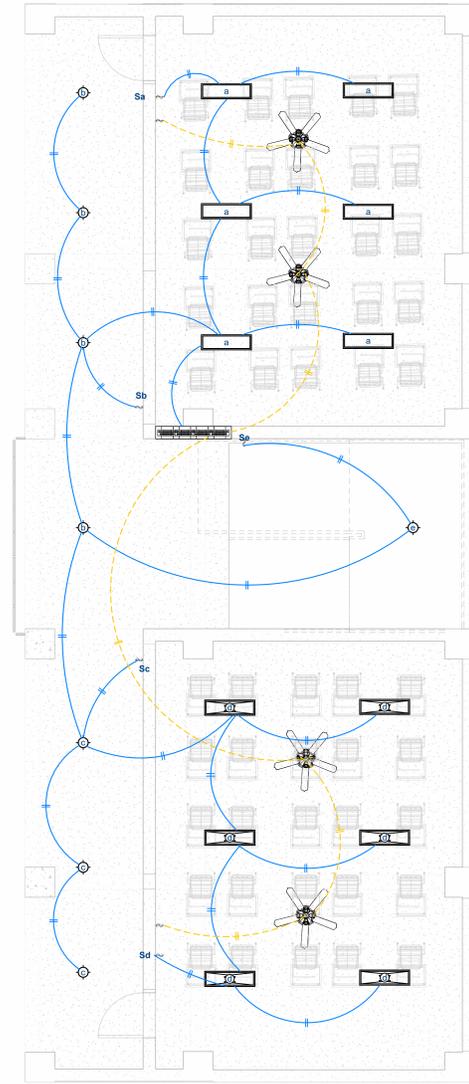
TESISISTA: BACH. SUIENER ARTEAGA ALVAREZ  
 ASESOR: JOSE FELIPE AZULCUESTA CARBONELL

FECHA: 2010/02/28  
 INSTITUCION: UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

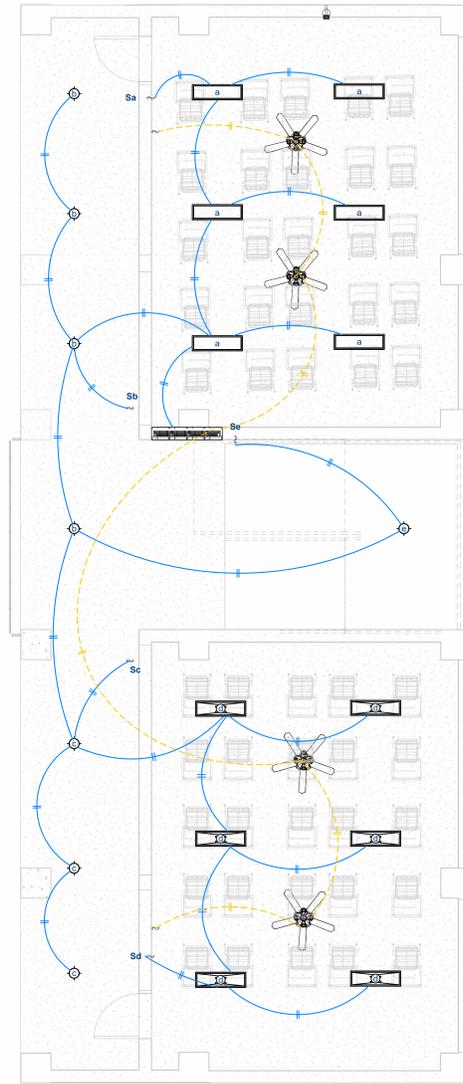
**IE-01**



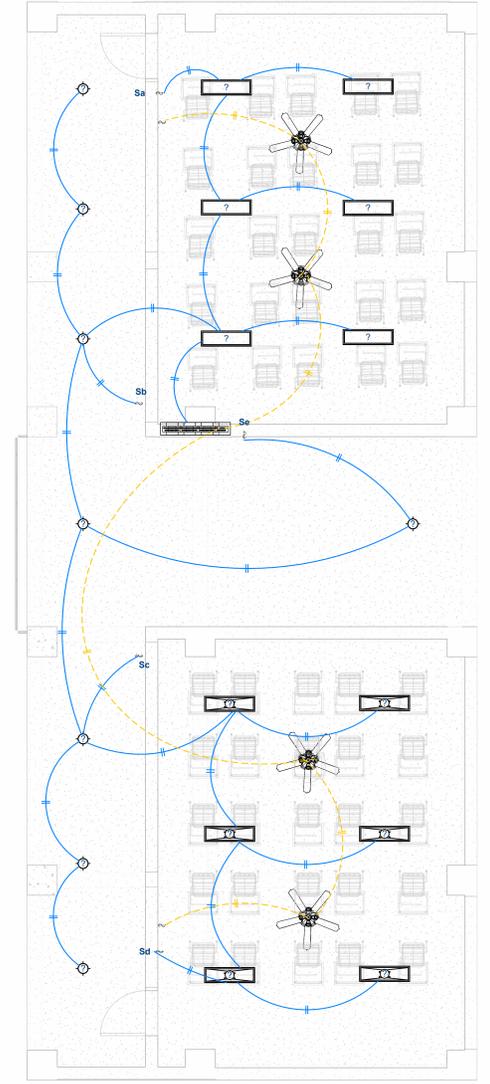
INSTALACIÓN ELÉCTRICA 1º NIVEL  
ESCALA: 1/50



INSTALACIÓN ELÉCTRICA 2º NIVEL  
ESCALA: 1/50



INSTALACIÓN ELÉCTRICA 3º NIVEL  
ESCALA: 1/50



INSTALACIÓN ELÉCTRICA 4º NIVEL  
ESCALA: 1/50

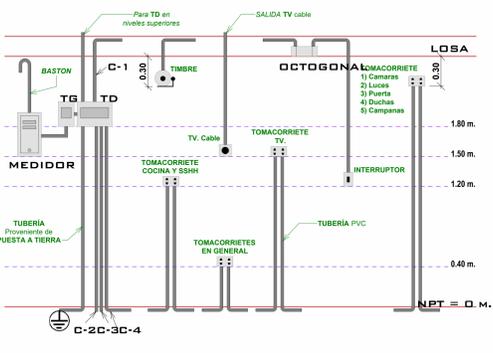


DIAGRAMA DE TUBERÍA PARA METRADOS  
ESCALA: 1/25

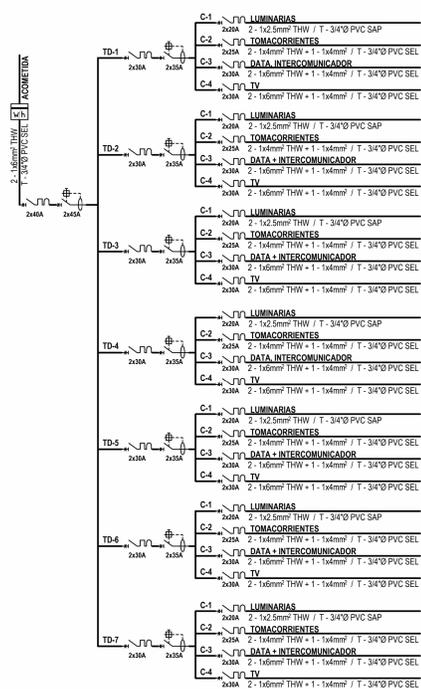
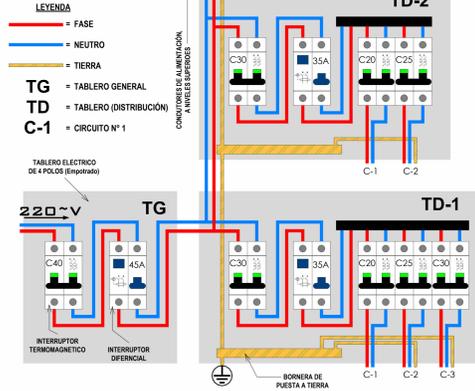
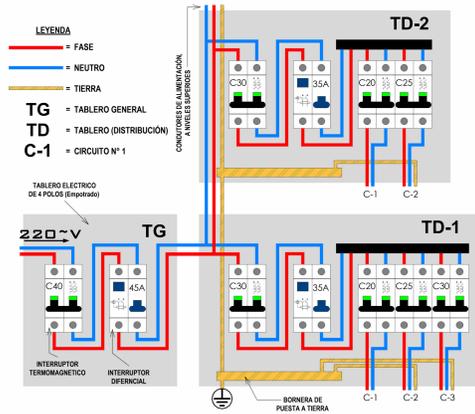


DIAGRAMA UNIFILAR DE TABLERO



SIM.	DESCRIPCIÓN	H. SPT
	MEDIDOR (Cortador NPT / hora)	1.50 m
	PISO DE ROMA A TIERRA	-2.90 m
	TABLERO GENERAL	1.80 m
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	1.80 m
	TOMACORRIENTES	0.40 m
	LUMINARIAS	losa
	LUMINARIAS COLGANTES	losa
	LUMINARIAS DE PARED	2.30 m
	INTERRUPTOR	1.20 m
	TIMBRE	
	SALIDA DE TV, CABLE	
	CIRCUITO (en techo o pared)	
	CIRCUITO (en piso o pared)	
	CIRCUITO TV	
	CIRCUITO PARA MUO O CONTAPLUGS (Tubos eléctricos SPT)	
	CIRCUITO DATA	
	CIRCUITO INTERCOMUNICADOR	
	FASE	
	FASE Y NEUTRO	
	FASE, NEUTRO Y TIERRA	

ASPECTOS TÉCNICOS	
<b>MEDIDOR (Wh)</b>	El medidor debe estar <b>fuera de abstrucciones</b> y accesible al personal de lectura, inspección y mantenimiento del mismo. <b>Calibre máximo de 1.50 m.</b>
<b>TABLERO (TG) Y (TD)</b>	La ubicación del tablero debe contemplar el fácil acceso de quienes lo operen, la altura mínima de colocación es de <b>1.50 m. SPT</b> , y como máximo <b>1.80 m. SPT</b> . El calibre de conductor proveniente del medidor será de <b>10 AWG (4 mm²)</b> como mínimo.
<b>TOMACORRIENTES (POTENCIA)</b>	Serán de circuitos individuales o mixtos y tendrán distinta altura de colocación según la función o el ambiente donde se instalen. El calibre de conductor a utilizar será de <b>12 AWG (4 mm²)</b> como mínimo.
<b>LUMINARIAS</b>	Para la colocación de luminarias en la losa aligerada, ya sean empotradas o colgantes los <b>enchufes no irán en las vigas</b> . El calibre de conductor a utilizar será de <b>14 AWG (2.5 mm²)</b> como mínimo y los <b>INTERRUPTORES</b> para a <b>1.20 m. SPT</b> .
<b>DUCHAS Y RESERVAES</b>	Los conductos utilizados para los aparatos eléctricos como duchas, termos, molinos o calefactores será de calibre <b>10 AWG (4 mm²)</b> como mínimo.
<b>CONDUCTOS (CABLES)</b>	Los conductores a utilizar serán de <b>COBRE Tipo ALMBRE</b> fase (rojo), neutro (blanco, azul o negro), tierra (amarillo con franja verde) y para comunicaciones: 0 líneas telefónicas (opcionales). En caso de urgencias muy cerrados se podrá utilizar conductores de <b>COBRE tipo CABLE</b> .
<b>TUBERÍAS</b>	PVC de <b>3/4" (tubo) y 1/2" (tomacorrientes e interruptores)</b> . Para los pisos de alto tráfico se usará <b>Tubos eléctricos SPT</b> y para muo o contaplugos <b>(tubos eléctricos SPT)</b> (Unión con pegamento, soldadura o cinta aislante (formada)).
<b>TÉRMINOS</b>	
wh	= Watt hora
AWG	= Calibre de Alambre Americano
SPT	= Sobre el Piso Terminado
SEL	= Tuberías clase LIVIANA



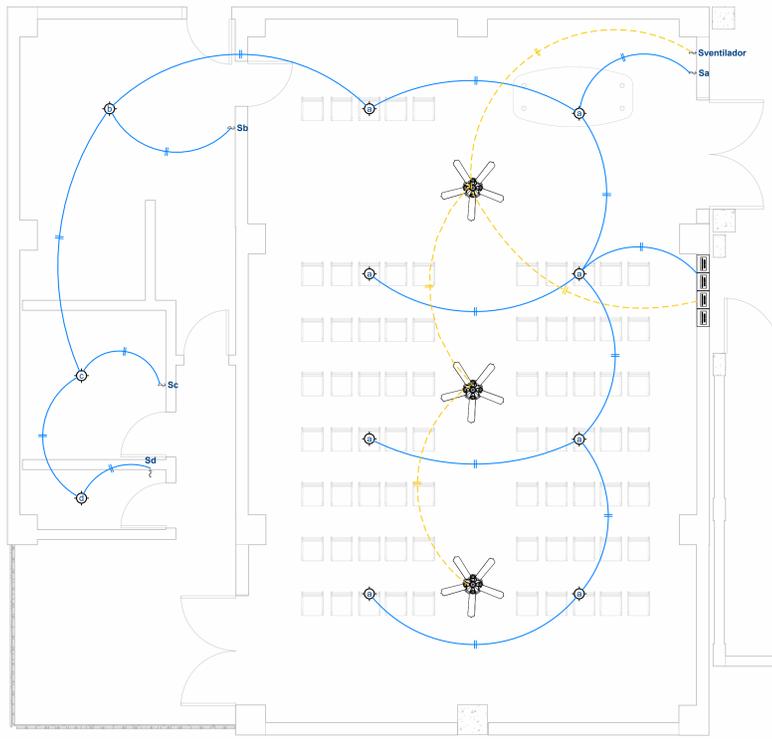
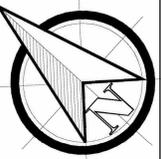
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAAD DELCUSCO

UNIDAD: BACH. SUENNER ARTEAGA ALVAREZ  
PROFESOR: JOSE FELIPE AZPILCUETA CARBONELL

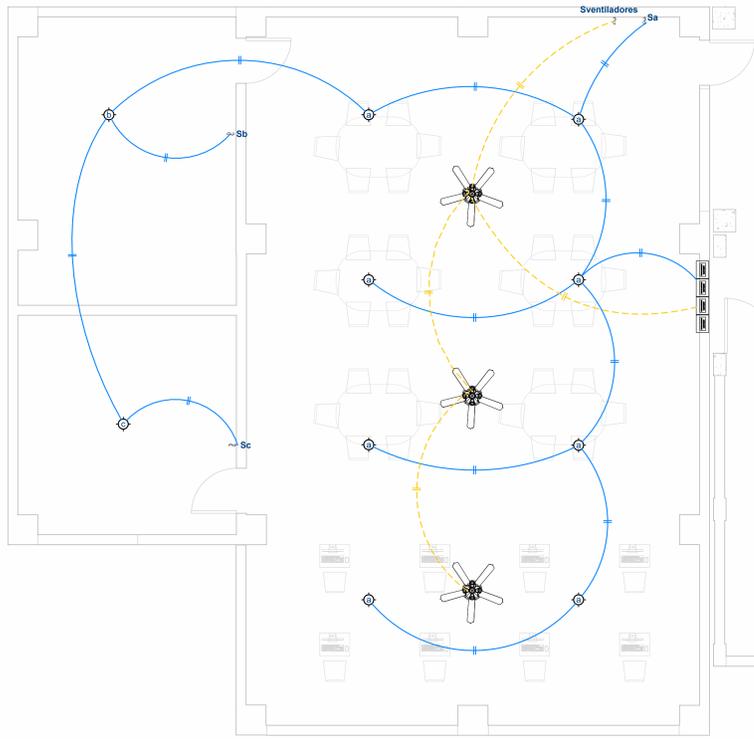
FECHA: 20/03/2024  
Escala: Como se indica

ALUMBRADO Y VENTILACION - BLOQUE 7A

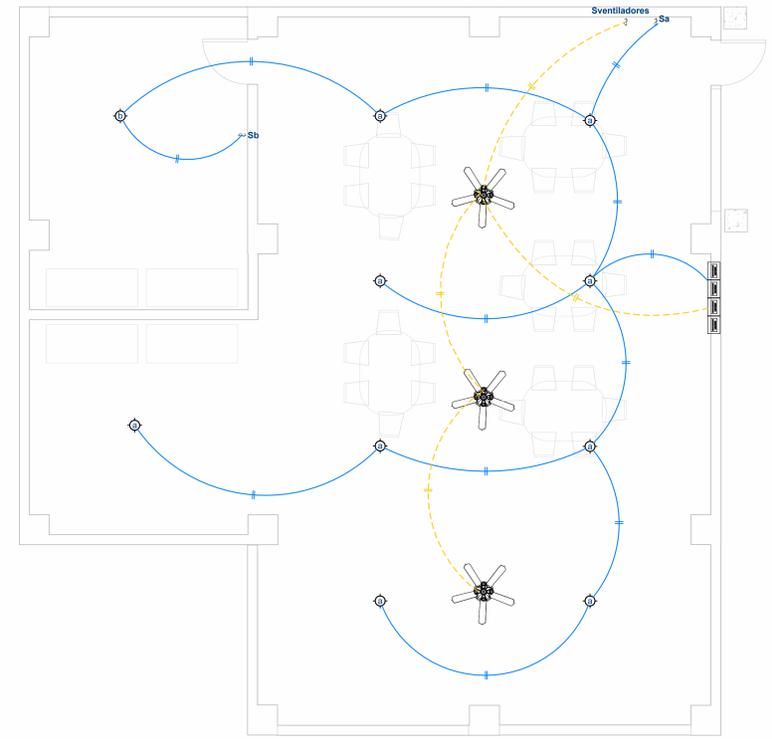
IE-02



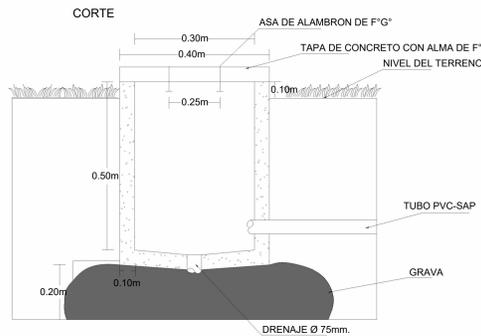
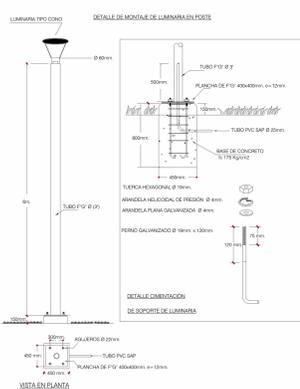
INSTALACIÓN ELÉCTRICA 1º NIVEL  
ESCALA: 1/50



INSTALACIÓN ELÉCTRICA 2º NIVEL  
ESCALA: 1/50



INSTALACIÓN ELÉCTRICA 3º NIVEL  
ESCALA: 1/50

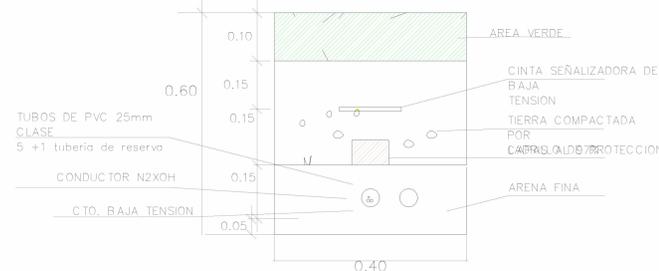


VISTA DE PLANTA

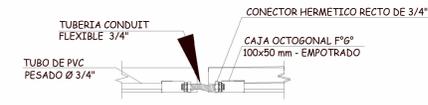


DETALLE DE BUZÓN DE BAJA TENSION

DETALLE - ZANJA EN ÁREA VERDE DE 1 VÍA CORTE A-A"



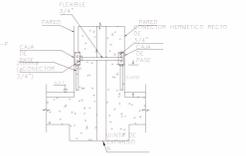
DETALLE DE CAJA DE PASE EN ZONAS CON JUNTA DE DILATACIÓN TECHO



SIMBOLO



DETALLE DE CAJA DE PASE EN ZONAS CON JUNTA DE DILATACIÓN PISO-PARED



SIMBOLO

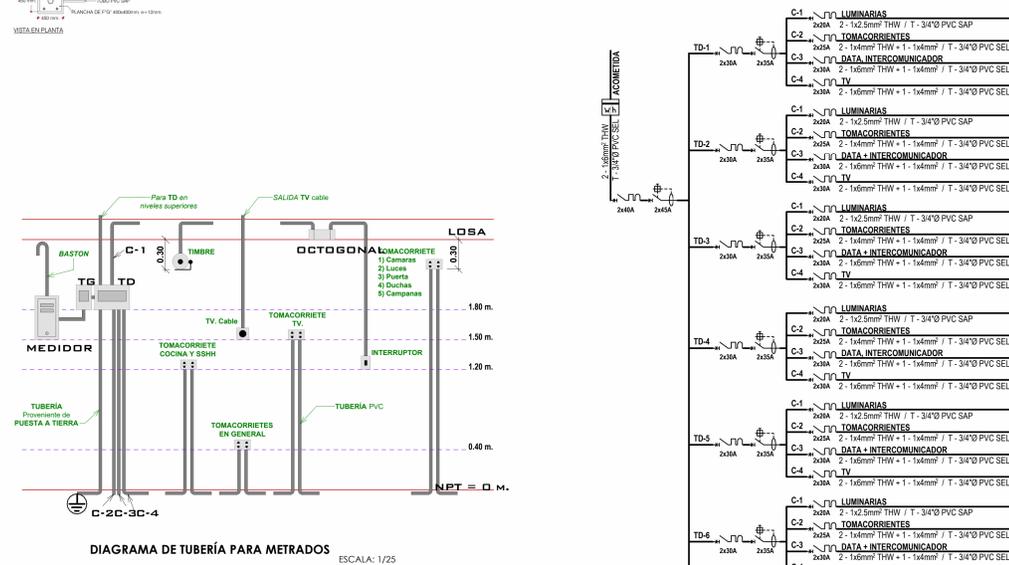


DIAGRAMA DE TUBERÍA PARA METRADOS  
ESCALA: 1/25

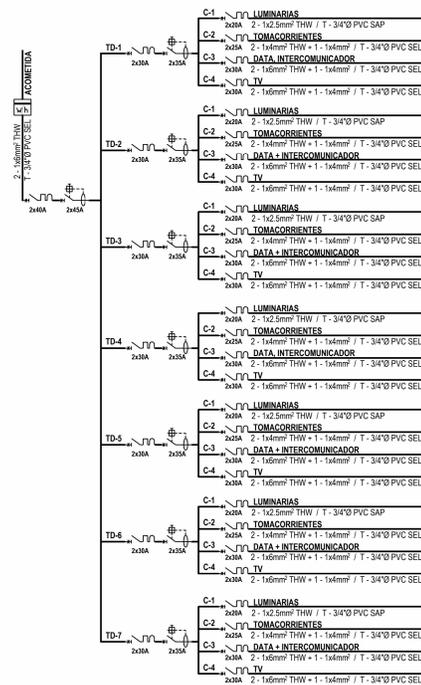
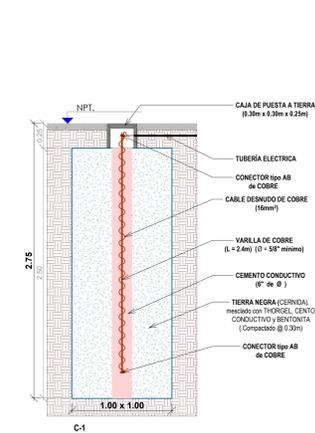
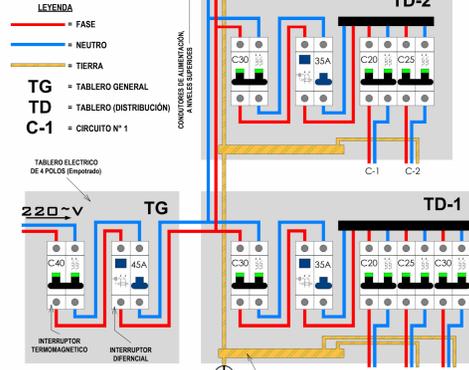


DIAGRAMA UNIFILAR DE TABLERO



BIM.	DESCRIPCIÓN	H. SPT
W	MEDIDOR (Contador Watt / hora)	1.50 m
T	FOZO DE TOMA A TIERRA	-2.80 m
T	TABLERO GENERAL	1.80 m
T	TABLERO DE DISTRIBUCION	1.80 m
T	TOMACORRIENTES	0.40 m
L	LUMINARIAS	1.00 m
L	LUMINARIAS COLGANTES	1.00 m
L	LUMINARIAS DE PARED	2.30 m
I	INTERRUPTOR	1.20 m
T	TIMBRE	
S	SALIDA DE TV, CABLE	
C	CIRCUITO (en techo o pared)	
C	CIRCUITO (en piso o pared)	
C	CIRCUITO TV	
C	CONEXION A FOZO TIERRA	
C	CIRCUITO DATA	
C	CIRCUITO INTERCOMUNICADOR	
F	FASE	
N	FASE y NEUTRO	
T	FASE, NEUTRO y TIERRA	

ASPECTOS TÉCNICOS	
<b>MEDIDOR (W/h)</b>	El medidor debe estar libre de obstrucciones y accesible al personal de lecturas, inspección y mantenimiento del mismo. La altura mínima es de 1.50 m.
<b>TABLERO (TD) Y (TD)</b>	La ubicación del tablero debe contemplar el fácil acceso de quienes lo operen. La altura mínima de colocación es de 1.50 m. SPT. y como máximo 1.80 m. SPT. El calibre de conductor proveniente del medidor será de 10 AWG (6 mm²) como mínimo.
<b>TOMACORRIENTES (POTENCIA)</b>	Señal de cables circuitos de radio y tendidos distintos a otros de colocación según la función el ambiente donde se instalen. El calibre de conductor a utilizar será de 12 AWG (4 mm²) como mínimo.
<b>LUMINARIAS</b>	Para la colocación de luminarias en la losa aligerada ya sean empotradas o colgantes los octogonales no van en los viguetas. El calibre de conductor a utilizar será de 14 AWG (2.5 mm²) como mínimo. Los interruptores van a 1.20 m. SPT.
<b>DUCHAS Y RESERVAS</b>	Los conductos utilizados para los aparatos eléctricos como: ductos, termos, molinos o calentadores será de calibre 10 AWG (6 mm²) como mínimo.
<b>CONDUCTOS (CABLES)</b>	Los conductos a utilizar serán de COBRE Tipo ALAMBRE (aleación: negro/blanco, azul o negro), bien laminado con funda (verde) y para comunicaciones en UCI (tubería eléctrica SAP) para muro o contrapiso (tubería eléctrica SEL) unidas con pegamento, soldadura o cinta aislante (normales).
<b>TUBERIAS</b>	PVC de 3/4" (tuberías) y 1/2" (tomacorrientes e interruptores). Para bases de alambres de tensión en UCI (tubería eléctrica SAP) para muro o contrapiso (tubería eléctrica SEL) unidas con pegamento, soldadura o cinta aislante (normales).
TÉRMINOS	
W/h	Watt-hora
AWG	Calibre de Alambre Americano
SAP	Tuberías clase PESADA
SPT	Sobre el Piso Terminado
SEL	Tuberías clase LIVIANA

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO**

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA EN ELECTRICIDAD  
PROYECTO DE BACHILLERATO  
PROYECTO DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DE CUSCO

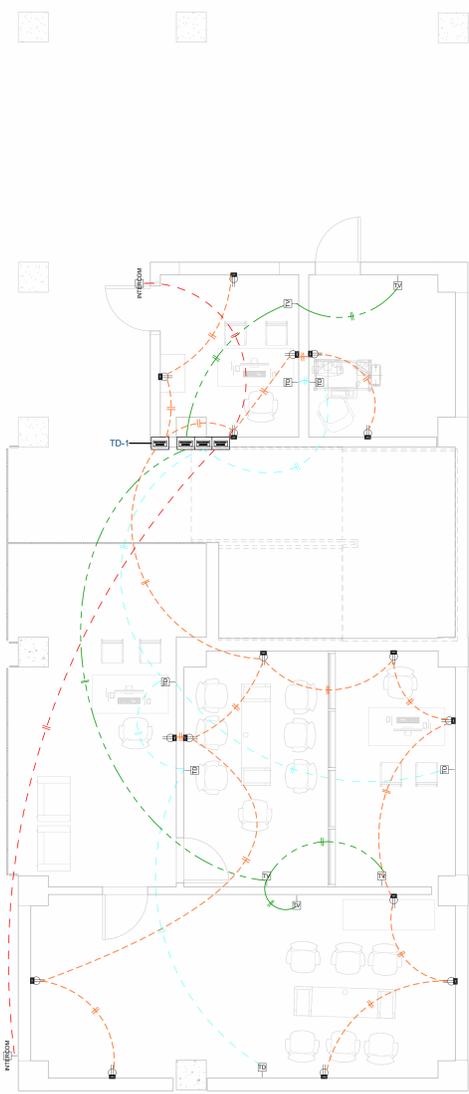
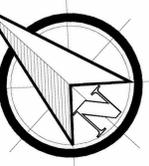
UNIDAD: Bach. Ana  
PROFESOR: La Concepción  
REDUCIR, Cusco

FECHA: 2023/02/02  
Escala: Como se indica

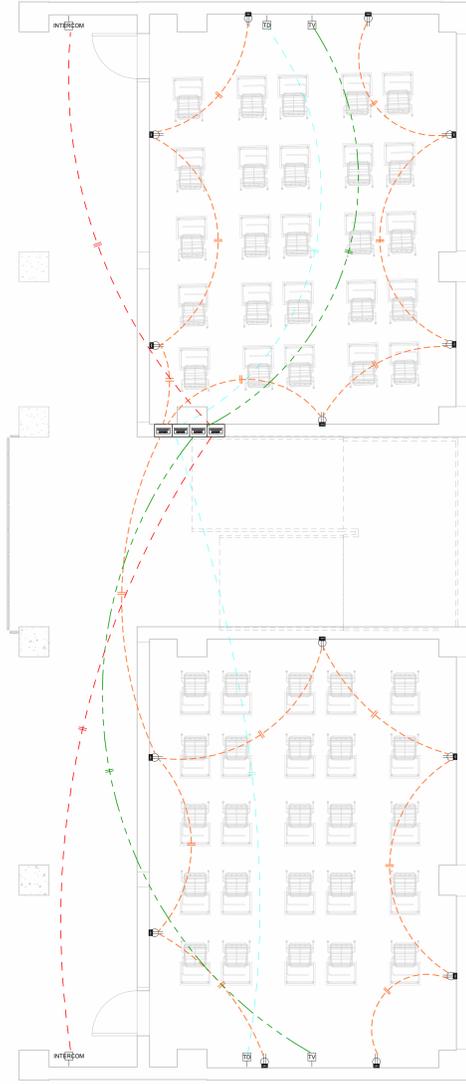
TESISTA: BACH. SUIENER ARTEAGA ALVAREZ  
ASESOR: JOSE FELIPE AZPILUETA CARBONELL

ALUMBRADO Y VENTILACION - BLOQUE "C"

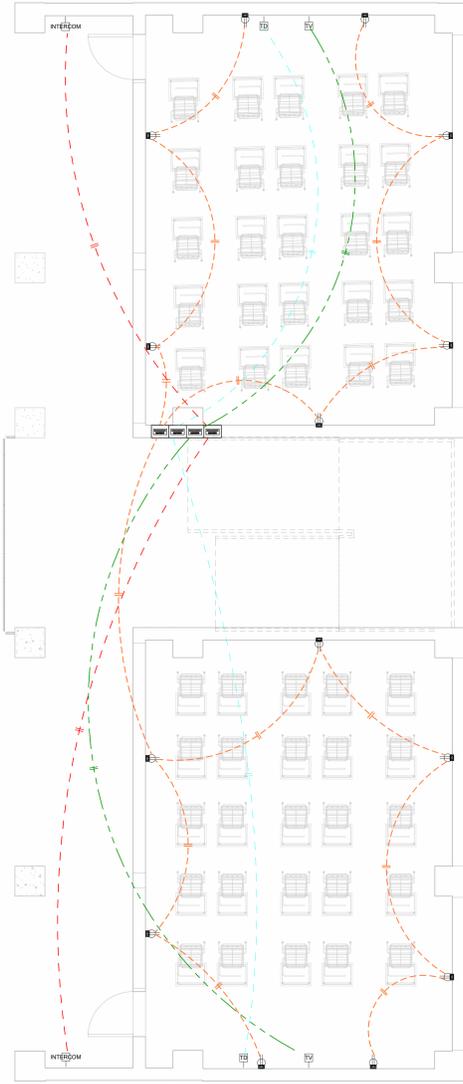
**IE-03**



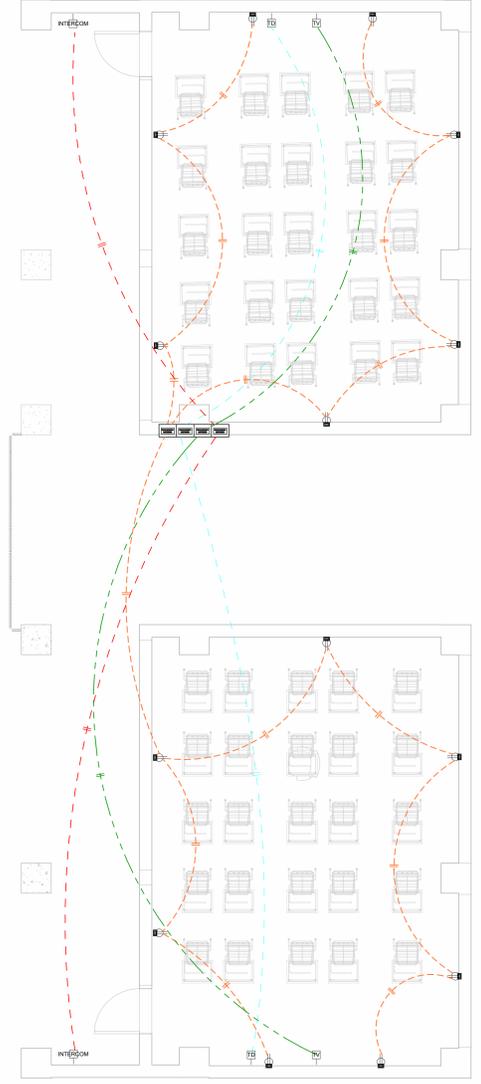
INSTALACIÓN ELÉCTRICA 1º NIVEL  
ESCALA: 1/50



INSTALACIÓN ELÉCTRICA 2º NIVEL  
ESCALA: 1/50



INSTALACIÓN ELÉCTRICA 3º NIVEL  
ESCALA: 1/50



INSTALACIÓN ELÉCTRICA 4º NIVEL  
ESCALA: 1/50

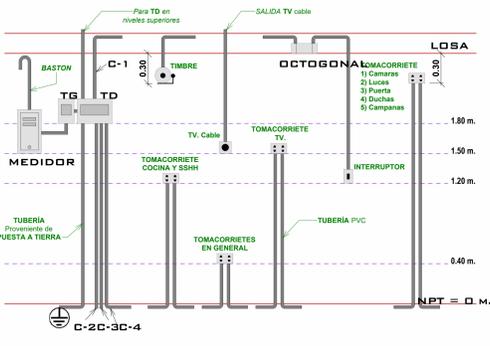


DIAGRAMA DE TUBERÍA PARA METRADOS  
ESCALA: 1/25

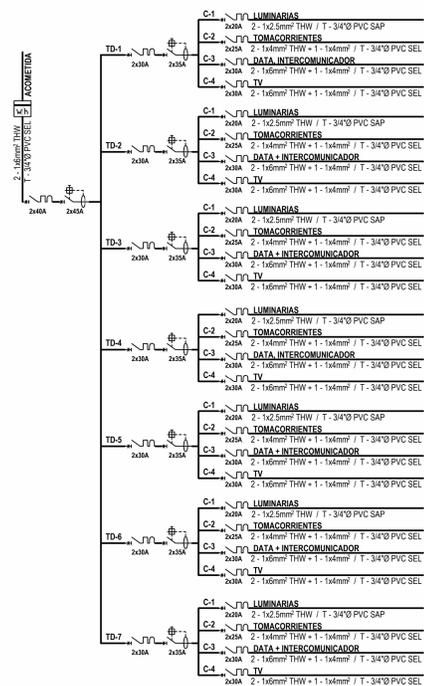
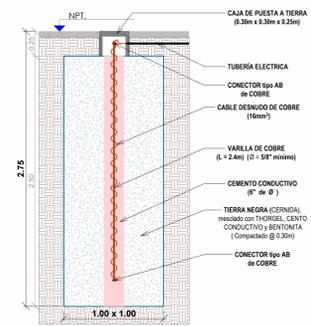
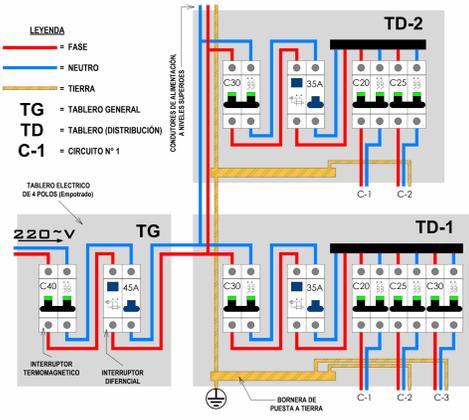


DIAGRAMA UNIFILAR DE TABLERO

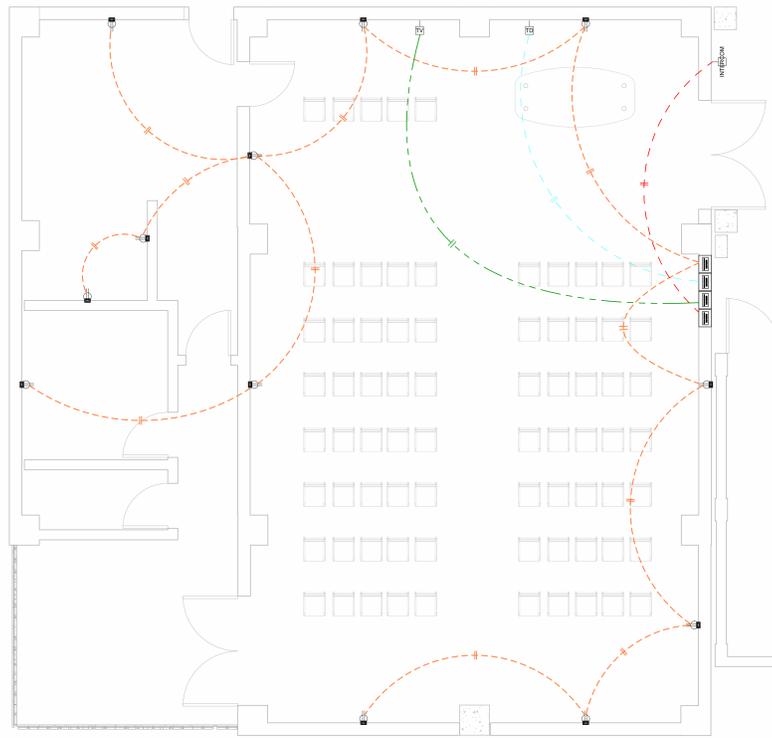
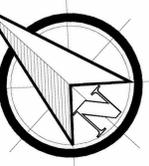


SIM.	DESCRIPCIÓN	H. SPT
	MEDIDOR (Contador kWh / hora)	1,50 m
	POZO DE ROMA A TIERRA	-2,90 m
	TABLERO GENERAL	1,80 m
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	1,80 m
	TOMACORRIENTES	0,40 m
	LUMINARIAS	losa
	LUMINARIAS COLGANTES	losa
	LUMINARIAS DE PARED	2,30 m
	INTERRUPTOR	1,20 m
	TIMBRE	
	SALIDA DE TV, CABLE	
	CIRCUITO (en techo o pared)	
	CIRCUITO (en piso o pared)	
	CIRCUITO (en piso o pared)	
	CIRCUITO DATA	
	CIRCUITO INTERCOMUNICADOR	
	FASE	
	FASE Y NEUTRO	
	FASE, NEUTRO Y TIERRA	

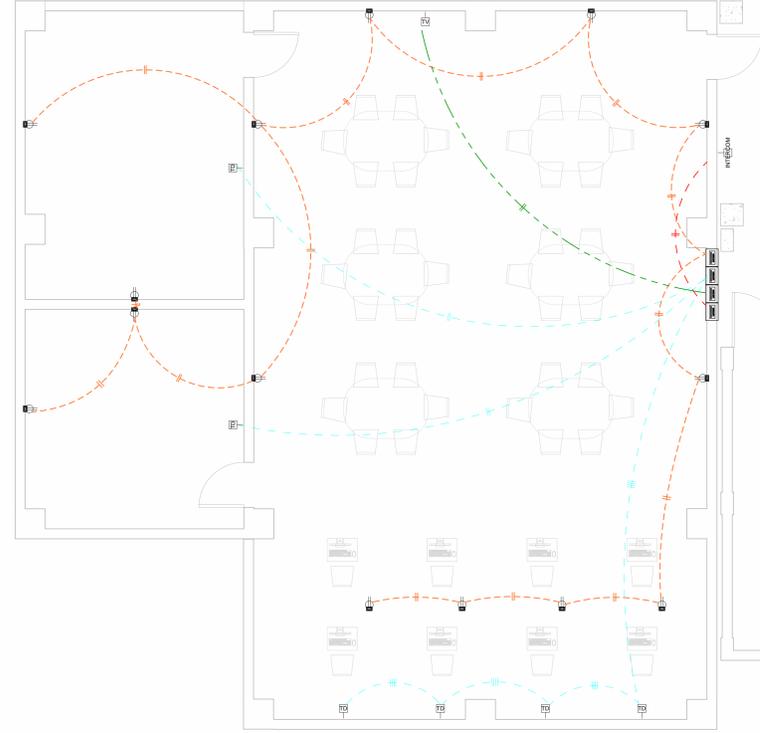
ASPECTOS TÉCNICOS	
<b>MEDIDOR (kWh)</b>	El medidor debe estar <b>fuera de aberturas</b> y accesible al personal de lectura, inspección y mantenimiento del mismo. <b>Calculo mínimo es de 1,50 m.</b>
<b>TABLERO (TG) Y TDO</b>	La ubicación del tablero debe contemplar el fácil acceso de quienes lo operen, la altura mínima de colocación es de <b>1,80 m. SPT</b> , y como máximo <b>1,80 m. SPT</b> . El calibre de conductor proveniente del medidor será de <b>10 AWG (4 mm²)</b> como mínimo.
<b>TOMACORRIENTES (PTENCIA)</b>	Serán de circuitos individuales o mixtos y tendrán distinta altura de colocación según la función a el ambiente donde se instalen. El calibre de conductor a utilizar será de <b>12 AWG (4 mm²)</b> como mínimo.
<b>LUMINARIAS</b>	Para la colocación de luminarias en la losa aligerada, ya sean empotradas o colgantes los <b>enchufes no irán en las viguetas</b> . El calibre de conductor a utilizar será de <b>14 AWG (2,5 mm²)</b> como mínimo y los <b>INTERRUPTORES</b> será de <b>10 AWG (4 mm²)</b> como mínimo.
<b>DUCHAS Y RESERVAS</b>	Los conductos utilizados para los aparatos eléctricos como duchas, freidoras, molinos o colaciones será de calibre <b>10 AWG (4 mm²)</b> como mínimo.
<b>CONDUCTOS (CABLES)</b>	Los conductores a utilizar serán de <b>COBRE Tipo ALMBRE</b> fase (rojo), neutro (blanco, azul o negro), tierra (amarillo con franja verde) y para comunicaciones: de líneas telefónicas (opcionales). En caso de ángulos muy cerrados se deberá utilizar conductores de <b>COBRE Tipo CABLE</b> .
<b>TUBERÍAS</b>	PVC de <b>3/4" (tubo) y 1/2" (tomacorrientes e interruptores)</b> . Para los cables de alto tensión se usará <b>Tubería eléctrica SAFI</b> y para muro o contrapisos <b>(tubería eléctrica SEI)</b> (Unión con empalmes, soldadura o cinta aislante (normada)).
<b>TÉRMINOS</b>	
wh	= Watt hora
AWG	= Calibre de Alambre Americano
SPT	= Sobre el Piso Terminado
SEL	= Tuberías clase LIVIANA



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAAD DELCUSCO  
 UNIDAD: Ingeniería de Electricidad  
 PRECATORIO: PROYECTO DE BARRIO  
 TESIS: BACH SUENER ARTEAGA ALVAREZ  
 ASESOR: JOSE FELIPE AZPILUETA CARBONELL  
 FECHA: 2019/02/28  
 EVALUADOR: Correo de estado



INSTALACIÓN ELÉCTRICA 1º NIVEL  
ESCALA: 1/50



INSTALACIÓN ELÉCTRICA 2º NIVEL  
ESCALA: 1/50

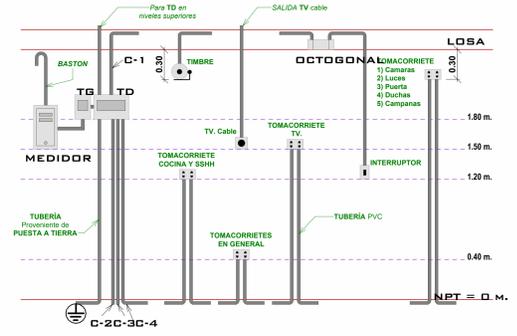
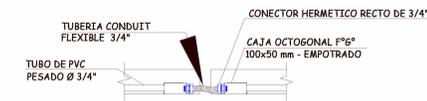


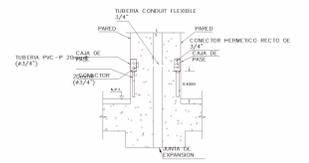
DIAGRAMA DE TUBERÍA PARA METRADOS  
ESCALA: 1/25

DETALLE DE CAJA DE PASE EN ZONAS  
CON JUNTA DE DILATACIÓN TECHO

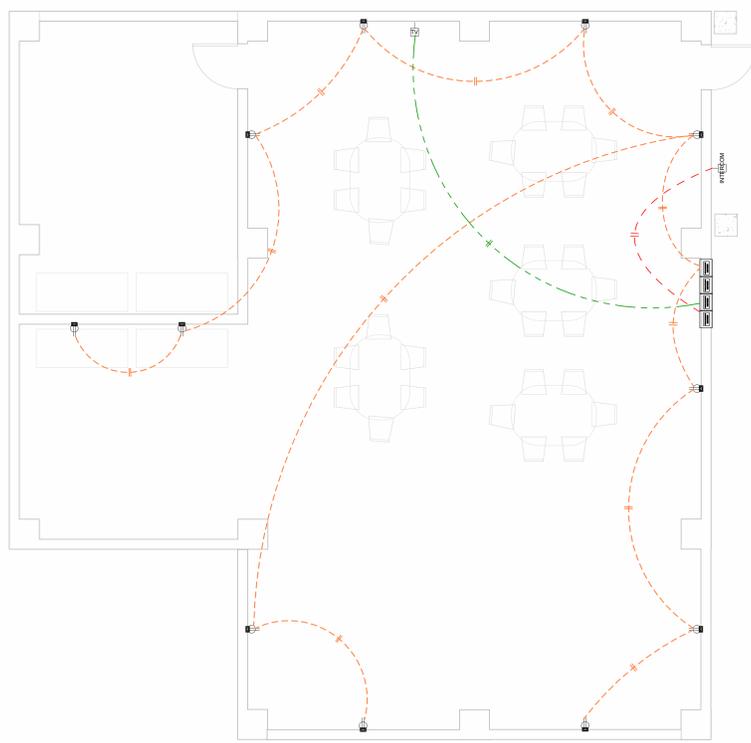


SÍMBOLO

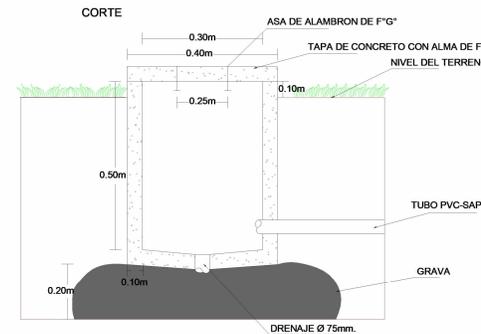
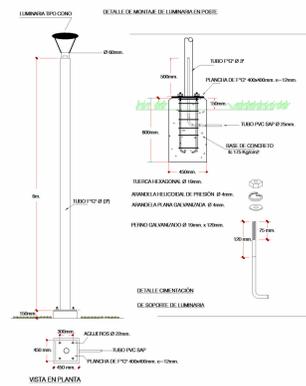
DETALLE DE CAJA DE PASE EN ZONAS  
CON JUNTA DE DILATACIÓN PISO-PARED



SÍMBOLO



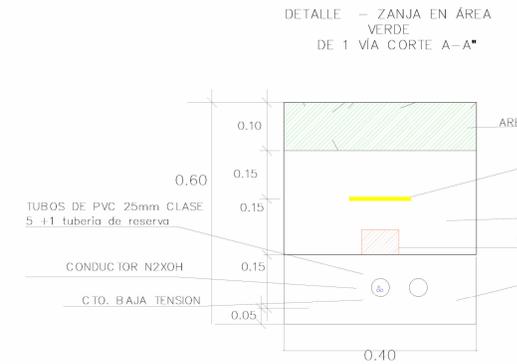
INSTALACIÓN ELÉCTRICA 3º NIVEL  
ESCALA: 1/50



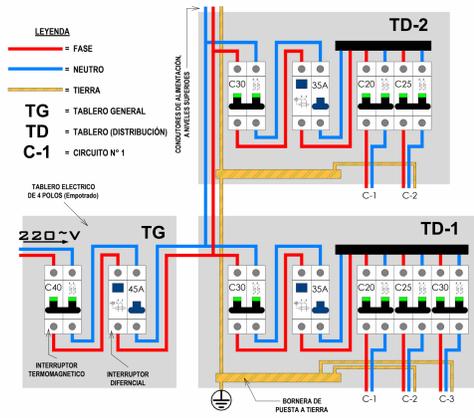
DETALLE DE BUZÓN DE BAJA TENSION



VISTA DE PLANTA



DETALLE - ZANJA EN ÁREA VERDE  
DE 1 VÍA CORTE A-A"



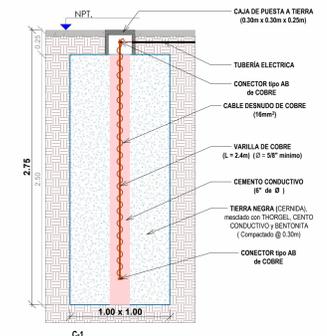
- LEYENDA**
- = FASE
  - = NEUTRO
  - = TIERRA
  - TG** = TABLERO GENERAL
  - TD** = TABLERO (DISTRIBUCIÓN)
  - C-1** = CIRCUITO N° 1

TABLERO ELÉCTRICO DE 4 POLOS (Empotrado)

INTERRUPTOR TERMO-MAGNÉTICO

INTERRUPTOR DIFERENCIAL

BOJERA DE PUESTA A TIERRA



C-1

SIM.	DESCRIPCIÓN	H. SPT
	MEDIDOR (Contador Watt / hora)	1,50 m
	POZO DE TIERRA	-2,80 m
	TABLERO GENERAL	1,80 m
	TABLERO DE DISTRIBUCIÓN	1,80 m
	TOMACORRIENTES	0,40 m
	LUMINARIAS	losa
	LUMINARIAS DE PARED	2,30 m
	INTERRUPTOR	1,20 m
	TIMBRE	
	SALIDA DE TV, CABLE	
	CIRCUITO (en techo o pared) TOMACORRIENTE	
	CIRCUITO (en piso o pared) LUMINARIAS	
	CIRCUITO (en piso o pared) CONEXIÓN A POZO TIERRA	
	CIRCUITO TV	
	CIRCUITO DATA	
	CIRCUITO INTERCOMUNICADOR	
	FASE	
	FASE Y NEUTRO	
	FASE, NEUTRO Y TIERRA	

**ASPECTOS TÉCNICOS**

**MEDIDOR (w/h)**  
El medidor debe estar libre de obstrucciones y accesible al personal de lectura, inspección y mantenimiento del mismo. La altura mínima es de 1,50 m.

**TABLERO (TG) Y (TD)**  
La ubicación del tablero debe contemplar el fácil acceso de quienes lo operen, la altura mínima de colocación es de 1,50 m. SPT, y como máximo 1,80 m. SPT. El cable de conductor proveniente del medidor será de 10 AWG (4 mm<sup>2</sup>) como mínimo.

**TOMACORRIENTES (POTENCIA)**  
Serán de chavetas circulares o mixtas y tendrán distintos altura de colocación según la función o ambiente donde se instalen. El cable de conductor a utilizar será de 12 AWG (4 mm<sup>2</sup>) como mínimo.

**LUMINARIAS**  
Para la colocación de luminarias en la losa aligerada se usarán empotradas o colgantes los octogonales no más en los viguetas. El cable de conductor a utilizar será de 14 AWG (2,5 mm<sup>2</sup>) como mínimo, y los interruptores serán a 1,20 m. SPT.

**DUCHAS Y RESERVAS**  
Los conductos utilizados para los aparatos eléctricos como: duchas, lavadoras, motores o colectores serán de calibre 10 AWG (4 mm<sup>2</sup>) como mínimo.

**CONDUCTOS (CABLES)**  
Los conductores a utilizar serán de COBRE Tipo ALAMBRE (Branco), neutro (Blanco, azul o negro), tierra (verde o naranja) y para comunicaciones o líneas telefónicas (rojo). En caso de tener más circuitos se podrá utilizar conductores de COBRE Tipo CABLE.

**TUBERÍAS**  
PVC de 3/4" (luminaria) y 1/2" (tomacorrientes e interruptores). Para losa o áreas de alto tránsito se usará tubería eléctrica SAP y para muro o contrapeso tubería eléctrica SEL (unido con pegamento, soldadura o cinta aislante [formada]).

**TÉRMINOS**

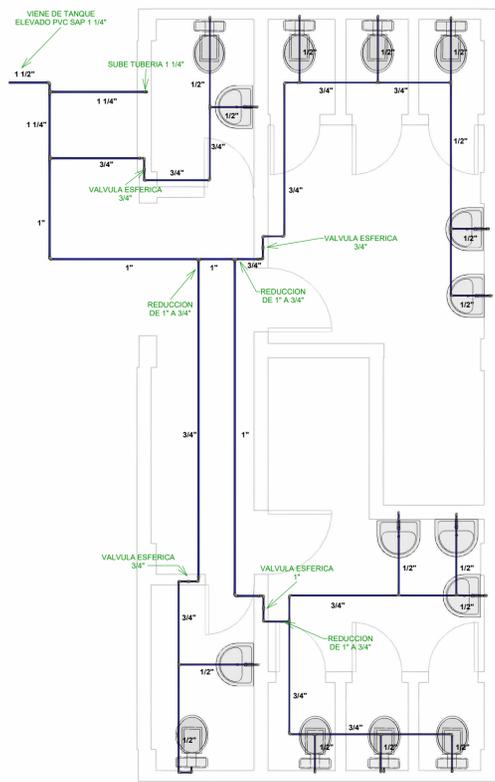
w/h = Watt-hora  
AWG = Calibre de Alambre Americano  
SPT = Sobre el Piso Terminado  
SAP = Tuberías clase PESADA  
SEL = Tuberías clase LIVIANA



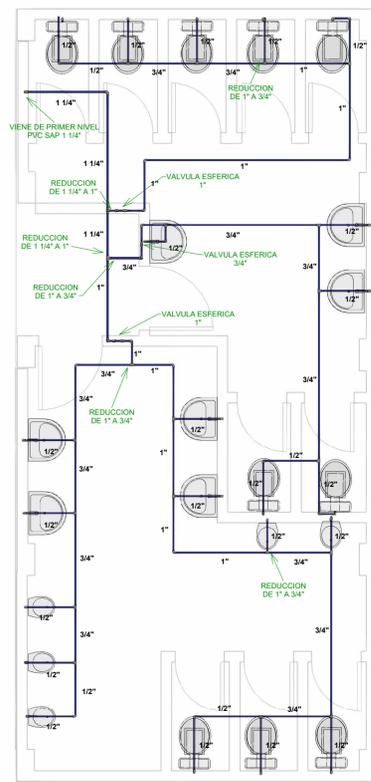
UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL DEL CUSCO

UNIDAD: Ingeniería de Infraestructura de Edificios y Obras de Sanitización  
PROFESOR: JOSÉ FELIPE AZPILUETA CARBONELL  
FECHA: 27/03/2024  
EVALUADOR: Carlos de la Cruz

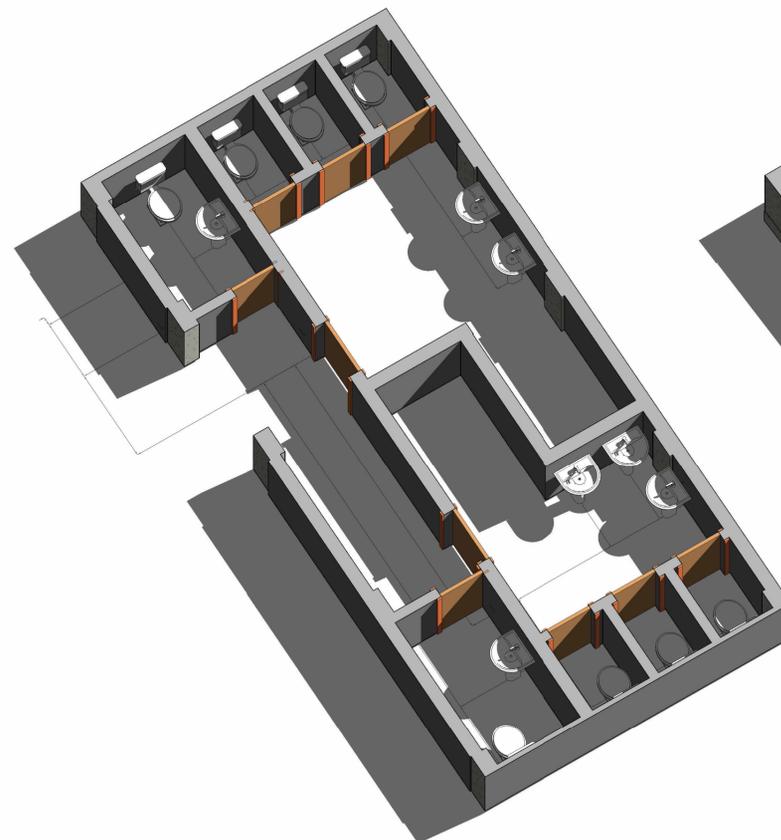
TESISTA: BACH SUENER ARTEAGA ALVAREZ  
ASESOR: JOSÉ FELIPE AZPILUETA CARBONELL



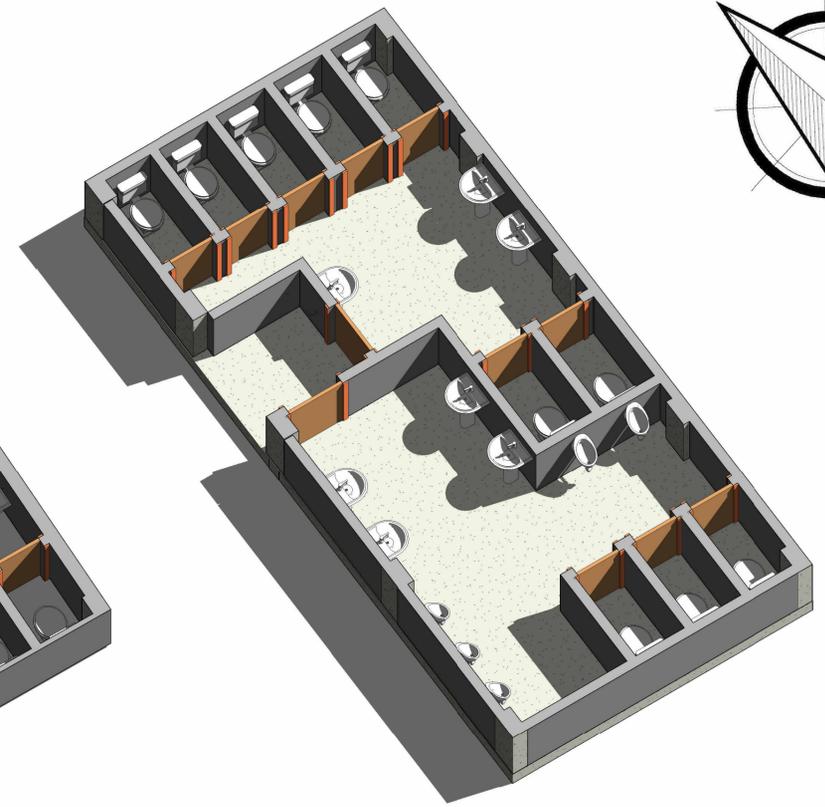
DISTRIBUCION RED DE AGUA 1° NIVEL  
ESC 1:50



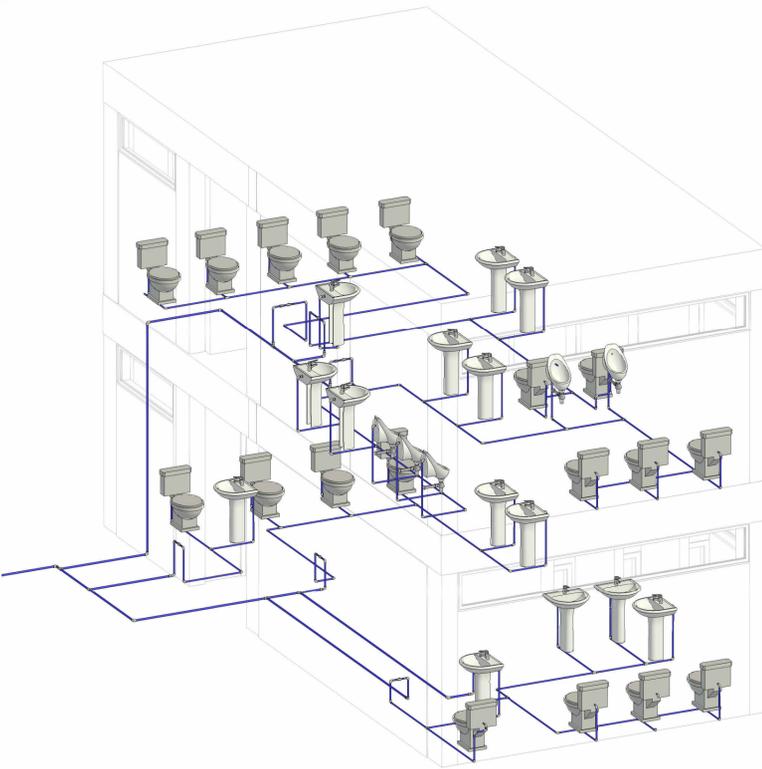
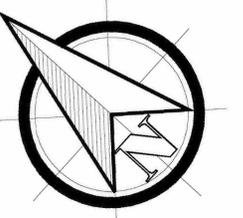
DISTRIBUCION RED DE AGUA 2° NIVEL  
ESC 1:50



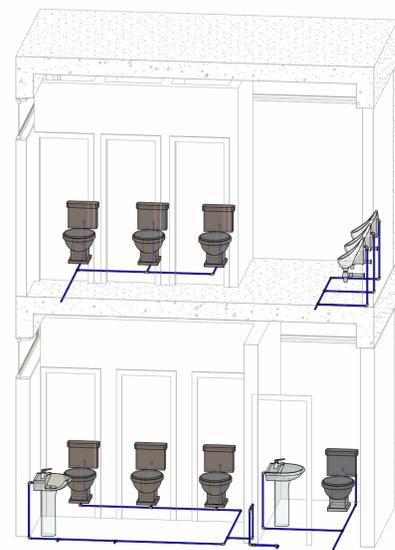
VISTA 3D ARQUITECTURA 1° NIVEL  
ESC 1:50



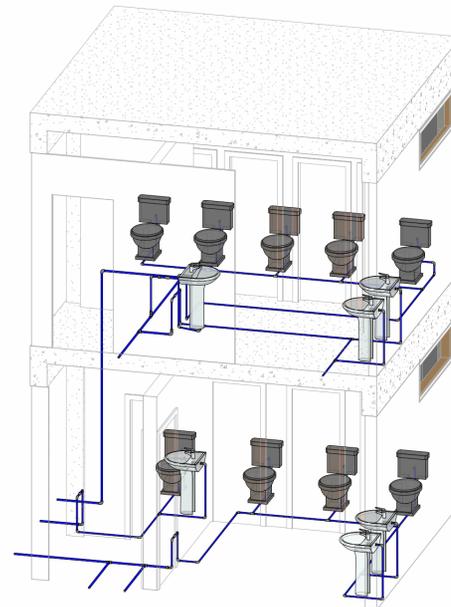
VISTA 3D ARQUITECTURA 2° NIVEL  
ESC 1:50



VISTA 3D ISOMETRICA FONTANERIA  
ESC 1:25

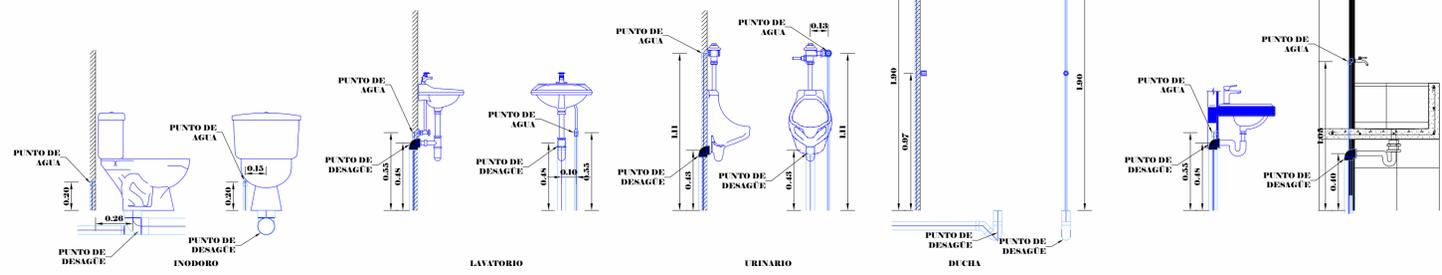


VISTA 3D ISOMETRICA  
ESC 1:50



VISTA 3D ISOMETRICA  
ESC 1:50

DETALLE DE SALIDA DE PUNTOS DE AGUA Y DESAGÜE  
INSTALACIONES SANITARIAS-DETALLES  
ESC. 1:25



LEYENDA		ASPECTOS TÉCNICOS	
SIMB.	DESCRIPCIÓN	SIMB.	DESCRIPCIÓN
	DIRECCIÓN DE PENDIENTE (Bajada)		CODO Sanitario de 90° (2" y 4")
	CAJA REGISTRO SANITARIO		CODO Sanitario de 45° (2" y 4")
	CAJA BUZÓN SANITARIO		T Sanitario (2" y 4")
	CAJA MEDIDOR DE AGUA		T Sanitario de 4" con reducción lateral a 2"
	REJILLA DE AGUAS PLUVIALES		T sanitario de 4" con reducción lineal a 2"
	SIFÓN o TRAMPA		Y Sanitario (2" y 4")
	SUMIDERO y REGISTRO (2" y 4")		Y Sanitario de 4" con reducción a 2"
	VÁLVULA CHECK (1/2" y 3/4")		REDUCTOR Sanitario de 4" a 2"
	VÁLVULA DE CONTROL (1/2" y 3/4")		CODO hidráulico 90° (1/2" y 3/4")
	Tubería PVC SANITARIA (2" y 4")		T hidráulico (1/2" y 3/4")
	Tubería PVC AGUA FRÍA (1/2" y 3/4")		T hidráulico de 3/4" con reducción a 1/2"
	Tubería CPVC AGUA CALIENTE (1/2" y 3/4")		CRUZ hidráulico (1/2" y 3/4")
	Tubería PVC AGUA NO POTABLE (1/2", 3/4", 2" y 4")		REDUCTOR hidráulico de 3/4" a 1/2"

**ASPECTOS TÉCNICOS**

La instalación del sistema de tuberías SANITARIAS, no podrá perjudicar a los Elementos ESTRUCTURALES de la edificación. En caso suceda una interferencia inevitable (Elemento ESTRUCTURAL Y UN SANITARIO), se reforzará al Elemento ESTRUCTURAL obligatoriamente.

**ABASTECIMIENTO DE AGUA**

El agua ingresará desde la red pública a través de tubería de PVC de 3/4"Ø (clase 10) con destino al tanque elevado. Si la presión del agua proveniente de la red pública es baja, se abastecerá a una sistema ubicada en el primer NIVEL, para luego ser bombeada hacia el tanque elevado.

**DISTRIBUCIÓN DE AGUA**

El agua se distribuirá desde el tanque elevado, primeramente a través de tuberías de PVC de 3/4"Ø (clase 10). Luego se utilizar tubería PVC de 1/2"Ø (clase 10) para los puntos de salida de agua. Como: lavatorios, duchas, etc.

**DISTRIBUCIÓN DE AGUA CALIENTE**

El agua caliente se distribuirá desde la termo a través de una tubería CPVC de 1/2"Ø, con uniones CPVC. Se recomienda el uso de uniones de tubería (codos, tees, cruz, etc.) de bronce o bronce anilado, ya que son más resistentes a la corrosión producidos por el agua caliente. De igual manera se utilizará PEGAMENTO o SOLDADURA CPVC.

**EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES**

Se utilizará tubería PVC de 2"Ø, o 4"Ø en caso se requiera. Las aguas serán evacuadas desde la Azotea de la vivienda hasta una caja de registro, para luego ser evacuada a la calle o sistema de evacuación pública.

**AGUA NO POTABLE**

Se utilizará tuberías PVC de (Ø = 1/2", 3/4", 1", 2" y 4") de acuerdo al uso que se le dé, como por ejemplo: Sistema contra incendios, Piscinas, Lavado de autos, riego de plantas, entre otros.

**DESAGÜE**

Se utilizará tubería PVC de 2"Ø y 4"Ø. Con pendiente de 1% como mínimo, esto con el fin de una buena evacuación. Los REGISTROS serán de (bronce pulido) tipo rosca, los SUMIDEROS serán de tipo hermético con trampa, la tubería de VENTILACIÓN serán de 2"Ø o 4"Ø y terminaran a 1.8m sobre el N.P.T. en sombreo.

**TUBERÍA DE SALIDA PARA DUCHA**

En caso del agua fría que llega a la DUCHA, se colocará 3m antes del punto de unión entre el agua fría y caliente, tubería CPVC para evitar una falla por exceso de temperatura en caso hubiese retorno.

TÉRMINOS			
IS	= INSTALACIONES SANITARIAS	PVC CLASE 10	= PN=150 PSI
PVC	= CLORURO DE POLIVINILO	PN	= PRESIÓN NOMINAL
CPVC	= CLORURO DE POLIVINILO CLORADO	PSI	= LIBRA DE FUERZA POR PULGADA CUADRADA,
Ø	= DIAMETRE	P	= PENDIENTE
"	= PULGADA	E	= ELEVACIÓN
T.H.	= TABLERO HIDRAULICO	N.P.T.	= Nivel Piso Terminado

UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO

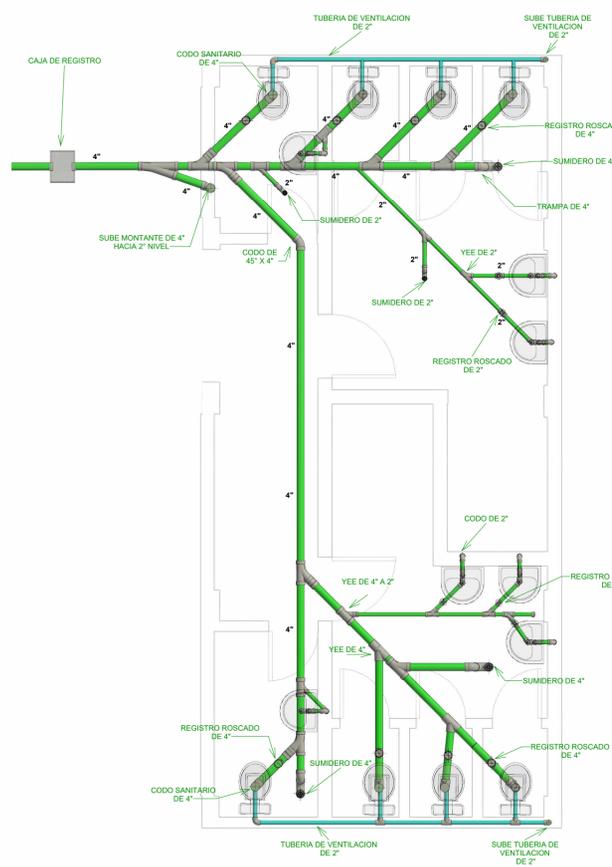


UBICACIÓN: "MEJORAMIENTO Y AMPLIACIÓN DEL SERVICIO EDUCATIVO DEL NIVEL PRIMARIA DE LA I.E. N° 51076 SANTA ANITA, IMPLEMENTANDO LA METODOLOGÍA BIMEN EL DISTRITO DE SANTA ANA - PROVINCIA DE LA CONVENCIÓN - DEPARTAMENTO DE CUSCO"

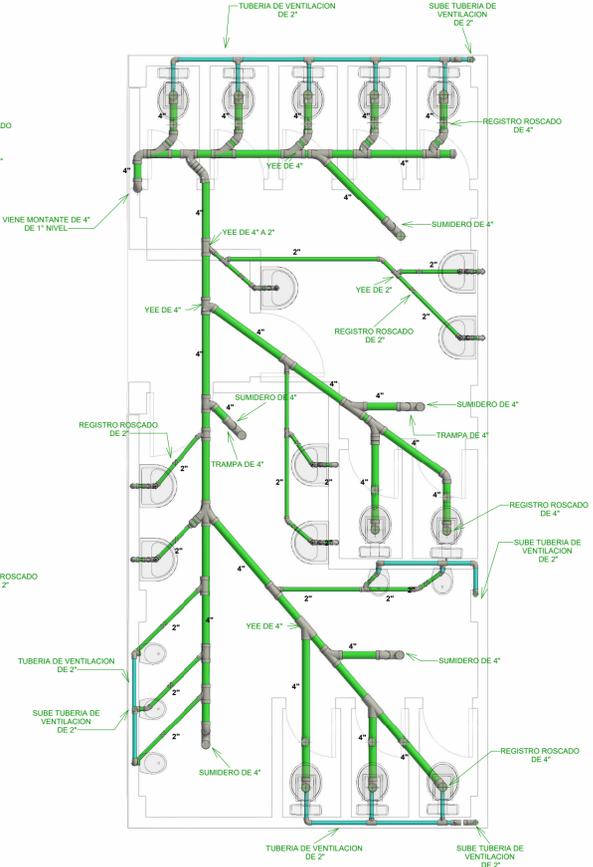
TESTISTA: BACH, SUENER ARTEAGA ALVAREZ  
ASESOR: ING. JOSE FELIPE AZPILICUETA CARBONELL

FECHA: 05/05/2025 10:56:20  
Escala: Como se indica  
PUNTO: SISTEMA DE AGUA FRÍA

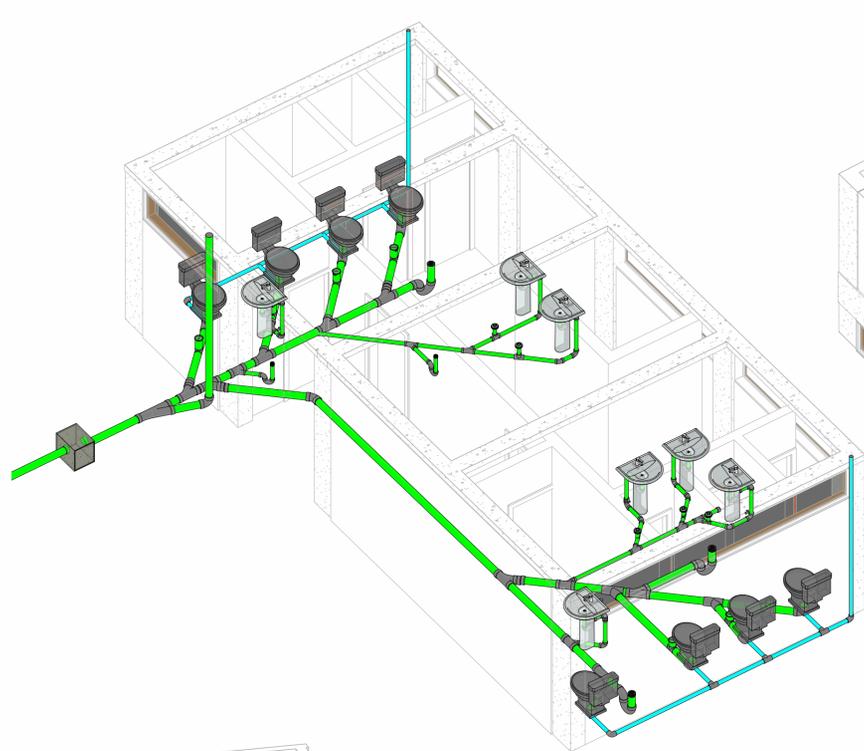
IS-01



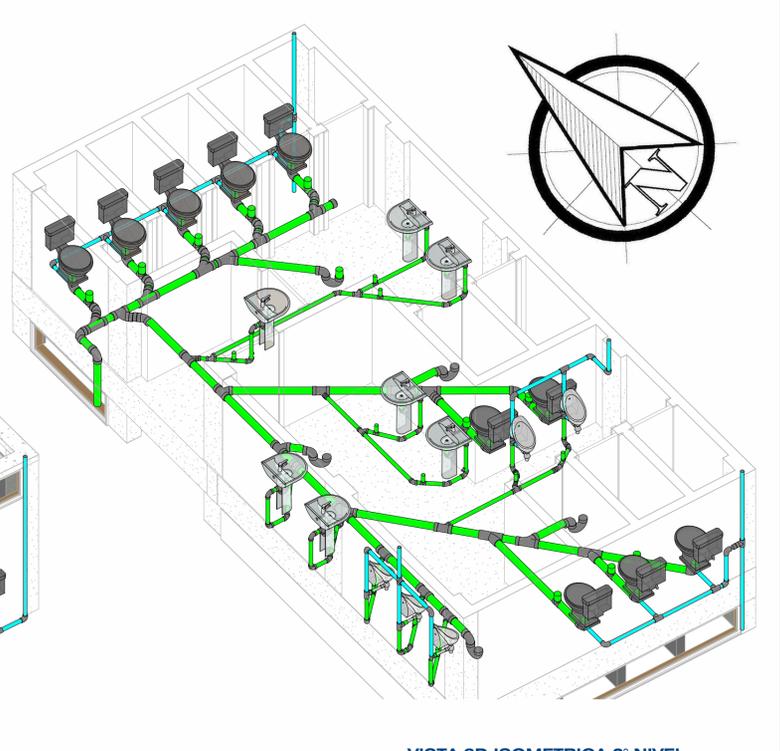
DISTRIBUCION RED DE DESAGUE 1° NIVEL  
ESC 1:50



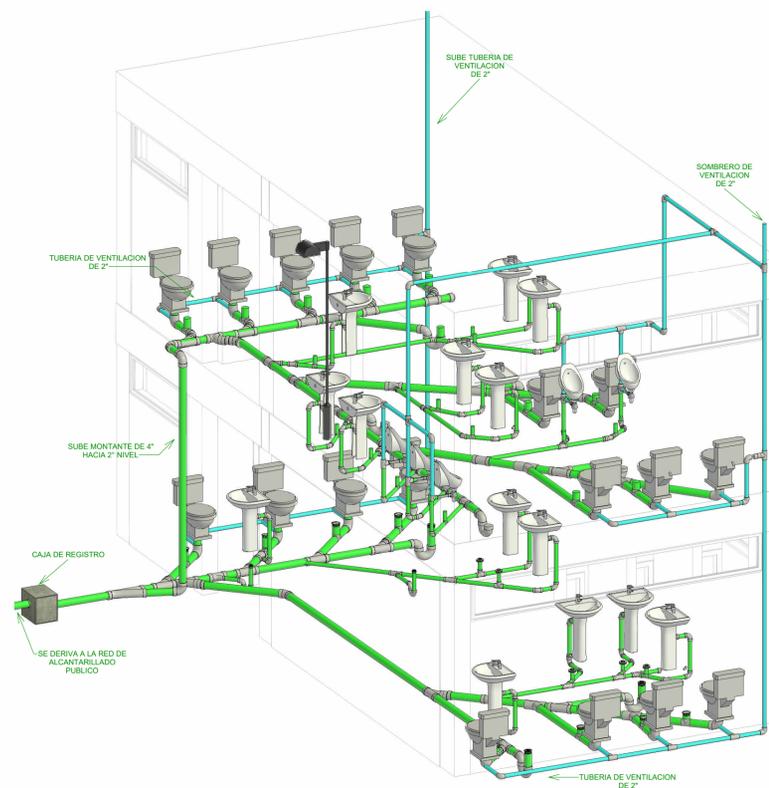
DISTRIBUCION RED DE DESAGUE 2° NIVEL  
ESC 1:50



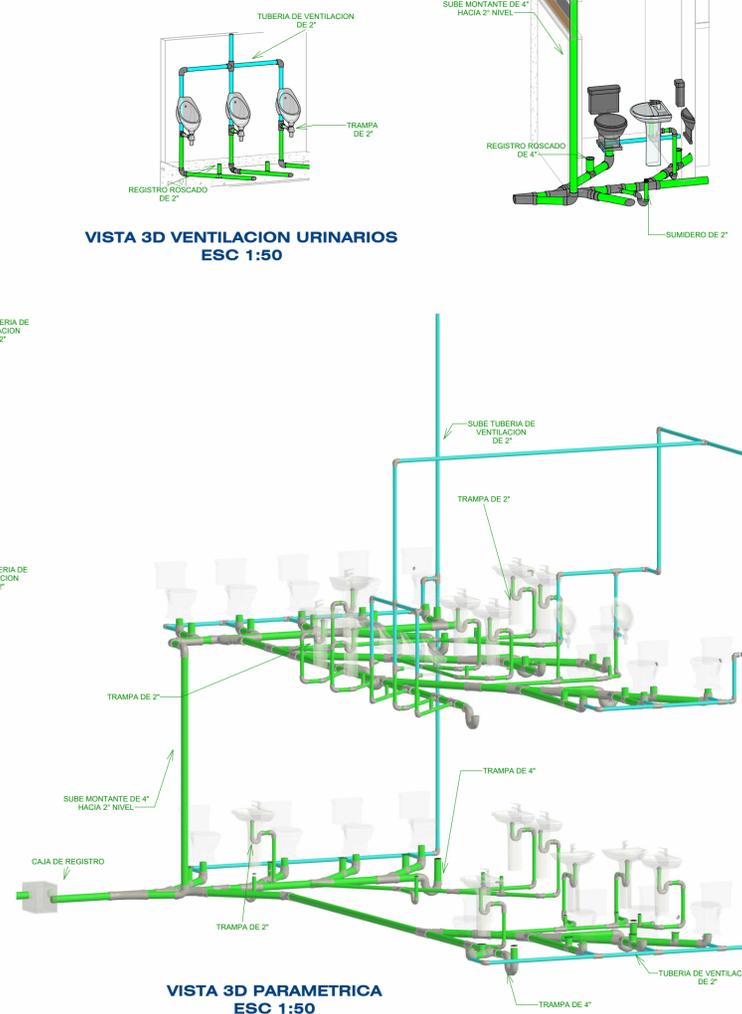
VISTA 3D ISOMETRICA 1° NIVEL  
ESC 1:50



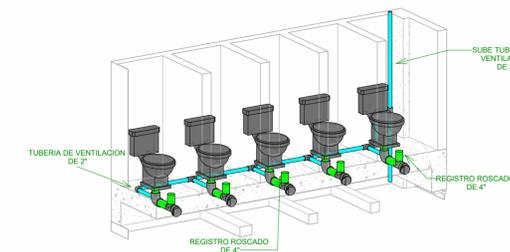
VISTA 3D ISOMETRICA 2° NIVEL  
ESC 1:50



VISTA 3D ISOMETRICA  
ESC 1:50



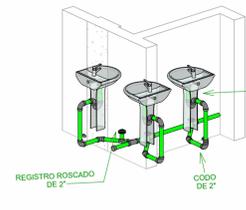
VISTA 3D PARAMETRICA  
ESC 1:50



VISTA 3D VENTILACION URINARIOS  
ESC 1:50



VISTA 3D VENTILACION INODOROS  
ESC 1:50



VISTA 3D  
ESC 1:50

LEYENDA			
SIMB.	DESCRIPCIÓN	SIMB.	DESCRIPCIÓN
←	DIRECCIÓN DE PENDIENTE (Bajada)	┌	CODO Sanitario de 90° (2" y 4")
▣	CAJA REGISTRO SANITARIO	└	CODO Sanitario de 45° (2" y 4")
▢	CAJA BUZÓN SANITARIO	┘	T Sanitario (2" y 4")
⊗	CAJA MEDIDOR DE AGUA	┙	T Sanitario de 4" con reducción lateral a 2"
▧	REJILLA DE AGUAS PLUVIALES	├	T sanitario de 4" con reducción lineal a 2"
⌋	SIFÓN o TRAMPA 2"	┤	Y Sanitario (2" y 4")
⊙	SUMIDERO (1/2" y 3/4")	├	Y Sanitario de 4" con reducción a 2"
⊘	VÁLVULA CHECK (1/2" y 3/4")	┤	REDUCTOR Sanitario de 4" a 2"
⊕	VÁLVULA DE CONTROL (1/2" y 3/4")	├	CODO hidráulico 90° (1/2" y 3/4")
▬	Tubería PVC SANITARIA (2" y 4")	├	T hidráulico (1/2" y 3/4")
▬	Tubería PVC AGUA FRÍA (1/2" y 3/4")	├	T hidráulico de 3/4" con reducción a 1/2"
▬	Tubería PVC AGUA CALIENTE (1/2" y 3/4")	├	CRUZ hidráulico (1/2" y 3/4")
▬	Tubería PVC PLUVIAL (2" y 4")	├	REDUCTOR hidráulico de 3/4" a 1/2"
▬	Tubería PVC AGUA NO POTABLE (1/2", 3/4", 2" y 4")		

TÉRMINOS			
IS	= INSTALACIONES SANITARIAS	PVC CLASE 10	= PN=150 PSI
PVC	= CLORURO DE POLIVINILO	PN	= PRESIÓN NOMINAL
CPVC	= CLORURO DE POLIVINILO CLORADO	PSI	= LIBRA DE FUERZA POR PULGADA CUADRADA,
∅	= DIAMETRE	"	= PULGADA
P	= PENDIENTE	T.H.	= TABLERO HIDRAULICO
E	= ELEVACIÓN	N.P.T.	= Nivel Piso Terminado

**ASPECTOS TÉCNICOS**

La instalación del sistema de tuberías SANITARIAS, no podrá perjudicar a los Elemento ESTRUCTURALES de la edificación. En caso suceda una interferencia inevitable (Elemento ESTRUCTURAL Y UN SANITARIO), se reforzará al Elemento ESTRUCTURAL obligatoriamente.

**NOTA: Las MONTANTES se instalarán en CASTILLOS o COLUMNAS FALSAS.**

**ABASTECIMIENTO DE AGUA**  
El agua ingresará desde la red pública a través de tubería de PVC de 3/4" (clase 10) con destino al tanque elevado. Si la presión del agua proveniente de la red pública es baja, se abastecerá a una sistema ubicada en el primer NIVEL, para luego ser bombeada hacia el tanque elevado.

**DISTRIBUCIÓN DE AGUA**  
El agua se distribuirá desde el tanque elevado, primeramente a través de tuberías de PVC de 3/4" (clase 10). Luego se utilizar tubería PVC de 1/2" (clase 10) para los puntos de salida de agua. Como: lavatorios, duchas, etc.

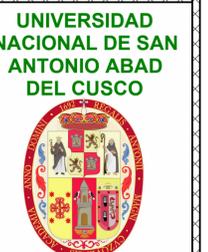
**DISTRIBUCIÓN DE AGUA CALIENTE**  
El agua caliente se distribuirá desde la terma a través de una tubería CPVC de 1/2", con uniones CPVC. Se recomienda el uso de uniones de tubería (bronce pulido) tipo rosca, los SUMIDEROS serán de tipo hermético con trampa, la tubería de VENTILACIÓN serán de 2" o 4" y terminaran a 1.8m sobre el N.P.T. en sombrero.

**EVACUACIÓN DE AGUAS PLUVIALES**  
Se utilizará tubería PVC de 2", ó 4" en caso se requiera. las aguas serán evacuadas desde la Azotea de la vivienda hasta una caja de registro, para luego ser evacuadas a la calle o sistema de evacuación pública.

**AGUA NO POTABLE**  
Se utilizará tuberías PVC de (∅ = 1/2", 3/4", 1", 2" y 4") de acuerdo al uso que se le da, como por ejemplo: Sistema contra incendios, Piscinas, Lavado de autos, riego de plantas, entre otros.

**DESAGÜE**  
Se utilizará tubería PVC de 2" y 4". Con pendiente de 1% como mínimo, esto con el fin de una buena evacuación. Los REGISTROS serán de (bronce pulido) tipo rosca, los SUMIDEROS serán de tipo hermético con trampa, la tubería de VENTILACIÓN serán de 2" o 4" y terminaran a 1.8m sobre el N.P.T. en sombrero.

**TUBERÍA DE SALIDA PARA DUCHA**  
En caso del agua fría que llega a la DUCHA se colocará 3m antes del punto de unión entre el agua fría y caliente, tubería CPVC para evitar una falla por exceso de temperatura en caso hubiese retorno.



UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABADEL DEL CUSCO

UBICACIÓN: DISTRITO: Santa Ana  
PROVINCIA: La Convención  
REGION: Cuzco

FECHA: 05/05/2025  
13:08:52

TESTISTA: BACH, SUENER ARTEAGA ALVAREZ  
ASESOR: ING. JOSE FELIPE AZPILCUETA CARBONELL

PROYECTO: SISTEMA DE DESAGÜE

IS-02