

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTA MARÍA
PROGRAMA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



“APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA BIM EN LA GESTION DE
LA CONSTRUCCION Y ANALISIS DE LOS BENEFICIOS DEL
MODELAMIENTO 4D-5D (TIEMPO-COSTO) EN UN EDIFICIO
DE 9 PISOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA”

Tesis para optar el Título Profesional de
INGENIERA CIVIL

SILVIA LUZ ENCALADA OJEDA

Abril 2016

AREQUIPA – PERÚ

INDICE

RESUMEN	6
CAPÍTULO 1 : INTRODUCCIÓN	9
1.1 INTRODUCCIÓN:	9
1.2 OBJETIVOS:	10
1.2.1 OBJETIVO GENERAL	10
1.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS	10
1.3 JUSTIFICACIÓN:	11
1.4 ANTECEDENTES:	12
CAPÍTULO 2 : BIM EN LA CONSTRUCCIÓN	14
2.1 BUILDING INFORMATION MODELING	14
2.2 EL BIM APLICADO A LA CONSTRUCTABILIDAD	19
2.3 SOFTWARE DINÁMICO DE MODELADO	20
2.4 MODELAMIENTO BIM 3D	22
2.4.1 Level Of Development (LOD):	22
2.5 MODELAMIENTO 4-D	25
2.5.1 Componentes del modelo BIM 4-D:	26
2.6 MODELAMIENTO 5-D	28
2.7 DETECCIÓN DE INTERFERENCIAS – INCOMPATIBILIDADES	30
2.8 TECNOLOGIA BIM EN EL PERU	33
2.8.1 Comité BIM Perú:	33
2.8.2 Principales proyectos BIM en el Perú	38
CAPÍTULO 3 : APLICACIÓN DEL BIM EN UN CASO DE ESTUDIO - “EDIFICIO ROOSEVELT”	46
3.1 MODELO 3-D	46
3.1.1 MEMORIA DESCRIPTIVA	46
3.1.2 MODELAMIENTO DE ARQUITECTURA	54
3.1.3 MODELAMIENTO DE ESTRUCTURAS	56
3.1.4 MODELAMIENTO DE INSTALACIONES SANITARIAS	62
3.1.5 MODELAMIENTO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS	68
CAPÍTULO 4 : ANÁLISIS DEL BIM APLICADO A LA GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN	69
4.1 GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN:	69
4.2 NAVEGACIÓN VIRTUAL:	69
4.3 MODELAMIENTO 4D – GESTIÓN DEL TIEMPO	72

4.4	MODELAMIENTO 5D – GESTIÓN DE LOS COSTOS	75
4.5	DETECCIÓN DE INTERFERENCIAS E INCOMPATIBILIDADES	79
4.5.1	Análisis de interferencias – Edificio Roosevelt:	84
4.5.2	Análisis de incompatibilidades – Edificio Roosevelt:	102
4.6	CUANTIFICACION - METRADOS	108
4.6.1	ESTRUCTURAS:	109
4.6.2	ARQUITECTURA:	123
4.6.3	INSTALACIONES SANITARIAS:	126
4.7	ANÁLISIS APLICADO A LA CONSTRUCTABILIDAD	128
4.7.1	BIM APLICADO A LOS PRINCIPIOS DE CONSTRUCTABILIDAD	128
4.8	INTERACCIÓN LEAN-BIM	129
CAPÍTULO 5 : ANÁLISIS COMPARATIVO		131
5.1	COMPARACIÓN DE DOCUMENTACIÓN	131
5.2	COMPARACIÓN DE METRADOS (CUANTIFICACIONES)	134
5.2.1	ESTRUCTURAS:	135
5.2.2	ARQUITECTURA:	136
5.3	VISUALIZACIÓN BIM 3-4-5-D vs. VISUALIZACIÓN CAD	137
CAPÍTULO 6 : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES		140
6.1	CONCLUSIONES	140
6.2	RECOMENDACIONES	142

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1

Figura 1.1: Principales causas de problemas ocurridos en obra	12
Figura 2.1: Ciclo de vida de un proyecto aplicadas al BIM	14
Figura 2.2: Principales involucrados en un proyecto.....	15
Figura 2.3: Método actual tradicional de desarrollo de un proyecto	16
Figura 2.4: Proceso de desarrollo de un proyecto con metodología BIM	17
Figura 2.5: Curva de MacLeamy.....	18
Figura 2.6: Relación fundamental del software dinámico de modelado.....	20
Figura 2.7: Interacción Diseño – Documentación en Software dinámico de modelado.....	21
Figura 2.8: Cambio de concepto del “LOD”	23
Figura 2.9: Aplicación de los LOD’s a un elemento	25
Figura 2.10: Parámetro “Tiempo” añadido al 3-D = Modelamiento 4-D	26
Figura 2.11: Vinculación del modelo BIM 3-D con el cronograma de Obra	27
Figura 2.12: Parámetro “Costo” añadido al modelo 4-D= Modelo 5-D	28
Figura 2.13: Relación entre el 3D - 4D - 5D	29
Figura 2.14: Ejemplo de incompatibilidad en planos (Disciplina: estructural)	31
Figura 2.15: Ejemplo de interferencia (Disciplina: Sanitarias)	32
Figura 2.16: GEN-001 – Relación de Disciplinas.....	35
Figura 2.17: GEN-002 - Relación de Especialidades por Disciplina	35
Figura 2.18: Torre Orquídeas – Modelo BIM 3D	38
Figura 2.19: Torre Begonias – Modelo BIM	39
Figura 2.20: Torre Barlovento (Modelo BIM – Renderizado).....	40
Figura 2.21: Edificio Universidad del Pacífico – Modelo BIM Integrado.....	41
Figura 2.22: Edificio Universidad del Pacífico – Simulación 4D	42
Figura 2.23: Reuniones con los involucrados en la ejecución del proyecto.....	43
Figura 2.24: Resultados de la ejecución basada en un modelo	44
Figura 2.25: Mall Aventura Plaza Cayma – Modelo BIM-3D (Fachada)	45
Figura 2.26: Mall Aventura Plaza Cayma – Modelo 3D-BIM (Cimentación)	45
Figura 3.1: Planta de estacionamientos – Arquitectura	46
Figura 3.2: Planta típica – 1°,3°,5° planta – Arquitectura.....	47
Figura 3.3: Planta típica – 2°, 4°, 6° planta - Arquitectura	48
Figura 3.4: 7° Planta – Arquitectura	49
Figura 3.5: 8° Planta – Arquitectura	49
Figura 3.6: Plano de Cimentación – Estructuras	50
Figura 3.7: Plano de aligerado típico – Estructuras.....	50
Figura 3.8: Distribución de las redes de agua fría, caliente y recolección de desagüe (Plantas típicas 1°, 3° y 5°)	52
Figura 3.9: Distribución de las redes de agua fría, caliente y recolección de desagüe (Plantas típicas 2°, 4° y 6°)	52
Figura 3.10: Instalaciones Eléctricas – Primera Planta (Estacionamientos)	53
Figura 3.11: Instalaciones Eléctricas – Plantas Típicas (2°, 4° y 6°).....	54
Figura 3.12: Instalaciones Eléctricas – Plantas Típicas (3°, 5° y 7°).....	54
Figura 3.13: Modelo de Arquitectura (Fotorrealista)	55
Figura 3.14: Modelo de Arquitectura.....	56

Figura 3.15: Modelo de Estructuras (Realistic)	57
Figura 3.16: Modelo de Estructuras (Modo analítico)	58
Figura 3.17: Modelo de Estructuras (Vista en perspectiva)	59
Figura 3.18: Vista longitudinal	59
Figura 3.19: Modelo de Estructuras (Cimentación)	60
Figura 3.20: Modelo del refuerzo estructural – Cimentación	61
Figura 3.21: Detalle de acero en zapatas-vigas de cimentación-columnas	61
Figura 3.22: Detalle de acero en zapatas –columnas-vigas	62
Figura 3.23: Detalle de unión encuentro viga-columna	62
Figura 3.24: Modelo Instalaciones Sanitarias	63
Figura 3.25: Red de distribución de Agua Fría	64
Figura 3.26: Distribución de agua fría (Baño)	64
Figura 3.27: Red de distribución de Agua Caliente	65
Figura 3.28: Distribución de agua caliente – Dpto. Dúplex	65
Figura 3.29: Red de Recolección de Desagüe	67
Figura 3.30: Distribución de cajas de registro	67
Figura 3.31: Modelo de Instalaciones Eléctricas	68
Figura 4.1: Navegación – Estacionamientos	70
Figura 4.2: Navegación - Flat (Dormitorio)	71
Figura 4.3: Navegación - Flat (Sala-Comedor)	71
Figura 4.4: Simulación 4D – Excavación de Cimentación	73
Figura 4.5: Simulación 4D – Construcción Zapatas	73
Figura 4.6: Simulación 4D – Construcción Placas y Columnas	74
Figura 4.7: Simulación 4D – Construcción Vigas, Losas	74
Figura 4.8: Simulación 4D - Gestión del tiempo	75
Figura 4.9: Simulación 5D – Vigas de cimentación	77
Figura 4.10: Simulación 5D – Columnas 2da Planta	78
Figura 4.11: Clash Detective: Comparación VIGAS vs. TUBERÍAS 2° Piso	80
Figura 4.12: Detección de conflictos - Comparación VIGAS vs. TUBERÍAS 2° Piso	81
Figura 4.13: Clash Detective: Comparación ESTRUCTURAS vs. INST. SANITARIAS	81
Figura 4.14: Detección de conflictos - Comparación ESTRUCTURAS vs. SANITARIAS	82
Figura 4.15: Comprobación de interferencias en plano 2D (Estacionamientos)	100
Figura 4.16: Comprobación de conflictos en elevación	101
Figura 4.17: Incompatibilidad – cotas de tapa de caja de registro	103
Figura 4.18: Ubicación de montantes de agua fría	104
Figura 4.19: Incompatibilidad – montantes de agua fría	104
Figura 4.20: Abertura de losa – Según plano de Arquitectura	106
Figura 4.21: Abertura de losa – Según plano de Estructuras	107
Figura 4.22: Incompatibilidad losa Dpto. Flat	108
Figura 4.23: Principios de la Constructabilidad	128
Figura 5.1: Generación de Secciones Automática	133
Figura 5.2: Visualización de la distribución de desagüe – Bloque 1	138

LISTA DE TABLAS

Tabla 1.1: Clasificación de RFI por tipo de consulta (Fuente: Alcántara-Fuentes).....	13
Tabla 2.1: Clasificación de deficiencias por especialidades (Fuente: Alcántara-Fuentes)	33
Tabla 2.2: Codificación de Especialidades GEN-0003	35
Tabla 2.3: Niveles de Detalle estandarizados en Protocolo BIM-002	37
Tabla 4.1: Cálculo total aproximado de cuantificaciones de costos para las interferencias ..	101
Tabla 4.2: Principales interacciones	130
Tabla 5.1: Comparativo metrados - Estructuras	135
Tabla 5.2: Comparativo Metrados - Arquitectura.....	136



DEDICATORIA

A Dios, por haberme bendecido en este camino y haberme dado fuerzas para no rendirme y afrontar los problemas.

A mi papá, por haberme enseñado lo hermoso de esta carrera y ser un ejemplo a seguir; a mi mamá, que con su bondad y fortaleza me enseñó a levantarme en mis caídas, a ambos, quienes en todo momento me brindaron su incondicional apoyo, y sobre todo por haberme guiado en este camino.

A mis hermanas, mi sobrina, y demás familia, amigos y personas especiales; quienes de alguna manera siempre estuvieron apoyándome para lograr este objetivo.

RESUMEN

La gestión de la construcción, que en la actualidad es uno de los rubros más importantes en nuestro país, presenta actualmente muchas deficiencias y problemas que generan una ineficacia en el resultado final. Problemas como incompatibilidad de planos, deficiencias en documentos de diseño e ingeniería, falta de comunicación y coordinación entre involucrados con el proyecto, falta de contractibilidad en el diseño, etc.; conllevan a que aspectos tan importantes como la productividad y la calidad se vean afectadas; más aún en cuestión de plazos y costos, ésta problemática solo se representa en pérdidas. La aplicación del BIM, una nueva tecnología que ya se viene adaptando poco a poco en nuestro medio, se plantea como una potente solución a dicha problemática. Es por eso que es importante que se difunda y que se tenga conocimiento para así poder implementar estas nuevas metodologías de trabajo y poder estar a la vanguardia de países altamente desarrollados en éste sector.

CAPÍTULO 1 : INTRODUCCIÓN

1.1 INTRODUCCIÓN:

En la actualidad existe gran cantidad de proyectos inmobiliarios que vienen desarrollándose en nuestro país, la ejecución de los mismos conlleva a que los diseños arquitectónicos sean más funcionales y en menores espacios, obligando a los Arquitectos a desarrollar sus proyectos con planteamientos modernos e innovadores, de tal forma que por la competencia y oferta del mercado inmobiliario tengan la debida aceptación, igualmente los diseños de instalaciones interiores, cada vez ofrecen mayor comodidad y confort, por lo que los diseños se hacen más complejos; por lo tanto se hace cada vez más necesario que los proyectos presenten un altísimo nivel de detalle para su mejor y fácil entendimiento tanto del propietario, del diseñador y del constructor. Así mismo, actualmente los proyectos cuentan con más Sistemas y Servicios, lo cual hace que las instalaciones de nuestros proyectos sean más complejas que las que desarrollábamos en años anteriores.

El nivel de detalle esperado no se logra en la mayoría de casos por las limitaciones del software existente que se utilizan en el diseño de las diferentes especialidades y también por no haber una correcta planificación entre ellas, lo que conlleva a realizar diseños por separado sin coordinar adecuadamente entre los profesionales de cada especialidad, en consecuencia no se mantiene una uniformidad ni claridad del resultado final del proyecto, lo que durante la ejecución causa retrasos, confusiones y a veces mal interpretaciones, lo que se incrementa cuando las empresas constructoras y ejecutoras frecuentemente pretenden resolver las deficiencias y discrepancias que se presentan en el diseño, muchas veces sin consultar al proyectista para evitar las pérdidas de tiempo, lo que trae como consecuencia a veces soluciones incorrectas.

En términos de constructabilidad, debido al permanente cambio que está sufriendo la industria de la construcción, es necesario implementar herramientas que permitan un desarrollo óptimo en cuanto a diseño y construcción de obras civiles, pues como ya se mencionó anteriormente, día a día se desarrollan proyectos mucho más complejos que necesitan de una previa planeación y planificación de estrategias que ayuden a alcanzar metas proyectadas en cuanto al costo, mano de obra, tiempo de ejecución, minimización de accidentes, construcción con calidad,

utilización de materiales con poco desperdicio, uso de herramientas y maquinaria, entre otros. En la actualidad, el manejo de proyectos, en cuanto a revisión de los procesos de construcción de principio a fin durante un período antes de la construcción, es mínimamente aplicado cuando se desarrolla un proyecto. Debido a esto, es que es casi imposible identificar obstáculos antes de que un proyecto sea construido, ya sea para reducir o prevenir errores, demoras o sobrecostos. Esto representa una gran problemática en la actualidad, y muchas veces no se tiene en cuenta.

Para lograr el objetivo de desarrollar un proyecto con las exigencias de detalle y de fácil comprensión, de correcta planificación y aplicando los principios de constructabilidad; es necesario contar con una tecnología que permita interrelacionar y acoplar las diferentes especialidades que conforman un proyecto, para que puedan diseñarse correlacionándose y sin que se produzcan incompatibilidades ni interferencias, así como también es necesario utilizar herramientas que estimulen incrementos en la productividad y eficiencia desde las etapas iniciales de un proyecto, como son el diseño y la ingeniería.

1.2 OBJETIVOS:

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

- Analizar la tecnología BIM y sus beneficios, aplicarla a una edificación multifamiliar, con el objetivo de mejorar la gestión de la construcción durante el ciclo de vida del proyecto (programación, diseño, análisis, documentación, construcción, operación y mantenimiento), tomando en cuenta las diferentes propiedades y variables de un proyecto, como son la geometría, las dimensiones del tiempo y el costo, cantidades y componentes.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Realizar el modelamiento completo de un proyecto de edificación destinado para vivienda multifamiliar, en sus diferentes especialidades (arquitectura, estructuras, instalaciones sanitarias, eléctricas, electromecánicas) utilizando software dinámico de modelado en tres dimensiones basados en planos

elaborados en 2-D de una edificación de 9 pisos ubicado en la Ciudad de Arequipa.

- Identificar las posibles interferencias e incompatibilidades que se presenten en el proyecto, lo que será posible detectar en el modelamiento conjunto de las diferentes especialidades, y puedan ser corregidas oportunamente.
- Realizar una simulación BIM-4D o modelamiento 4-D de la etapa de construcción del edificio para analizar los beneficios de tener un modelo al momento de visualizar los planes de construcción, identificar posibles consecuencias y conflictos espaciales, mejorar la comunicación e interrelación de los profesionales y técnicos que participan en la ejecución del proyecto y a la vez poder mantener permanentemente informado con claridad y facilidad a cualquier otro participante involucrado en el proyecto (propietario, clientes, stakeholders, proveedores, etc.)
- Elaborar un modelamiento BIM-5D del edificio, de tal forma que permita tener control de la gestión de los costos y realizar un análisis de las ventajas de éste modelamiento y su impacto en la construcción, así como también determinar los diversos factores en los que influyen la gestión de costos.
- Realizar un análisis comparativo en el cual se puedan mostrar las diferencias con la metodología de trabajo tradicional y la metodología BIM, para de esta forma tener un mejor análisis de los beneficios de esta tecnología.

1.3 JUSTIFICACIÓN:

El desarrollo de la presente tesis se justifica porque tiene como fin el hacer uso de nuevas tecnologías que tiendan a solucionar los problemas más frecuentes en la gestión de la construcción, este aporte tiene como campos de aplicación a las diversas empresas inmobiliarias, constructoras, Gerencias de Proyectos, Dueños, Proyectistas, y toda la industria de la construcción en general; el uso e implementación de ésta nueva tecnología permitiría un mejor desempeño en la ejecución del proyecto, lo que trae consigo un impacto positivo en el campo económico y tecnológico, por

cuanto se lograría ser más productivos, ahorrar tiempo y dinero; así también representaría un impacto social pues al mejorar y superar los problemas más frecuentes se obtendrán un mejor producto final logrando la satisfacción de los propietarios, clientes, etc.

1.4 ANTECEDENTES:

En los últimos años, se viene dando muchísima importancia a la productividad en los proyectos de construcción, por lo que se están implementando filosofías como el Lean Construction (Construcción sin pérdidas) o el “Project Management (PMI)”; y es que estas metodologías logran que los proyectos se gestionen de manera eficaz, siendo el resultado mayores ganancias y mejor control del tiempo. En éste ámbito, se han realizado muchos estudios para evaluar las principales causas de los retrasos en la ejecución de una obra, las pérdidas, y problemas en general. En la Tesis del Ing. Juan Vásquez Ayala “El Lean Design y su aplicación a los proyectos de edificación”, presenta un gráfico en el cual nos muestra las causas frecuentes de los problemas ocurridos en obra:

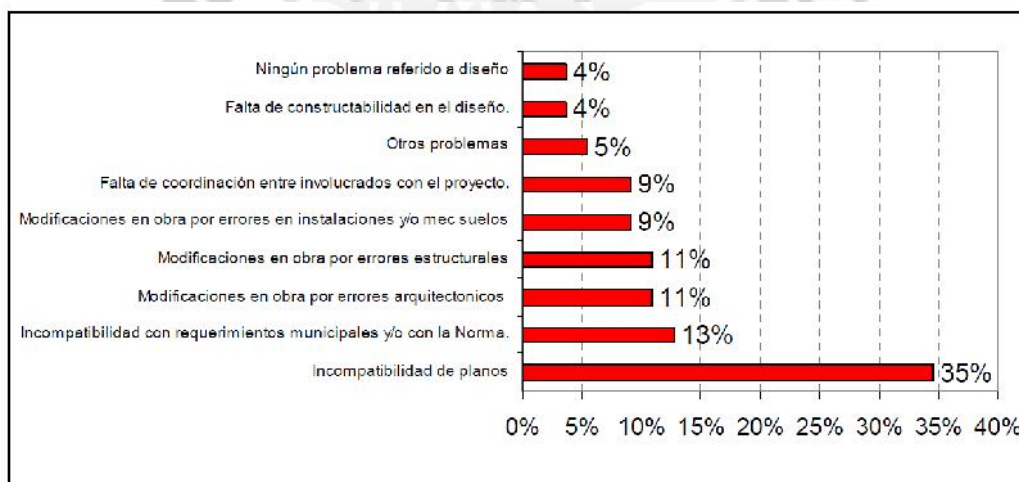


Figura 1.1: Principales causas de problemas ocurridos en obra

Como se observa en la Figura 1.1, el principal problema es la incompatibilidad de planos alcanzando un 35%, lo cual representa un gran problema que merece tomarse en cuenta y contar en el momento del desarrollo del proyecto con una mejor tecnología, que permita una mayor calidad en el producto final.

Por otro lado, en la investigación denominada “Clasificación e impacto de las deficiencias en la construcción de proyectos de edificaciones” –

Alcántara Rojas Vladimir, Fuentes Hurtado Diego; nos presentan una tabla donde se exhiben la clasificación de RFI¹ por tipo de consulta analizadas a 2104 observaciones encontradas en 1406 RFI, realizadas por contratistas de cinco proyectos de edificación en la ciudad de Lima.

Tabla 1.1: Clasificación de RFI por tipo de consulta (Fuente: Alcántara-Fuentes)

Tipo de consulta	Porcentaje (%)
Deficiencias en los documentos de diseño/ingeniería	67.11
Aprobación y/o sugerencia de cambio	16.34
Confirmación o aclaración	12.62
Otras observaciones	3.93
TOTAL	100%

Como se observa en la Tabla 1.1, el 67.11% de consultas emitidas corresponden a deficiencias en los documentos de diseño/ingeniería; lo cual refleja que durante la ejecución de un proyecto se presentan bastantes dudas con respecto a la documentación de diseño o ingenierías.

Estos factores representan una gran problemática en la metodología de trabajo actual, por lo que se hace cada vez más necesario un cambio de metodología, un cambio no sólo en la forma de trabajar, sino en la forma de pensar. BIM no sólo es una metodología, BIM es un cambio de paradigmas.

¹ Request for Information

CAPÍTULO 2 : BIM EN LA CONSTRUCCIÓN

2.1 BUILDING INFORMATION MODELING

BIM es un acrónimo de las palabras en inglés Building Information Modelling, que traducido al español sería Modelamiento de la Información de la Edificación. Aunque este término es cada vez más utilizado, es muy complejo darle una definición exacta. Una posible definición sería, por ejemplo: *“Building Information Modelling es el proceso de generar y manejar información acerca de un edificio durante todo su ciclo de vida.”*

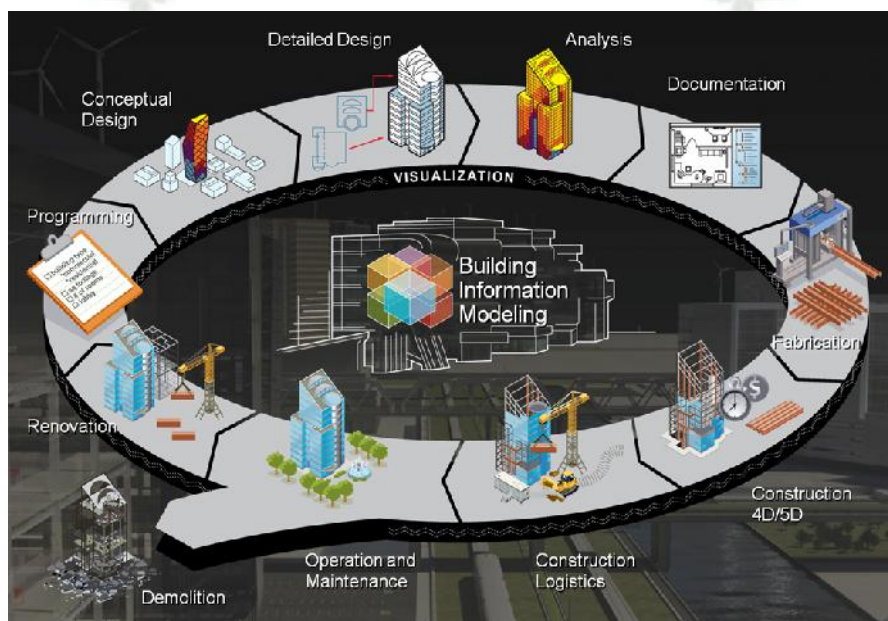


Figura 2.1: Ciclo de vida de un proyecto aplicadas al BIM

Otra definición podría ser: BIM “es el proceso de generación y gestión de datos del edificio durante su ciclo de vida”², “es la creación de valor a través de la colaboración en todo el ciclo de vida de un activo apoyado en la creación, recopilación y el intercambio de modelos 3D y los datos compartidos, inteligentes, estructurados, y vinculados a ellos”³

BIM no está referido a un software como algunos creen, mucho menos es sólo una visualización de un modelo tridimensional, y aunque algunos también dicen que es una recopilación de información; BIM es mucho más que todo lo anterior. BIM no sólo engloba visualizaciones tridimensionales, sino también permite realizar una construcción virtual

² Fuente: Wikipedia

³ Fuente: UK BIM TASK GROUP, 2014

en sus diferentes ciclos de vida, desde la demolición, de ser el caso, hasta la operación y mantenimiento de la edificación.

BIM representa una transformación a la forma tradicional en la que se viene trabajando actualmente.

Los ciclos de vida de un edificio, como se observan en la Fig. 1, se relacionan entre sí, para dar como resultado una obra de calidad, con justas ganancias y sustentablemente funcional.

El BIM permite el manejo de la información de la edificación que abarca la geometría del edificio, las relaciones espaciales, la información geográfica así como las cantidades y las propiedades de los componentes del edificio. La información se maneja en una base de datos que gracias a su funcionalidad e inteligencia, permite que se actualice cada vez que ocurra un cambio en el modelo.

Hablar de BIM, es hablar de una interrelación entre los diferentes involucrados que componen un proyecto. El poder evaluar y pre visualizar el diseño tridimensional y sus implicancias en distintas áreas de manera simultánea, sin que quede información al aire o dudas, aporta a la toma de decisiones considerando a todos los implicados en un proyecto.

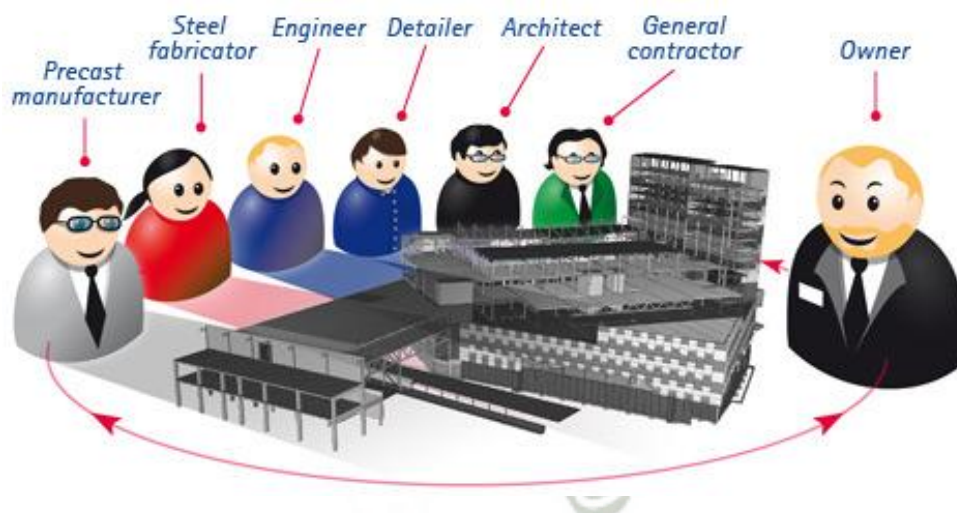


Figura 2.2: Principales involucrados en un proyecto

Tradicionalmente, los proyectos de infraestructura en nuestro medio, se dan de acuerdo al siguiente diagrama:



Figura 2.3: Método actual tradicional de desarrollo de un proyecto

Como se observa en la Figura 2.3, en nuestro medio tradicionalmente los proyectos primero se diseñan bajo un solo concepto, y es el arquitectónico; donde el profesional desarrolla el proyecto de manera independiente, plasmando esto en planos CAD 2D, para que posteriormente se desarrolle la ingeniería de detalle de las diferentes especialidades tomando como base los planos 2D y trabajando aisladamente. Producto de esto, se obtiene un expediente técnico con documentación que cada especialidad presenta para luego ser licitado, y la contratista adjudicada debe construir de acuerdo a esa documentación sin saber que éstas podrían presentar incompatibilidades, como es lo usual. Y es en medio de la ejecución que surgen estas deficiencias, causando retrasos, es decir, pérdidas de dinero.

La metodología BIM, por el contrario, plantea una coordinación durante todo el ciclo de vida de un proyecto, relacionando a todos los involucrados del mismo, como se observa en la Fig. 4, todos trabajan sobre un mismo modelo, por lo que el proceso mantiene un desarrollo completamente interrelacionado.



Figura 2.4: Proceso de desarrollo de un proyecto con metodología BIM

Tanto el arquitecto, ingenierías, el owner, contratista y el facility manager trabajan en conjunto, aclarando dudas, lo que agiliza mucho a la toma de decisiones cuando surgen las incompatibilidades, aportando a la planeación y a la planificación del proyecto.

Patrick MacLeamy, de Hellmuth-Obata-Kassebaum⁴, introdujo en la sesión general de BIM en la convención nacional AIA de 2005, un gráfico conocido como “la curva de MacLeamy”.

⁴ Reconocida firma de Arquitectos del mundo

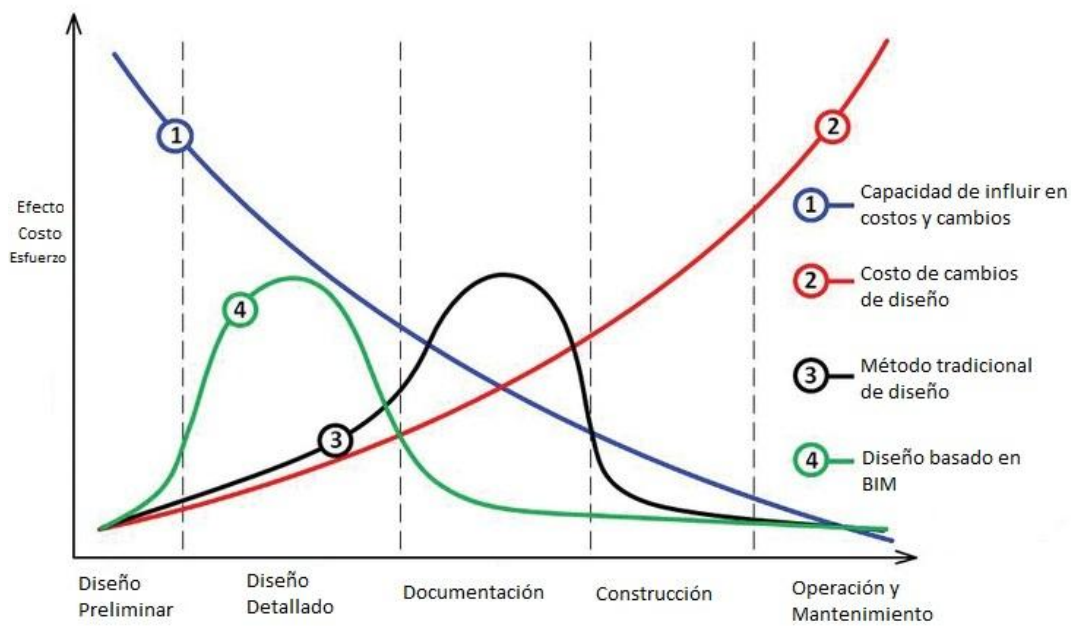


Figura 2.5: Curva de MacLeamy

La curva de MacLeamy, como presenta la Figura 2.5, nos muestra cuatro curvas diferentes, en el eje horizontal se observa las fases de un proyecto, mientras que en el eje vertical se muestra el efecto-costo-tiempo. A continuación se describirá qué significan las curvas y su interpretación:

- **Línea 1:** Capacidad de influir en costos y cambios
Curva que indica que el esfuerzo es mayor cuando se encuentra en el proceso de diseño y construcción, mientras que en la etapa de operación y mantenimiento, el esfuerzo y efecto es mínimo.
- **Línea 2:** Costo de cambios de diseño
Curva que indica cuánto impacta al costo, los cambios que se realizan en las etapas del proyecto, y tal como se observa, el costo se incrementa a medida que el proyecto va avanzando sus diferentes fases o etapas.
- **Línea 3:** Método Tradicional de diseño
Curva que indica la metodología tradicional con la que se trabaja actualmente.
- **Línea 4:** Método basado en BIM
Curva que indica la metodología de trabajo con BIM durante las fases del proyecto.

Según la curva de MacLeamy, cuando se trabaja con la metodología tradicional, el esfuerzo-costo-efecto es mayor en las etapas de documentación y construcción; mientras que trabajando con la metodología BIM, el esfuerzo-costo-efecto es mayor en la etapa de diseño detallado lo que notablemente marca una diferencia, ya que tal como se aprecia, cualquier cambio que se produzca en las etapas de documentación y construcción, produciría mucho mayor impacto en cuanto al costo, a diferencia de la metodología BIM.

También se puede denotar, que en la curva de la metodología tradicional, se cruzan las líneas de capacidad de influencia en costos y desenvolvimiento y la línea de costo de cambios del diseño; lo que representa un estado crítico de desarrollo; estas cruce crítico se da en la fase de construcción, lo que representa un estado aún más crítico. Mientras que en la curva de trabajo con metodología BIM, estas líneas no se cruzan, y el impacto y esfuerzo ante los cambios se sitúan en la fase de diseño detallado, cuando lógicamente es mucho más sencillo de modificar los cambios necesarios, representando un menor costo.

2.2 EL BIM APLICADO A LA CONSTRUCTABILIDAD

La constructabilidad es una nueva tendencia que busca desarrollar métodos para la gestión de proyectos, calidad, eficiencia, productividad y efectividad que mejoren la industria de la construcción. Constructabilidad se define según el CIRIA⁵ como la “metodología que proporciona al diseño del edificio la facilidad de construcción, estando sujeto a todos los requerimientos necesarios para llevarla a cabo”.

Poner en práctica el concepto de constructabilidad para mejorar la productividad de una obra, reside en que normalmente las oportunidades para lograrlo no se dan en la etapa de construcción, sino más bien en la etapa de diseño y planificación. Es aquí donde se debe aplicar la metodología BIM, que como ya se expuso anteriormente, se aplica en las diversas etapas de un proyecto.

Según el CII⁶, el propósito de la constructabilidad es identificar posibles errores, poder seleccionar los materiales adecuados así como también sus

⁵ Construction Industry Research Information Association

⁶ Construction Industry Institute

dimensiones correctas, identificar procedimientos constructivos conflictivos ya sea por su método de ejecución o por su costo.

De esta forma, con la implementación del BIM aplicado a la constructabilidad, se permite un amplio dominio con respecto al manejo de información del proyecto, permite también una facilidad en la construcción.

2.3 SOFTWARE DINÁMICO DE MODELADO

Una plataforma de software dinámico de modelado o *Building Design Software* es un sistema de diseño y documentación que soporta el diseño, los dibujos y las tablas de planificación que se requieren para un proyecto de construcción. El modelo de información de la edificación (BIM) aporta información sobre el diseño, la envergadura, las cantidades y las fases de un proyecto cuando se necesita.

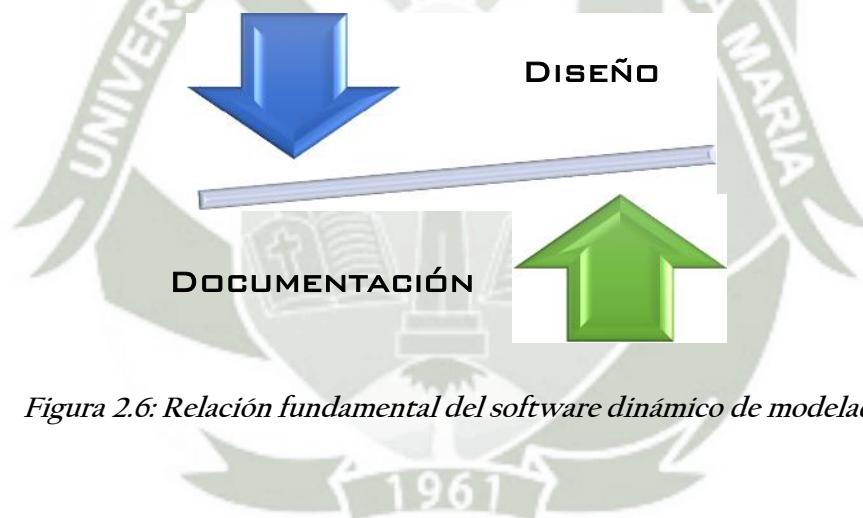


Figura 2.6: Relación fundamental del software dinámico de modelado

En los modelos, cada plano de dibujo, vista 2D/3D y tabla de planificación es una presentación de información proveniente de la misma base de datos del modelo de construcción subyacente. Mientras trabaja en las vistas de dibujo o tabla de planificación, el software recopila información sobre el proyecto de construcción y la coordina en las demás representaciones del proyecto.

El motor de cambios *paramétricos* de la plataforma de software dinámico de modelado coordina automáticamente los cambios realizados en cualquier sitio: en vistas en modelo, planos de dibujo, tablas de planificación, secciones y planos.

El término paramétrico se refiere a las relaciones entre todos los elementos del modelo que permiten la coordinación y la gestión de cambios que proporciona la plataforma de software dinámico de modelado. Estas relaciones las va creando automáticamente el software, o el usuario con su trabajo.

Esto proporciona las ventajas fundamentales de coordinación y productividad de la plataforma: al modificar algo en cualquier momento y ubicación dentro del proyecto, el software coordinará el cambio en todo el proyecto.



Figura 2.7: Interacción Diseño – Documentación en Software dinámico de modelado

Una característica fundamental de la aplicación de modelos de información de construcción (BIM) es la capacidad para coordinar cambios y mantener la consistencia en todo momento.

El usuario no tiene que intervenir para actualizar dibujos o vínculos. Cuando cambia algo, el software determina inmediatamente a qué elementos afecta el cambio y lo refleja en dichos elementos.

2.4 MODELAMIENTO BIM 3D

El modelamiento 3-D consiste en representar gráficamente el proyecto completo. En el modelo 3-D se plasma toda la información del proyecto: desde el terreno, muros, ventanas, carpintería, aparatos sanitarios, mobiliario, etc. El modelamiento 3-D que es aplicado al BIM, se diferencia en que no sólo se cuenta con atributos geométricos y visuales, sino también mantienen asociadas las características físicas o funcionales de los materiales u objetos (dimensiones, fabricantes, peso, propiedades térmicas, resistencia, componentes, etc.)

Este modelamiento es el que representará todas las especialidades del edificio, es el que plasmará toda la visualización del proyecto. El modelo 3-D debe mantener una orientación (*object oriented*) para que se garantice la parametrización de los objetos.

Para aplicar la metodología BIM, es fundamental tener un buen modelo 3-D, ya que es de este modelo, del que se extrae toda la información y documentación como planos, metrados (cuantificaciones), cubicaciones, renderizados, entre otros; los cuales serán de vital importancia durante la ejecución del proyecto.

El modelo 3-D no sólo brindará información y documentación, sino que también permitirá a los involucrados tener una representación realista de los elementos geométricos que compondrán la edificación, permitirá obtener visualizaciones geométricas detalladas de acuerdo a los requerimientos. Así como también podrá permitir realizar recorridos virtuales por toda la edificación como si se tratase de un recorrido real, observando a detalle la composición de la infraestructura y otorgando una idea más clara de que es lo que se quiere obtener cuando se termine de ejecutar el proyecto.

2.4.1 Level Of Development (LOD):

El modelo BIM 3-D, en la metodología BIM representa el depósito donde se encuentra almacenada toda la información de la edificación, es por esto que el modelo BIM 3-D, mediante el BIM Manager, debe asegurar a los involucrados que se trate de un modelo íntegro y de fácil coordinación de información para los involucrados de diversas áreas.

Esto conlleva a mantener una confusión respecto a ¿cuánto y qué es necesario para cada área o etapa? Es decir, muchas veces se piensa que cuánto más asemejado a la realidad (en detalles, en información, en propiedades físicas, etc.) sea un modelo puede traer mejores resultados, lo que es completamente erróneo.

El modelo BIM 3-D debe adecuarse a lo que se requiere, resulta ilógico pensar que se modele un proyecto con un nivel de desarrollo altísimo, cuando se trata de un anteproyecto, o por otro lado, tener un modelo muy básico cuando se trata de una edificación hospitalaria donde se maneja una gran cantidad de información y documentación. La diferencia entre los diferentes niveles de desarrollo se ve marcada por la demanda de tiempo y costo que se emplean para modelar con ciertos niveles de desarrollo.

En vista de esto, la compañía de software VicoSoftware⁷ crea los LOD (Level of Detail), pero es en el año 2008, que la American Institute of Architects (AIA) toma como base este sistema para valorar la calidad de un modelo BIM, pero le genera un cambio, se decide cambiar “Level of Detail” por “Level of Development”, y aunque los dos tienen el mismo acrónimo “LOD”, la diferencia es sustancial.

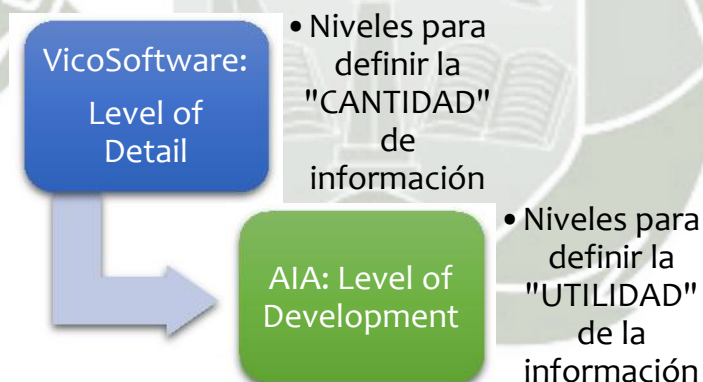


Figura 2.8: Cambio de concepto del “LOD”

Como se observa en la Figura 2.8, con el cambio de concepto del LOD, se decide dar mayor importancia a la calidad y utilidad de información, más allá de la cantidad; por lo que ahora los modelos deben manejarse de acuerdo a escalas LOD ya establecidas, en las se identifiquen las mínimas especificaciones para cumplir el nivel.

⁷ Compañía de Software dedicada a desarrollar software para la Construcción y Manejo de Costos

A continuación se presentan las definiciones de los Niveles LOD según la “*LOD Specification*” (2014)⁸:

- LOD 100 – Diseño Conceptual:
El elemento debe estar representado gráficamente con un símbolo o alguna otra representación. Incluye elementos como masas, diseño conceptual y Etapas o Fases del Proyecto.
- LOD 200 – Desarrollo de Diseño:
El elemento es representado gráficamente como un sistema genérico, aporta información general con información de tamaño, forma, ubicación y orientación. Este nivel permite hacer un análisis de mediciones, cuantificaciones; aunque estas pueden variar. También puede incluir información no gráfica.
- LOD 300 – Documentos para construcción:
El elemento en este nivel ya está representado por un sistema, el modelo ya adquiere información y geometría precisa de los elementos constructivos. Este nivel permite generar documentación de construcción tradicional.
- LOD 400 – Fabricación y Montaje:
Este contiene elementos en los cuales los componentes ya están definidos y pueden ser complementados con detalles para facilitar la información de fabricación específica para el proyecto, montaje e instalación.
- LOD 500 – Operación y Mantenimiento:
El elemento está definido geoméricamente en detalle, la posición, sistema constructivo específico, uso y montaje en términos de cantidades, dimensiones, forma, ubicación y orientación. El modelo contiene información del edificio *As built*. Permite iniciar las operaciones de mantenimiento y operación.

⁸ *LOD Specification*, documento incluido en la más reciente versión del “Building Information Modeling Protocol Form”

LEVEL of DEVELOPMENT

LOD 100 LOD 200 LOD 300 LOD 400 LOD 500

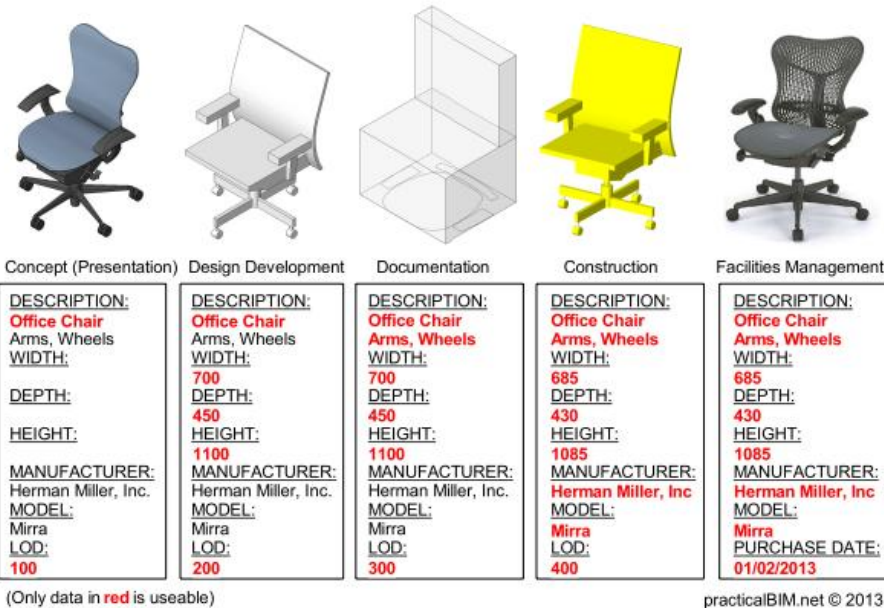


Figura 2.9: Aplicación de los LOD's a un elemento

En la Figura 2.9, podemos observar más a detalle la explicación de los LOD's aplicados a un elemento específico.

Cabe resaltar que según la *LOD Specification*, no debe existir una correspondencia entre LOD y las fases del proyecto, es decir no se deben clasificar las fases del proyecto como Niveles de Desarrollo, y tampoco se deben clasificar los Niveles de Desarrollo como Fases del Proyecto.

2.5 MODELAMIENTO 4-D

El modelamiento BIM 4-D consiste en añadir el parámetro "*TIEMPO*" al modelo BIM 3-D. En base a este modelo, es posible vincular los objetos parametrizados con actividades específicas o partidas de construcción. Es así que a partir de estas actividades podemos desarrollar la Programación de Obra, como un Diagrama Gantt por ejemplo. El principal objetivo del modelamiento 4-D es generar una simulación de la construcción, denominada también simulación 4-D, en la cual gracias a la vinculación de un modelo BIM 3-D y un Diagrama de Gantt, puede exhibirse una

construcción virtual, indicando plazos y tareas planificadas para poder tener un mayor control sobre la construcción y el tiempo.

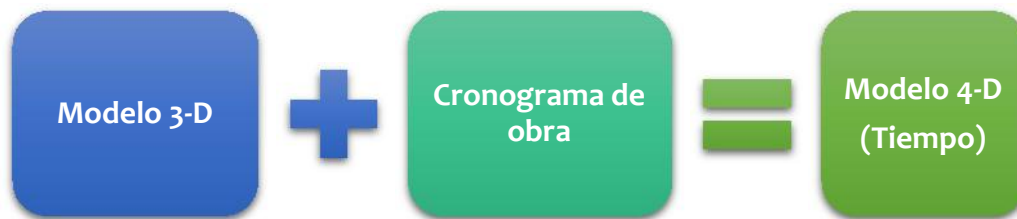


Figura 2.10: Parámetro “Tiempo” añadido al 3-D = Modelamiento 4-D

Conceptualmente, el 4-D es una representación del tiempo y el espacio, presentada como una animación que simula el proceso de transformar un espacio a través del tiempo reflejando la cuarta dimensión en ingeniería y construcción.

El modelamiento 4-D se ha convertido en una potente herramienta para la planificación y programación de una obra. No sólo permite la visualización del proceso constructivo, sino que también permite analizar los espacios necesarios que se requieren para el desarrollo del proyecto, ya sean almacenes, casetas de guardianía, hasta campos para la descarga de material, e incluso tener control de dónde se ubicarán ciertos equipos de uso común en la construcción actualmente, como torres grúas, camiones concreteros (mixers), bombas telescópicas, etc.

En términos de programación, la simulación 4-D, permite mantener un control de planificación mientras el proyecto se va realizando, ya que el modelo vincula las diversas tareas o partidas con el tiempo que le toman a cada una de ellas desarrollarse; es así que aplicando métodos de productividad como el Look Ahead – Last Planner (Lean Construction), permitiría llevar una mejor planificación del proyecto y su avance, control de la logística y suministro de materiales, distribución de áreas de trabajo, control de manufactura, etc.

2.5.1 Componentes del modelo BIM 4-D:

- **Modelo BIM 3-D**
El modelo que será aplicado al modelamiento 4-D, debe representar los aspectos espaciales de la construcción del edificio. Es decir, se debe tener bien claro que Level Of Development se va a requerir de acuerdo a lo que se quiere lograr con la simulación 4-D.

Es necesario tener claro qué etapas de construcción se desarrollarán en el modelo 4-D y qué especialidades intervendrán en la simulación, según los requerimientos del proyecto o de los involucrados.

- Cronograma de obra:

El cronograma de obra que se va a vincular al modelo 3-D para obtener la simulación 4-D, es un cronograma Gantt en el cual se presentan las tareas a ejecutarse, asignadas a una duración y a su vez una secuencia entre ellas.

En la actualidad, los cronogramas de obra de los proyectos de construcción, se realizan de forma sistemática, es decir se hacen por partidas de acuerdo a las que están establecidas en el presupuesto, y no a manera de flujo de un proceso; es decir que si en las programaciones de obra tradicionales se tienen tareas globales como “Columnas”, “Vigas” o “Losas macizas”, no se tiene una relación calendarizada de dichas tareas, ya que si se les estima tiempos globales y no se les separa por pisos o sectores, no están representado el proceso constructivo; lo que dificulta a las contratistas llevar a cabo la construcción rígidamente acorde a la programación; es por eso que esta herramienta de modelamiento 4-D adecúa los plazos de la ejecución de la obra a un flujo de tareas de acuerdo al procedimiento constructivo real.

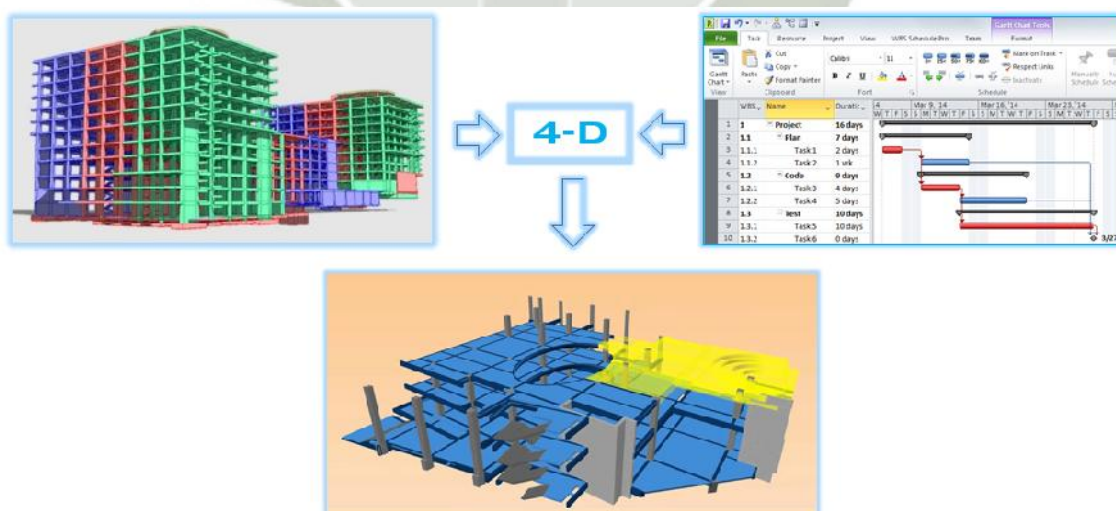


Figura 2.11: Vinculación del modelo BIM 3-D con el cronograma de Obra

Como se observa en la Figura 2.11, el modelo BIM 3-D vinculado con el Cronograma de Obra (Diagrama Gantt), dan como resultado una simulación 4-D, en la que claramente se puede visualizar el proceso constructivo y aquellas discrepancias o conflictos constructivos que pueden surgir de la programación de obra, situaciones que normalmente no se aprecian en un Diagrama de Gantt.

2.6 MODELAMIENTO 5-D

El modelamiento 5-D consiste en añadir el parámetro “*COSTO*” al modelo 3-D+Tiempo (Modelo 4-D), es decir que el 5-D se basa fundamentalmente en la adición de los costos a un modelo que ya está compuesto por la geometría, espacio, información, así como el tiempo.

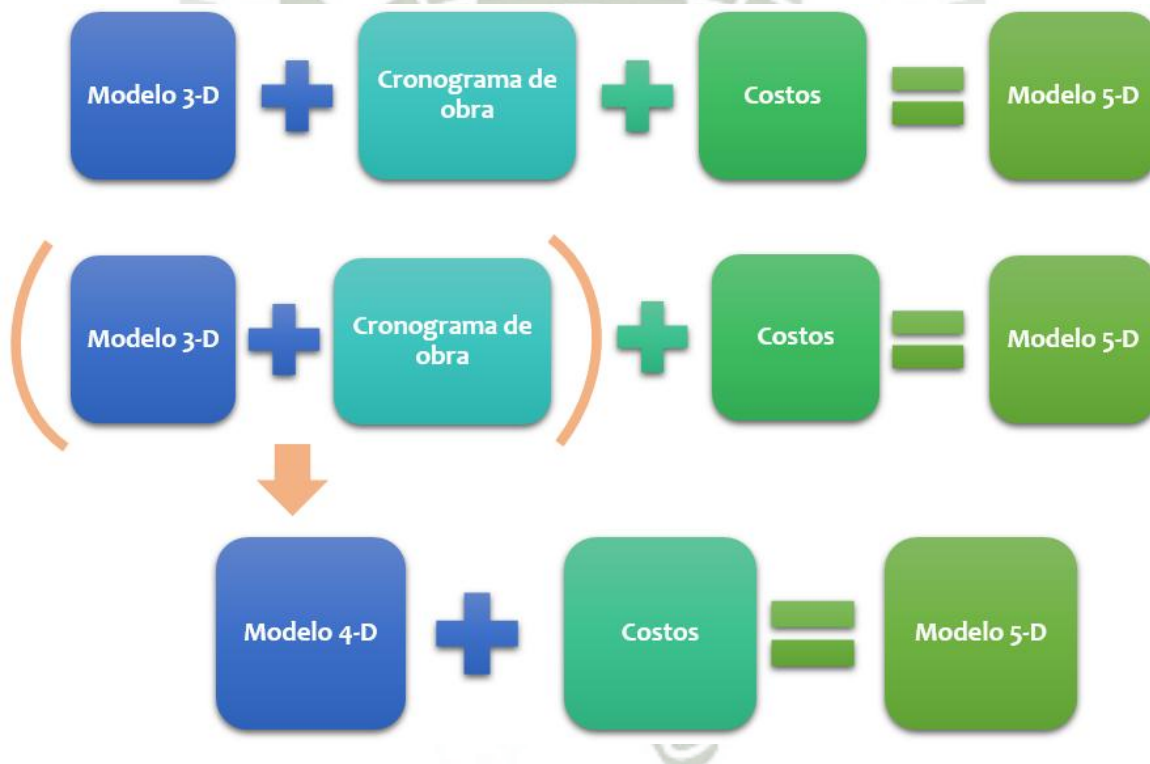


Figura 2.12: Parámetro “Costo” añadido al modelo 4-D= Modelo 5-D

Este parámetro es añadido para así lograr una gestión de costos a lo largo de todo el proyecto, así mismo, todos los stakeholders tienen la capacidad de visualizar el progreso del proyecto con respecto a los costos y el financiamiento del proyecto.

De esta forma, se mantienen estos cuatro aspectos completamente relacionados, como lo muestra la Figura 2.12, que como en cualquier proyecto deben encontrarse siempre en constante coordinación, ya que son estos parámetros los que definen el estado de ejecución del proyecto.

El modelamiento 5-D BIM nos ayuda a integrar el diseño, la programación y el análisis de costos o presupuesto, para de esta forma poder demostrar principalmente al cliente, lo que pasa cuando el presupuesto o la programación son alterados de manera que representen cambios y variaciones al proyecto, organizar la información obtenida de acuerdo a costos, información financiera, ratios de productividad, y así mismo obtener los indicadores (KPI's⁹) del proyecto. De esta manera es mucho más sencillo empezar a analizar el desempeño a lo largo de todo el proyecto, y así también permitir una total coordinación entre los involucrados al momento de toma de decisiones, en caso se deba cambiar de estrategias y promover cambios sustanciales que colaboren el desarrollo del proyecto con la finalidad de obtener mejores resultados y evitar riesgos que podrían representarse en pérdidas.

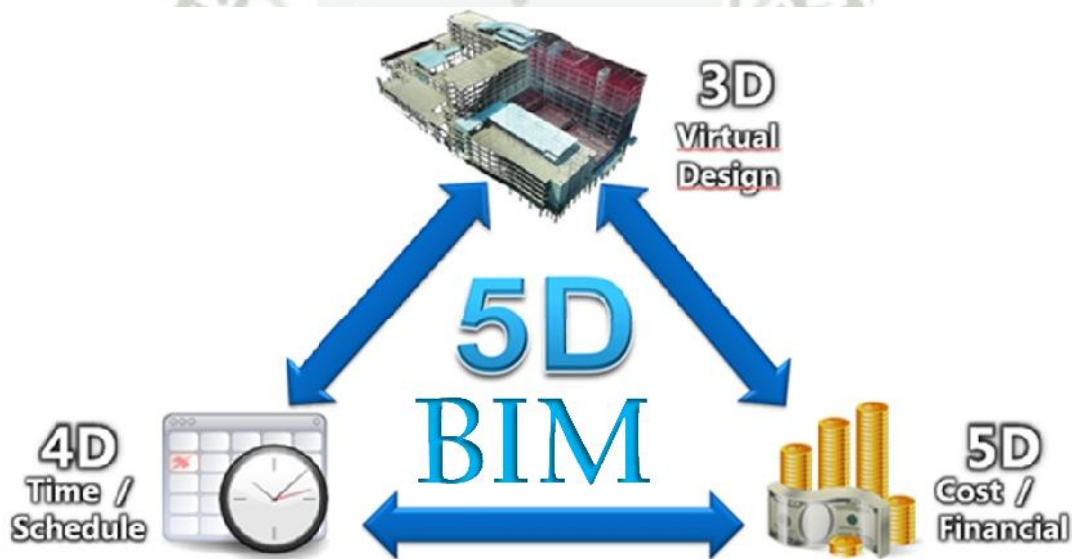


Figura 2.13: Relación entre el 3D - 4D - 5D

En el presente, existen diversas maneras de gestionar los costos de un proyecto, como se sabe, las más utilizadas son el uso de valorizaciones periódicas, indicadores del PMI¹⁰, curva S, etc.

⁹ KPI: Key Performance Indicator

¹⁰ Project Management Institute

Como se sabe, son las valorizaciones periódicas las que en la actualidad se consideran con mayor frecuencia, sobre todo en los proyectos públicos, pero cada vez se viene haciendo uso de otras herramientas para la gestión de costos, por ejemplo, los indicadores CPI, CV, SPI, SV (PMI) se basan en fórmulas que nos muestra la Guía del PMBOK. Estos indicadores permiten controlar la gestión de los costos durante la etapa de ejecución de un proyecto basándose en el presupuesto y el cronograma de obra del proyecto. Es entonces que el modelamiento 5-D representa una herramienta bastante útil con la cual se puede llevar a cabo una mejor gestión de los costos de acuerdo a sus diferentes funcionalidades.

2.7 DETECCIÓN DE INTERFERENCIAS – INCOMPATIBILIDADES

La actual metodología de trabajo en nuestro país, como ya se explicó anteriormente, consiste en que cada involucrado trabaja aisladamente de los otros, el arquitecto plantea una arquitectura, en la cual el ingeniero estructural tiene que acomodar la estructuración de la edificación a los planos de arquitectura, aunque a veces simplemente se tiene que cambiar cierta distribución ya que no cumple con los requisitos estructurales. Por su parte los ingenieros de las especialidades de sanitarias y eléctricas elaboran por separado las distribuciones para el área correspondiente. Todos estos involucrados plasman sus trabajos en planos 2-D y en documentos como especificaciones técnicas, memorias de cálculos, etc., esta documentación es reunida conformando un expediente técnico que posteriormente será licitado, para que una contratista ejecute la construcción de la edificación, sin saber si la documentación está completa, si es precisa, sin conflictos o ambigüedades.

Entonces es la contratista la encargada de armar un cronograma de obra, planificar diversos aspectos para la ejecución, pero no siempre (casi nunca) el proyecto podrá desarrollarse sin cambios o alteraciones. Es en esta etapa de construcción en la que recién surgen los problemas, como incompatibilidades, errores, omisiones, discrepancias, contradicciones, interferencias, etc. Los documentos contractuales; planos, especificaciones técnicas, memorias de cálculo; deben cumplirse tal cual lo estipula el contrato.

- **Incompatibilidades:**

Las incompatibilidades surgen debido a representaciones gráficas que no guardan relación con otra documentación, es muy común encontrar planos generales donde se indican ciertas dimensiones, y en planos de detalle, encontrar información completamente distinta respecto a las dimensiones de un elemento. Por otro lado, en nuestro país, se acostumbra mucho a copiar información de un proyecto para usarlo en otro completamente diferente, es decir, muchas veces solo se cambia en la documentación, la geometría de la edificación, mientras que los detalles, especificaciones técnicas, procedimientos constructivos, propiedades del suelo y aspectos geográficos son ignorados y solo se insertan de “relleno” en los planos y no corresponden al proyecto en cuestión, o muchas veces simplemente ni se colocan y los planos quedan incompletos.

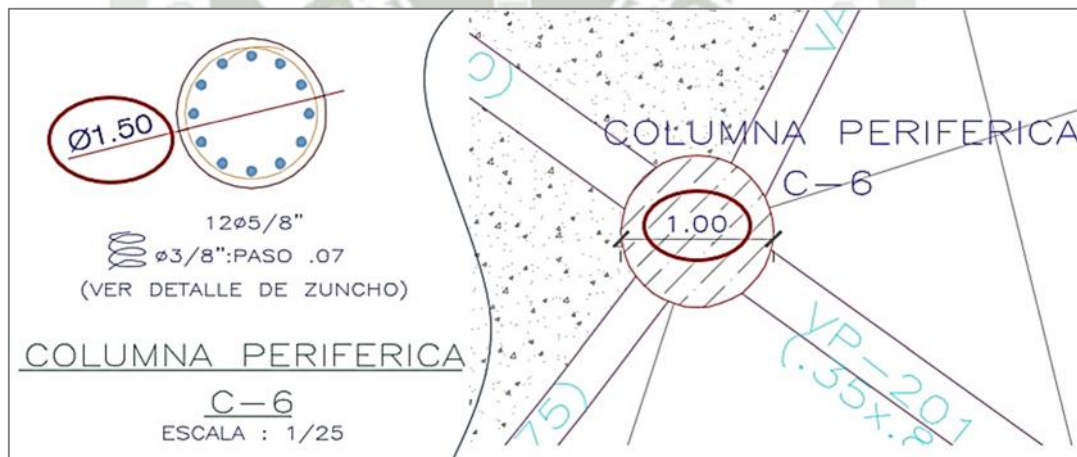


Figura 2.14: Ejemplo de incompatibilidad en planos (Disciplina: estructural)

- **Interferencias:**

Las interferencias son deficiencias que se encuentran en los planos, estas generan que un elemento, ya sea por su geometría, sus propiedades físicas, su ubicación, etc.; no permita su construcción o correcta instalación.

Debido a la metodología actual de trabajo, los especialistas al trabajar separados, harán sus distribuciones de manera más conveniente para el proyecto, y muy pocas veces se coordina entre otras especialidades para saber si su planteamiento va de acorde a las distribuciones de otras especialidades, por ejemplo, un problema típico es que el ingeniero sanitario plantea la bajada de

una montante por un “muro” del edificio porque de esa forma las tuberías tendrán una mejor distribución; pero en ese muro, según el ingeniero estructural, se encuentra ubicada una placa de concreto armado.

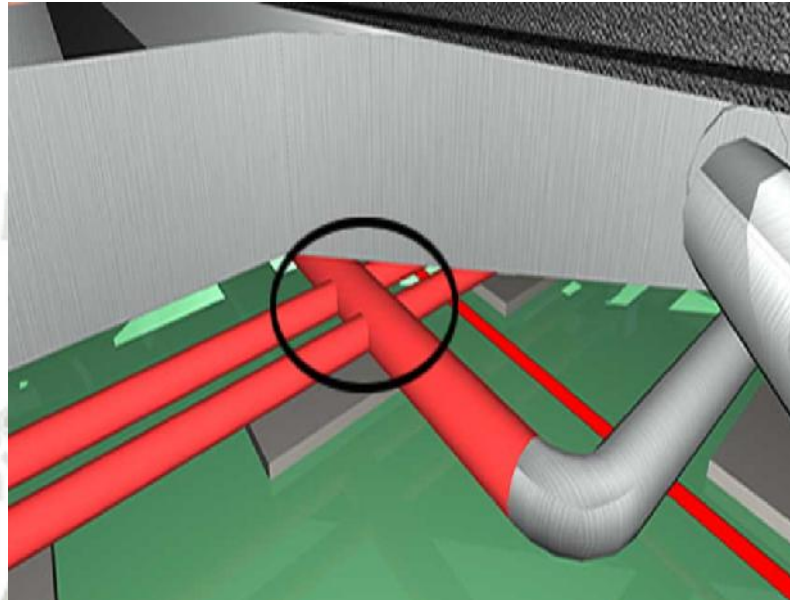


Figura 2.15: Ejemplo de interferencia (Disciplina: Sanitarias)

Según el estudio realizado por Juan Vásquez, la “incompatibilidad de planos” (véase Figura 1.1), representa un 35% del total de problemas ocurridos en obra debidos a un mal diseño, seguidos de un 13% por incompatibilidad con requerimientos municipales y/o con la Norma, y posterior a estos con porcentajes entre 11-9% se presentan las modificaciones en obra por errores arquitectónicos, modificaciones en obra por errores estructurales, modificaciones en obra por errores en instalaciones y/o mecánica de suelos, así como también falta de coordinación entre involucrados con el proyecto.

De igual forma, en el estudio realizado por Vladimir Alcántara y Diego Fuentes, (Tabla 1.1), se observa que un 67.11% del total de consultas emitidas se deben a “deficiencias en los documentos de diseño/ingeniería”, así mismo se hace un desglose por especialidades (Tabla 2.1), en la que se observa cuáles son las especialidades que representan mayor incompatibilidad, teniéndose casi más del 55% la falta de detalles en instalaciones, arquitectura y estructuras, y en rangos de 9-7%, incompatibilidades entre estructuras y arquitectura.

Tabla 2.1: Clasificación de deficiencias por especialidades (Fuente: Alcántara-Fuentes)

Deficiencias por especialidad	%
Faltan definir detalles de instalaciones	19.99
Faltan definir detalles de elementos de arquitectura	19.01
Faltan definir detalles de elementos estructurales	16.98
Incompatibilidad entre los planos de estructuras y arquitectura	9.70
Incompatibilidad entre los planos de estructuras	9.06
Incompatibilidad entre los planos de arquitectura	7.40
Incompatibilidad entre los planos de instalaciones y arquitectura	4.19
Interferencia entre instalaciones y elementos de estructuras	3.32
Incompatibilidad entre los planos de la misma especialidad	2.41
Inconsistencias u omisiones en las especificaciones técnicas	2.20
Interferencia entre instalaciones y elementos de arquitectura	1.83
Incompatibilidad entre los planos de instalaciones	1.60
Incompatibilidad entre los planos de instalaciones y estructuras	1.47
Interferencia entre instalaciones	0.85

2.8 TECNOLOGIA BIM EN EL PERU

2.8.1 Comité BIM Perú:

El BIM en el Perú, es cada día un tema que toma mayor importancia; esto se debe a que cada vez las empresas deciden implementar ésta tecnología con el fin de obtener mejores resultados en sus proyectos. Es por esto que en septiembre del 2012, se decide presentar oficialmente al COMITÉ BIM DEL PERÚ, en la ciudad de Lima.

El Comité BIM pertenece al Instituto de la Construcción y el Desarrollo (ICD), organismo de la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO), y es un grupo técnico que incorpora profesionales que forman parte en todas las etapas de un proyecto, incluyendo a clientes, proyectistas y constructores, con

experiencias directas en la aplicación del BIM en el Perú y en proceso de desarrollo.

Con la creación de este comité se busca impulsar las buenas prácticas en el modelamiento de proyectos BIM, constituir una biblioteca virtual con información categorizada adaptada a la realidad peruana, difundir los avances en el uso de herramientas, experiencias y resultados de la aplicación del BIM, promover las capacitaciones de herramientas BIM en los distintos especialistas y participar en la generación de un mercado con mayor nivel técnico, para beneficio de todos los involucrados.

Es así que desde entonces, el Comité BIM ha venido difundiendo de diversas maneras esta metodología a nivel nacional, y en busca de mejores prácticas y un mejor uso de esta tecnología, es que en Agosto del 2014, difunden documentación en la que se manifiesta los estándares en los cuales se viene trabajando a los cuales han denominado “Protocolos BIM” para ser usados como base para el desarrollo de Proyectos utilizando esta metodología. Los Protocolos BIM son cuatro:

- BIM_01: Introducción
Breve introducción y explicación de los Protocolos BIM, su propósito y objetivo: “Los Protocolos BIM aseguran que todas las empresas, profesionales o personas que estén involucradas en los procesos de construcción tengan una herramienta base para que al momento de compartir información, esta sea consistente entre todos los usuarios permitiendo que el intercambio y reúso de información sea eficiente. Así mismo, permitirán ser usados como referencia base para la licitación y/o concurso de Proyectos en los cuales BIM sea un requerimiento”
- BIM_02: Documentación General
Este documento contiene información para organizar a las diferentes Especialidades y Especialista que forman parte de un proyecto. Teniendo la siguiente organización:

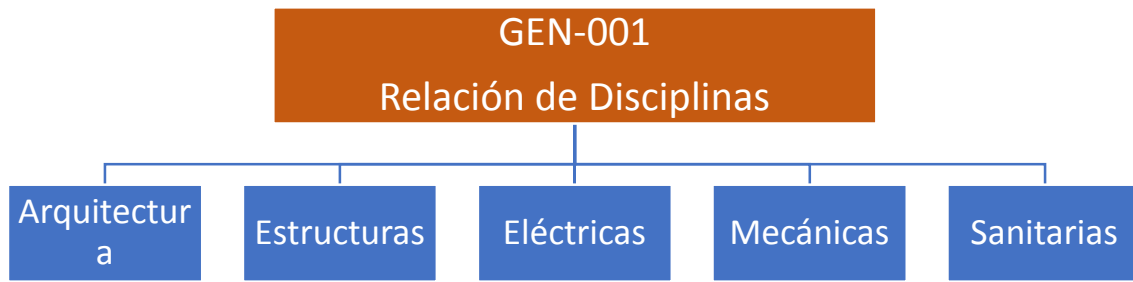


Figura 2.16: GEN-001 – Relación de Disciplinas

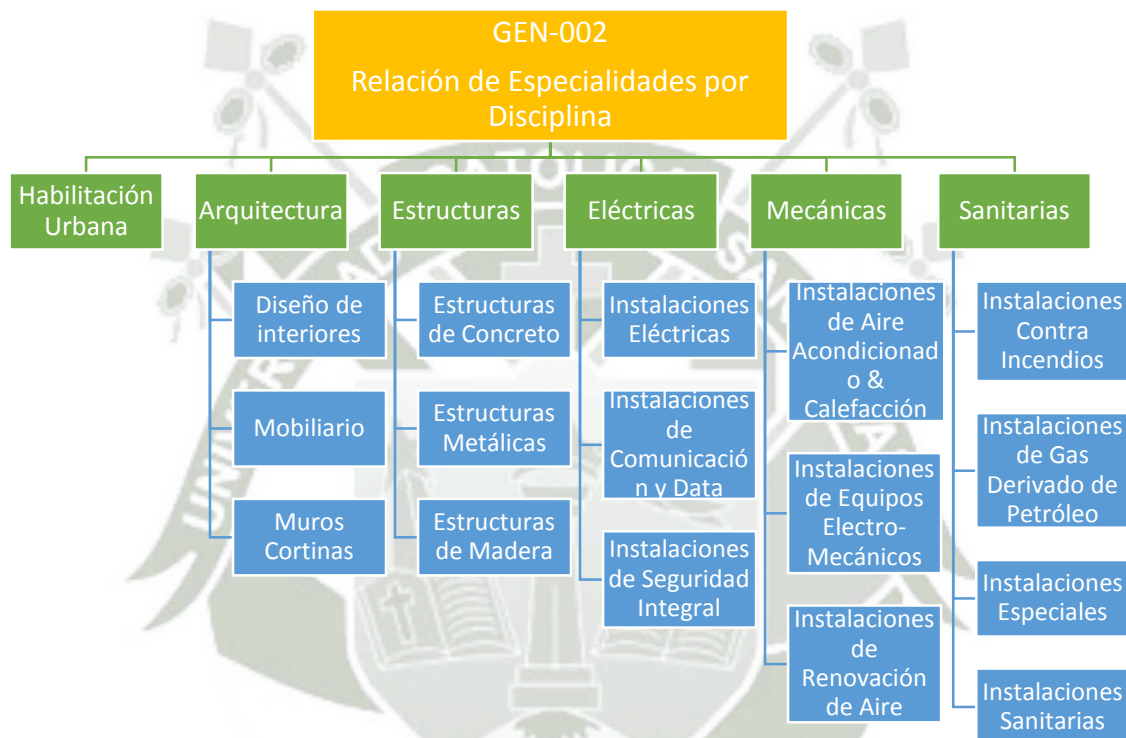


Figura 2.17: GEN-002 - Relación de Especialidades por Disciplina

Tabla 2.2: Codificación de Especialidades GEN-0003

CÓDIGOS POR ESPECIALIDAD GEN-003		
DISCIPLINA	ESPECIALIDAD	CÓDIGO
Habilitación Urbana	Habilitación Urbana	HU
Arquitectura	Arquitectura	AR
	Diseño de Interiores	DI
	Mobiliario	MO

	Muro Cortina	MC
Estructuras	Estructuras de Concreto	ES
	Estructuras Metálicas	EM
	Estructuras de Madera	MD
Eléctricas	Instalaciones Eléctricas	IE
	Instalaciones de Automatización y Seguridad Integral	SI
	Instalaciones de Comunicaciones y Data	CD
Mecánicas	Instalaciones de Aire Acondicionado & Calefacción	AA
	Instalaciones de Equipos Electro-Mecánicos	EQ
	Instalaciones de Renovación de Aire	RA
Sanitarias	Instalaciones Contra Incendio	CI
	Instalaciones de Gas Derivado de Petróleo	IG
	Instalaciones Especiales	SE
	Instalaciones Sanitarias	IS

- BIM_03: Documentación CAD**

Este documento presenta la estandarización respecto a todo lo referente a la importación y exportación de información de AutoCAD hacia un modelo y de este hacia AutoCAD con el propósito de incluir información en 2D (detalles generados en CAD, generación de planos en 2D a partir del modelo). Se indica la definición de pluma de impresión, así como la estandarización de tipos de líneas, de texturas sólidas y la estandarización de capas; ésta última estandarizada en nomenclatura para cada disciplina.
- BIM_04: Documentación BIM**

Esta documentación describe los protocolos a seguir dentro del Modelado BIM de diversos Proyectos para los siguientes aspectos:

 - Usos de un Modelo BIM (BIM-001) a lo largo del ciclo de vida de un proyecto, principalmente su uso en las etapas de conceptualización y análisis, diseño y documentación, construcción, mantenimiento y operaciones.

- Niveles de Detalle de un Modelo (BIM 002), nos da un estándar acerca de qué nivel de detalle utilizar para diferentes ítems de las diferentes especialidades.
- Niveles de Desarrollo (en desarrollo)
- Definición de Sistemas y Servicios MEP (en desarrollo)
- Nomenclatura de Vistas (en desarrollo)
- Técnicas de Modelado (en desarrollo)

Tabla 2.3: Niveles de Detalle estandarizados en Protocolo BIM-002

	HABILITACIÓN URBANA	ARQUITECTURA	ESTRUCTURAS	MECANICAS	SANITARIAS	ELECTRICAS
LOD 100	Cabida General	Programación de Áreas	Cálculo de ratios	Cálculo de equipos	Cálculo de cisterna	Cálculo de cargas
	Análisis Geográfico				Cálculo de Bomba Contra Incendio	
LOD 200		Programación de espacios y ambientes	Dimensionamiento General	Equipos Mecánicos	Aparatos Sanitarios	Bandejas
		Muros y Pisos genéricos	Cimientos y Zapatas genéricas	Ductos	Gabinetes	Conductos
		Puertas genéricas	Columnas, Vigas y Losas genéricas		Tanques	Luminarias
		Ventanas genéricas			Termas	Tableros
					Tuberías	
LOD 300		Muros y pisos definidos	Cimientos y Zapatas definidas	Dampers	Aspersores	Accesorios Eléctricos
		Puertas definidas	Columnas, Vigas y Losas definidas	Filtros	Válvulas	Cajas de paso
		Ventanas definidas		Terminales de aire	Accesorios Sanitarios	Interruptores
				Válvulas		Paneles
						Tomacorrientes

2.8.2 Principales proyectos BIM en el Perú

- **TORRE ORQUIDEAS**

El edificio ubicado en el distrito de San Isidro, tiene una altura de 90 metros ubicado en un área de 2,182.85 m². Este proyecto consta de 27 pisos para uso de oficinas desde 740 m² hasta 1,300 m² debido a sus planos inclinados que definen dos volúmenes en forma de pirámide y 10 sótanos con uso de estacionamientos. El edificio cuenta con certificación LEED.



Figura 2.18: Torre Orquídeas – Modelo BIM 3D

- **TORRE BEGONIAS**

La torre Begonias fue construida en la zona financiera de San Isidro, convirtiéndose para ese entonces (2013), como el edificio más alto del Perú. El edificio consta de 120 metros de alto, constituido por 26 pisos y 7 pisos de sótano, conformando más de 63,000 m² de área construida. Dicha torre ya cuenta con la certificación LEED.

La inversión realizada en este proyecto fue de más de US\$ 50 millones, la construcción estuvo a cargo de la Constructora Aesa.

Se agregó valor a su gestión utilizando la tecnología BIM, este proyecto fue tomado como el piloto para GyM, sirvió de mucho sobre todo para la oficina de producción, ya que se obtuvieron los volúmenes de concreto y área de encofrado por sector y por nivel de cada uno de los elementos del edificio, actualmente a este proyecto, de la mano con un equipo, se ingresaron los sistemas MEP, y que de esta manera se puedan detectar las interferencias e incompatibilidades.



Figura 2.19: Torre Begonias – Modelo BIM

- **TORRE BARLOVENTO**

Este edificio se construyó en el Centro Financiero del distrito de San Isidro, cuenta con 29 pisos de oficinas, 2 pisos técnicos y 10 sótanos para estacionamientos, todo esto sobre un terreno de 1,140 m².

La construcción de esta torre estuvo a cargo de la empresa C y J Echevarría Izquierdo SAC con una inversión de US\$ 25 millones, cuenta con sistema de ventilación y purificación de aire mediante extractores de monóxido de carbono en estacionamientos para evacuar los gases de acuerdo a normas de seguridad.

La tecnología BIM se aplicó a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto, en la Figura 2.20 se observa el modelo BIM del edificio con el cual se obtuvieron valores como metrados, se modeló la construcción del edificio (4D) encontrando errores en la planificación inicial.



Figura 2.20: Torre Barlovento (Modelo BIM – Renderizado)

- **EDIFICIO UNIVERSIDAD DEL PACIFICO**

Este proyecto es un edificio educacional de la Universidad del Pacífico ubicado en el distrito de Jesús María, realizado en un terreno de 2,000 m², constituido con 5 pisos y 6 sótanos, la infraestructura está destinada al uso de los ambientes para espacios como Auditorios, Aulas Magnas, Salas de Exposiciones, Cafetería, Estacionamientos, etc., conformando un total de 17,682 m² de área techada.

Para la ejecución de este proyecto, la aplicación de la tecnología BIM surge debido a la complejidad de los sistemas de extracción de monóxido, el control acústico de los ambientes, así como también el ajustado plazo de ejecución.

La metodología BIM sirvió para la ejecución del proyecto para la compatibilización de la documentación, detección de interferencias, reducción de RFI's, creación de planos coordinados en obra, reuniones de coordinación para absolver incompatibilidades; todo esto mediante un modelo 3D-BIM integrado, el cual se puede observar en la Figura 2.21.

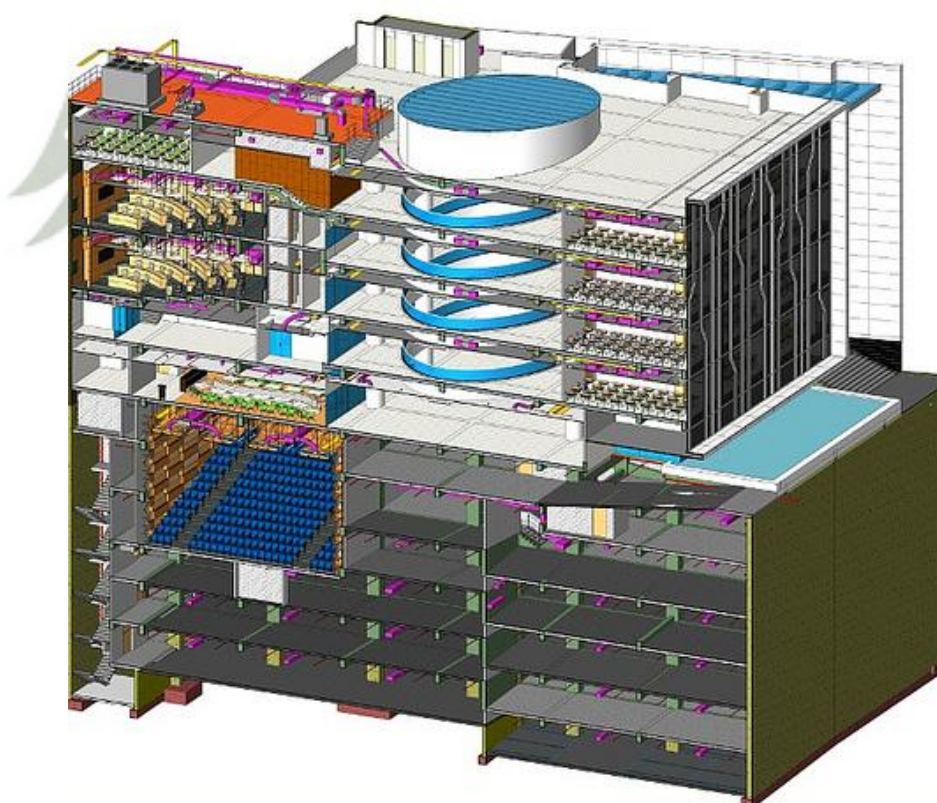


Figura 2.21: Edificio Universidad del Pacífico – Modelo BIM Integrado

Así mismo, también se aplicó la tecnología BIM para la simulación del proceso constructivo (Modelamiento BIM - 4D), según se observa en la Figura 2.22, específicamente de la estructura de concreto armado de la parte superior del edificio.

Esta herramienta fue utilizada también para la planificación con respecto a los elementos prefabricados y prearmados (losas, escaleras, acero y encofrado prearmado).



Figura 2.22: Edificio Universidad del Pacífico – Simulación 4D

- **BANCO DE LA NACION**

La nueva sede del Banco de la Nación, ubicada en el distrito de San Borja, cuenta con 30 pisos con un total de 66,580 m² de área construida. Este proyecto estuvo a cargo de la empresa Cosapi, y consistió en el diseño y la construcción de una torre emblemática de 30 pisos y más de 130 metros de altura. El proyecto se ejecutó bajo la modalidad Fast-Track y en un plazo de ejecución de 35 meses. Es esto lo que impulsó a Cosapi a utilizar metodologías novedosas como

LEED¹¹ y BIM con el fin de cumplir con los ajustados plazos de entrega de obra.

El uso de BIM para el proyecto de la nueva sede del Banco de la Nación se divide en dos etapas:

- Para la definición del diseño: Manteniendo un seguimiento a los proyectistas involucrados, mediante constante integración de modelos y generando reportes de interferencias, organizando reuniones interdisciplinarias que se realizan de acuerdo al avance del modelo con el objetivo de resolver problemas sustanciales de diseño.
- Para la ejecución del proyecto: Tomando como base el modelo integrado, realizando reuniones con los principales involucrados en la ejecución, como se observa en la Figura 2.23, coordinando las tareas a realizarse y analizando cómo estas pueden impactar positivamente o negativamente a su normal ejecución. Obteniendo así resultados de obtener lo que realmente estaba plasmado en el modelo, tal como se observa en la Figura 2.24.



Figura 2.23: Reuniones con los involucrados en la ejecución del proyecto

¹¹ Leadership in Energy & Environmental Design

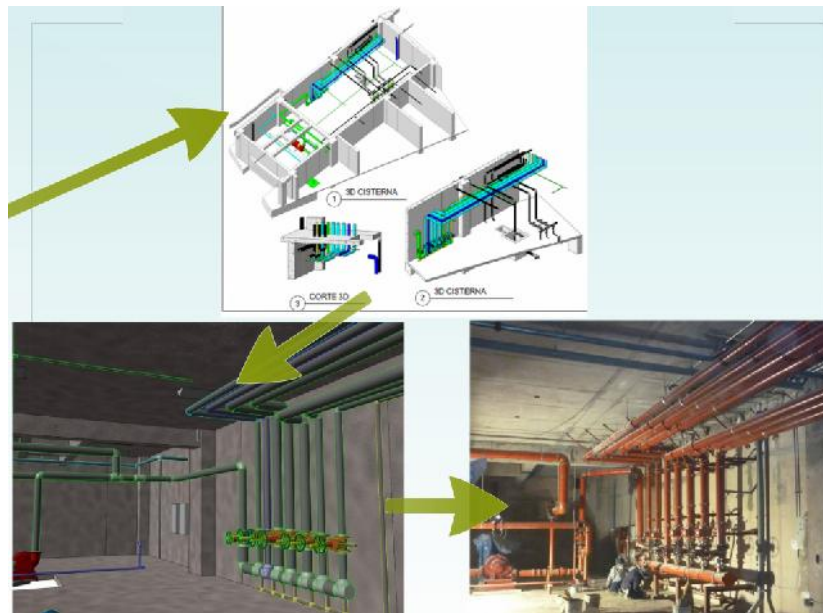


Figura 2.24: Resultados de la ejecución basada en un modelo

- **MALL AVENTURA PLAZA CAYMA**

Este proyecto se está llevando a cabo en nuestra ciudad de Arequipa. La ejecución se encuentra a cargo de HV Contratistas, el proyecto consta de aproximadamente 71,000 m² de construcción, contemplados en 4 sótanos para estacionamientos y 3 pisos superiores en los que se ubicarán los locales comerciales. Con una inversión de casi US\$ 40 millones, la ejecución del proyecto se estaría dando a fines del 2016.

Para la construcción de este proyecto se ha implementado la tecnología BIM mediante la empresa Rendel, teniendo como principales alcances el modelamiento 3D-BIM de la Arquitectura, Estructuras, Instalaciones Sanitarias, Mecánicas, ACI, Eléctricas y Comunicaciones.

Así también se viene aplicando esta tecnología para poder compatibilizar la ingeniería y tener una mejor gestión con respecto a los RFI's, obtener reportes de metrados extraídos del modelo 3D-BIM.

De igual forma se vienen llevando a cabo reuniones de compatibilización con los subcontratistas de la obra y una mejor gestión del planeamiento y programación de la obra en base al modelo 3D-BIM.



Figura 2.25: Mall Aventura Plaza Cayma – Modelo BIM-3D (Fachada)

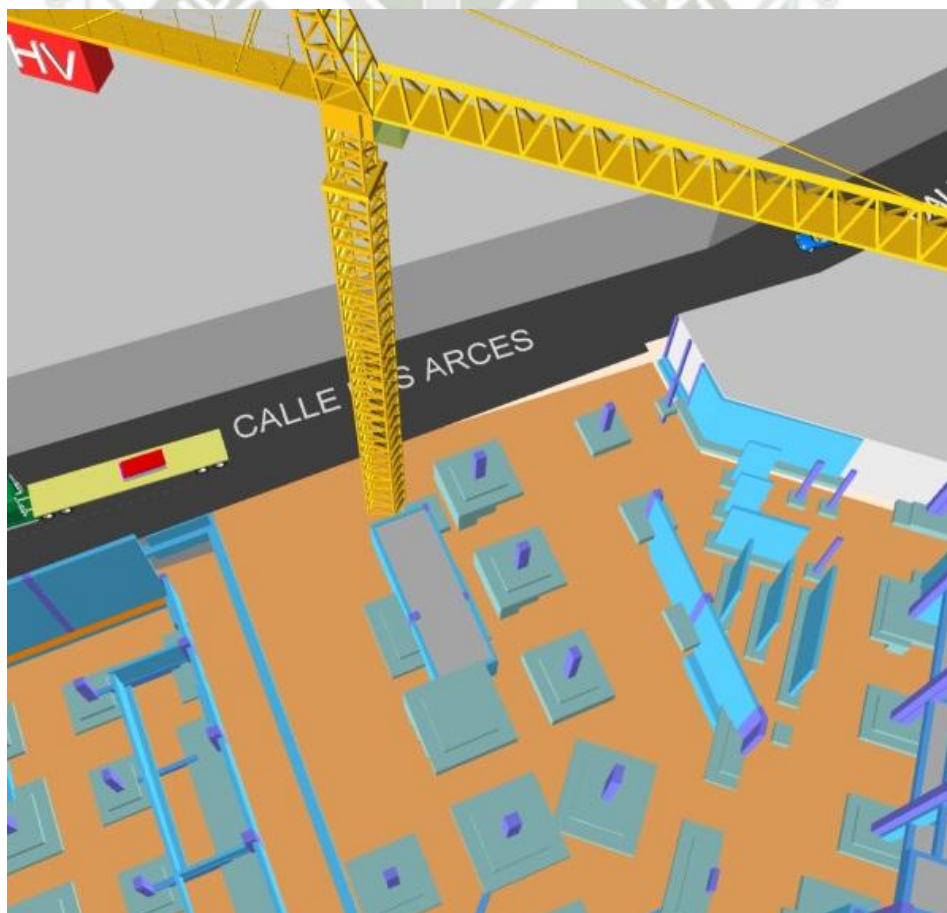


Figura 2.26: Mall Aventura Plaza Cayma – Modelo 3D-BIM (Cimentación)

CAPÍTULO 3 : APLICACIÓN DEL BIM EN UN CASO DE ESTUDIO - “EDIFICIO ROOSEVELT”

3.1 MODELO 3-D

3.1.1 MEMORIA DESCRIPTIVA

El edificio Roosevelt se encontrará ubicado en el Departamento y Provincia de Arequipa en el Distrito de Alto Selva Alegre, Av. Roosevelt 103, Mz-A.

El edificio Roosevelt plantea una edificación multifamiliar de 9 pisos y azotea, con una playa de estacionamiento, con un total de 23 departamentos, 14 flats y 9 dúplex; con un área central donde se encuentra el hall, las cajas de escalera y ascensores que permiten desde este hall una rápida distribución a los departamentos.

3.1.1.1 ARQUITECTURA

La arquitectura para la presente edificación se plantea de la siguiente forma:

- **Estacionamientos:**

Estacionamiento para 24 vehículos con dos ingresos por la calle Roosevelt, uno vehicular y otro peatonal que da directamente a hacia caja de escaleras y ascensores.



Figura 3.1: Planta de estacionamientos – Arquitectura

- **Primer piso al sexto piso:**
Con cuatro departamentos por nivel, dos Flat y dos Dúplex;
con una distribución por departamento de:

Departamentos Flat: Sala-Comedor, Cocina, Patio de servicio, Dormitorio principal con baño privado, dos Dormitorio con baño común siendo cada departamento 128.96m² en promedio.

Departamentos Dúplex:

Primer nivel: Hall, baño social, escaleras, Sala-Comedor, Cocina, Patio de servicio.

Segundo nivel: Hall, Dormitorio principal con baño privado, dos Dormitorio con baño común siendo cada departamento 143.72m² en promedio.

Área Común:

Consta de 2 cajas de escaleras, 2 ascensores, pasillos y ductos para servicios y basura.

Con una área construida por piso de 466.87 m².

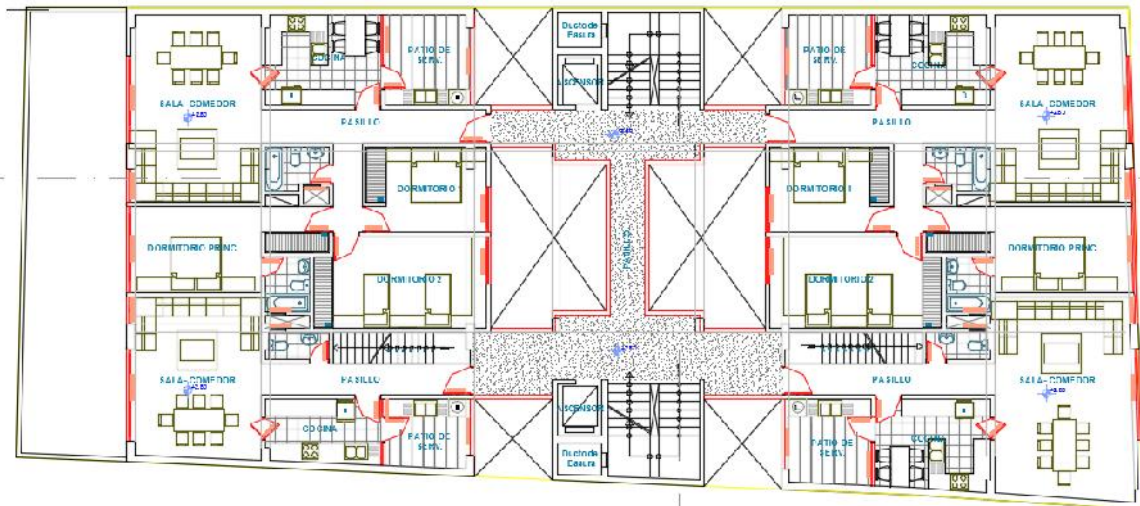


Figura 3.2: Planta típica - 1°,3°,5° planta - Arquitectura

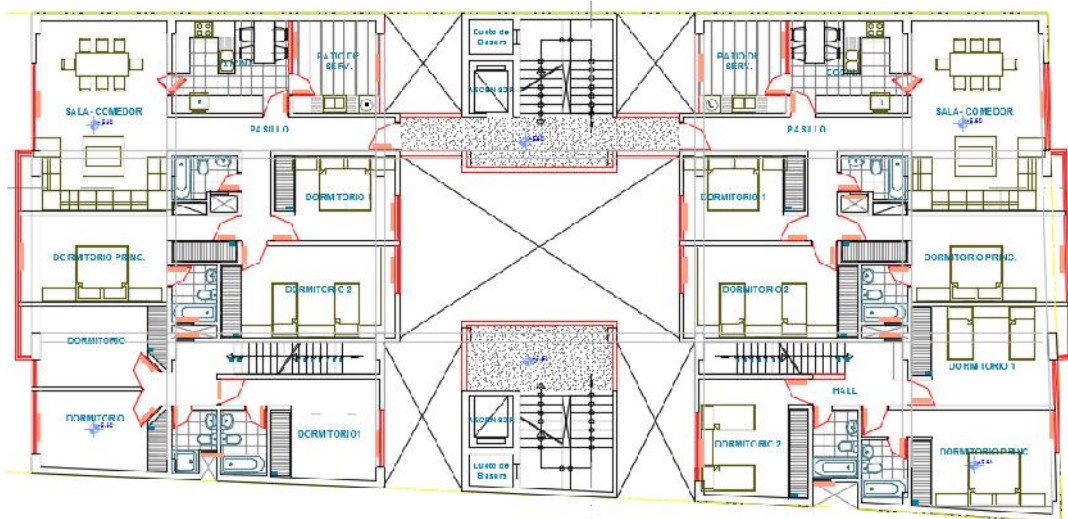


Figura 3.3: Planta típica - 2°, 4°, 6° planta - Arquitectura

- **Sétimo y octavo piso:**

Con dos departamentos flat y tres departamentos dúplex; con una distribución por departamento de:

Departamentos Flat: Sala-Comedor, Cocina, Patio de servicio, Dormitorio principal con baño privado, dos Dormitorio con baño común siendo cada departamento 128.96m² en promedio.

Departamentos Dúplex:

Primer nivel: Hall, baño social, escaleras, Sala-Comedor, Cocina, Patio de servicio.

Segundo nivel: hall, Dormitorio principal con baño privado, dos Dormitorio con baño común siendo el departamento 143.72m² en promedio.

El último departamento dúplex consta en de:

Primer Nivel: Sala, Comedor, Cocina, Comedor de diario, Escalera de servicio y Patio de servicio, Baño social.

Segundo nivel: Hall de distribución, Dormitorio Principal con su baño privado, tres dormitorios con un baño común, Estar familiar. Este departamento consta de 243.44 m².

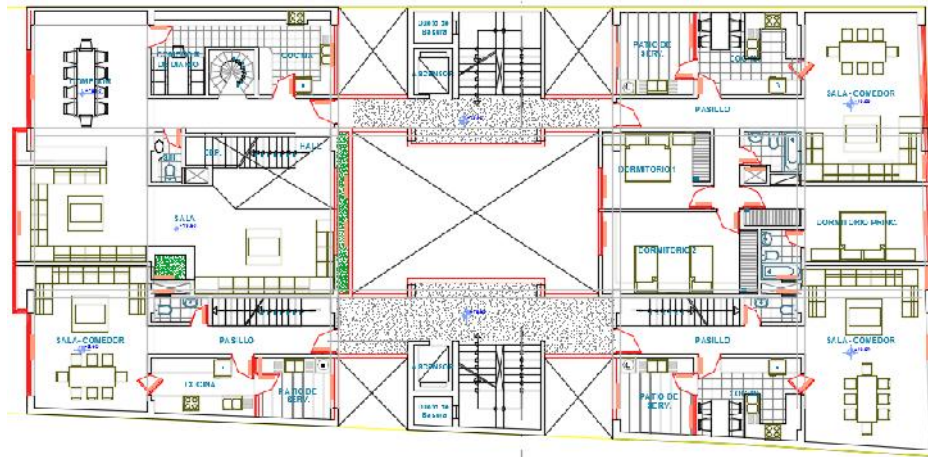


Figura 3.4: 7° Planta – Arquitectura

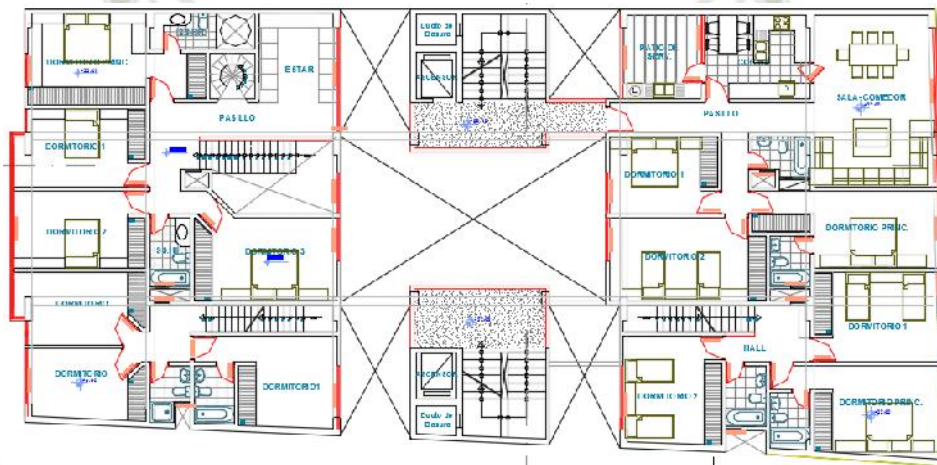


Figura 3.5: 8° Planta – Arquitectura

3.1.1.2 ESTRUCTURAS

La estructuración de la edificación es de tipo aporticada conformada por columnas, placas y vigas; así como también reforzada con losas aligeradas y losas de concreto macizas de 20 cm de espesor.

La cimentación planteada consiste en zapatas aisladas y vigas de cimentación. Así mismo, presenta un muro de contención para soportar el empuje del terreno aledaño.

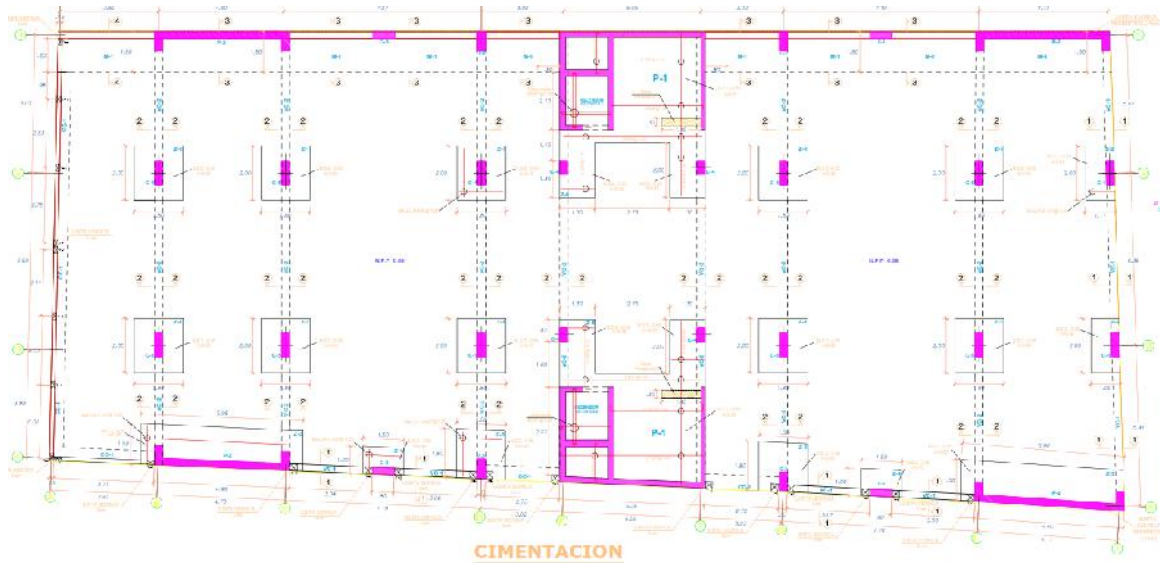


Figura 3.6: Plano de Cimentación – Estructuras

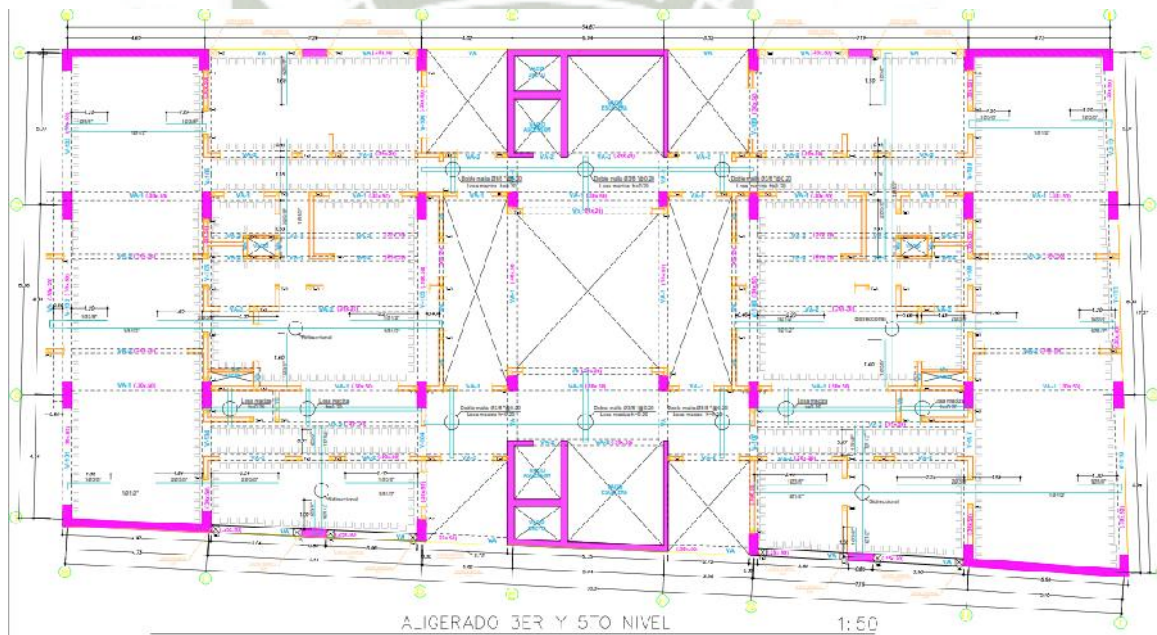


Figura 3.7: Plano de aligerado típico – Estructuras

3.1.1.3 INSTALACIONES SANITARIAS

Las instalaciones sanitarias consisten en la distribución de agua fría, agua caliente y recolección de desagüe.

- Agua fría:
El sistema de agua fría cuenta con una cisterna de 54 m³ de capacidad (25 m³ de reserva contra incendio), caseta de bombas ubicada al costado de la cisterna, donde se

utilizará dos electrobombas de agua de presión constante.

El diseño de la distribución de la red de agua fría es conducido por tuberías de PVC Schedule 40 con uniones de rosca.

La red inicia en la instalación de la tubería con el aparato sanitario, incluyendo los accesorios (tees, llaves, codos, etc.), hasta su encuentro con la montante.

La distribución del agua fría contempla diámetros de 1/2" y 3/4" para los ramales, mientras que para las montantes el diseño manda un diámetro de 2".

- Agua caliente:

El sistema de agua caliente consiste en el uso de calentadores eléctricos para los departamentos del primer al noveno piso, mientras que para el departamento penthouse cuenta con un sistema de paneles solares con una capacidad de tanque de 180 Lts. El diseño de la distribución de la red de agua caliente es conducido por tuberías de PVC Schedule 40 H-3 con uniones de rosca.

La distribución del agua caliente contempla un diámetro de 1/2", mientras que para las montantes el diseño manda un diámetro de 3/4".

- Desagüe:

El diseño de la recolección de desagüe es conducido por tuberías de PVC SAL con uniones de rosca.

Para que las aguas servidas puedan discurrir por las tuberías y accesorios es necesario darles cierta inclinación hacia el colector general. Las pendientes están dadas en porcentajes y se deben optar las siguientes:

- ✓ Para tuberías de 2" de diámetro 2.0%
- ✓ Para tuberías de 3" de diámetro 1.5%
- ✓ Para tuberías de 4" de diámetro 1.0%

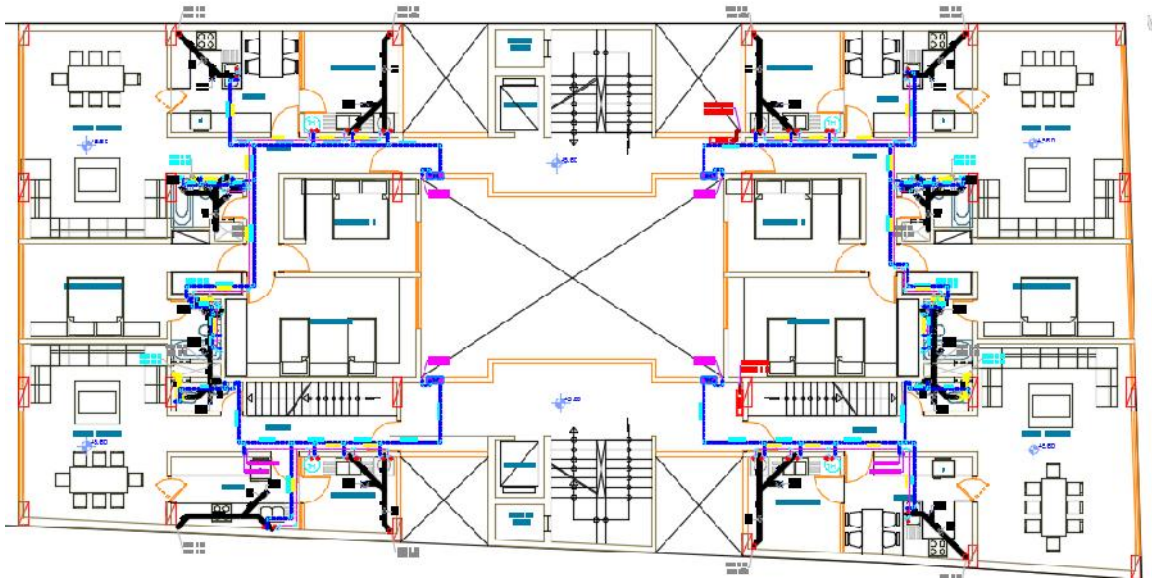


Figura 3.8: Distribución de las redes de agua fría, caliente y recolección de desagüe (Plantas típicas 1°, 3° y 5°)

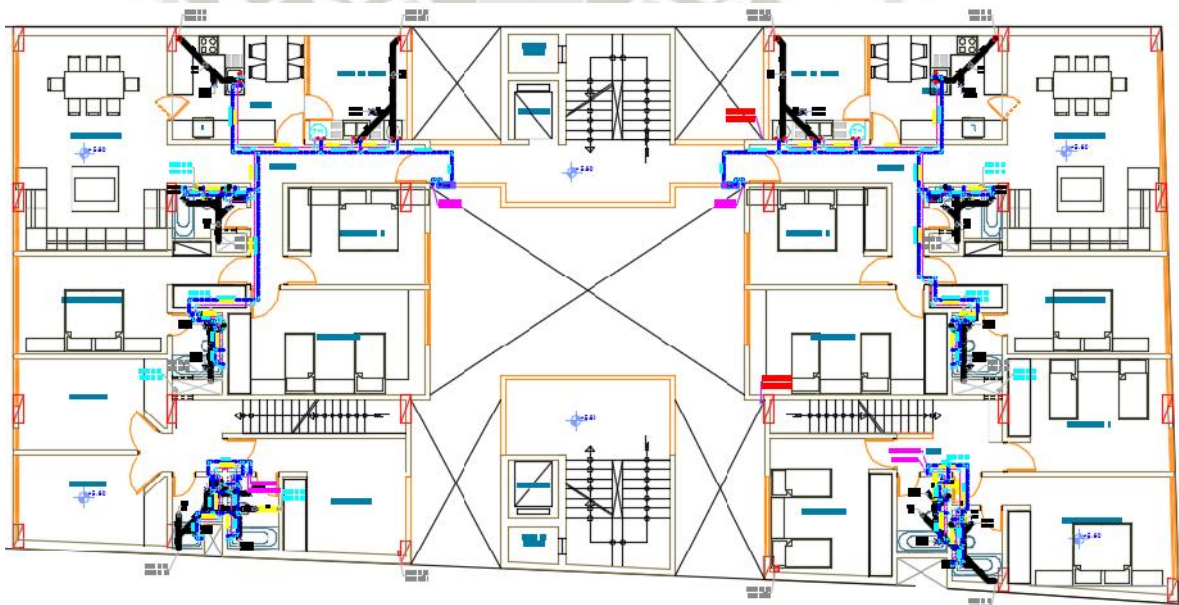


Figura 3.9: Distribución de las redes de agua fría, caliente y recolección de desagüe (Plantas típicas 2°, 4° y 6°)

3.1.1.4 INSTALACIONES ELÉCTRICAS

Las instalaciones eléctricas consisten en la distribución de las instalaciones interiores y exteriores para el abastecimiento de iluminación y potencia para la edificación.

La energía eléctrica será suministrada a una Subestación Transformadora, el mismo que consta de un Tablero de Llegada de M

T, Celda de Transformación con un Transformador de 150 KVA y un Tablero General de Baja Tensión, ubicado en el 1er. Piso del edificio, la alimentación a la Subestación se efectuará con Cable de Mediana Tensión NYY 3-1x35 mm² 12KV.

La alimentación desde el Tablero General T-G al Banco de medidores se efectuará con Cable Tipo NYY 3-1x35+1x16 mm². Con suministro Trifásico 380/220 V. 60 c.p.s. Tal como se indica en el Plano Proyecto.

Asimismo el Tablero General alimenta directamente a un Tablero T-F1 del Sistema de Bombeo Contraincendios de 20 HP, ubicado en la Sala de Bombas en el 2do. Sotano con suministro de 380 V. Trifásico.

El Tablero T-F1 llevará un sistema automático de transferencia de cargas del sistema normal al de emergencia, compuesto por un conmutador de potencia ubicado en T-G, el Grupo Electrónico estará ubicado en el cuarto de máquinas junto a la Subestación Eléctrica.

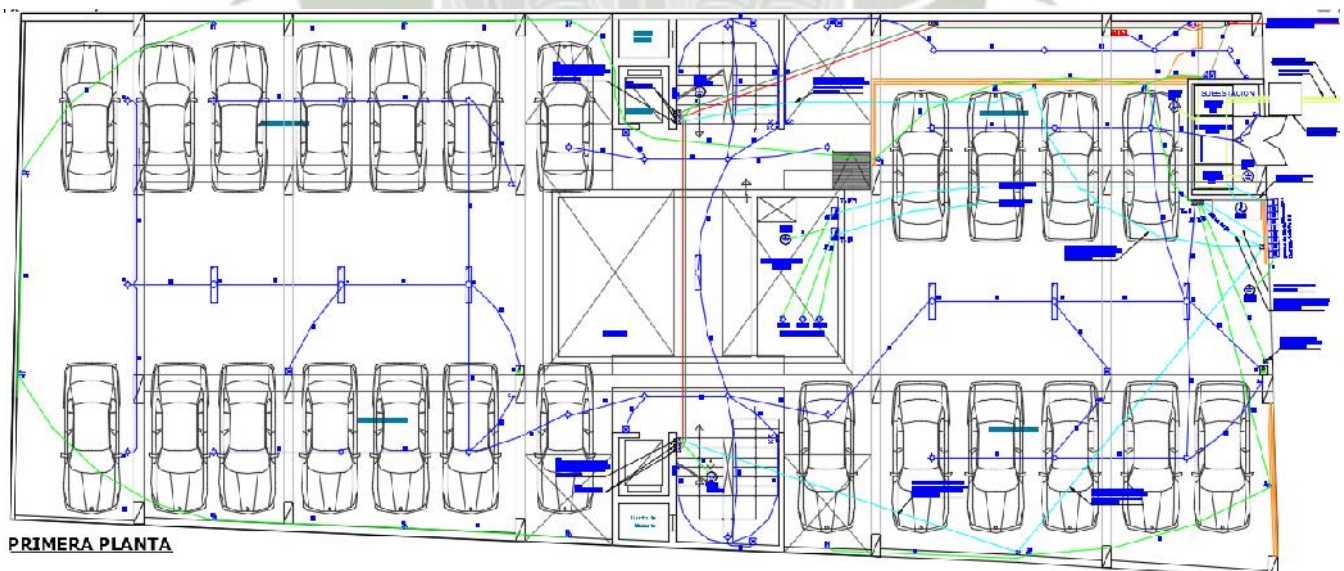


Figura 3.10: Instalaciones Eléctricas – Primera Planta (Estacionamientos)

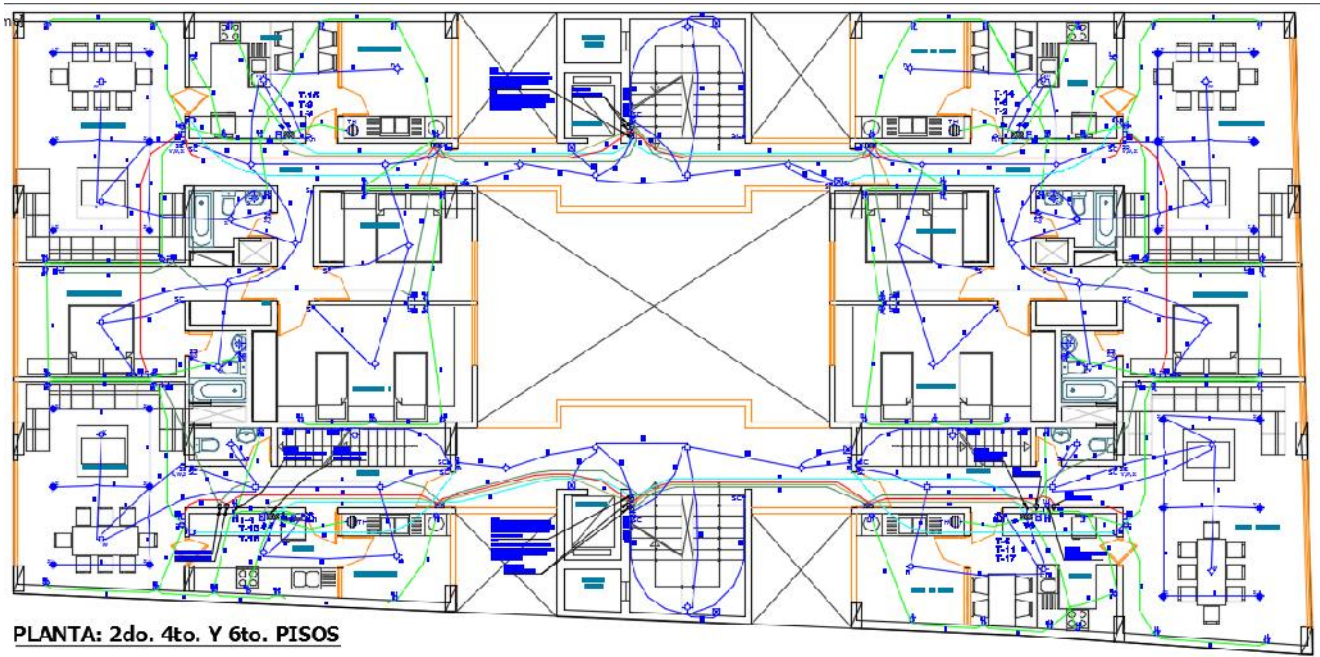


Figura 3.11: Instalaciones Eléctricas – Plantas Típicas (2°, 4° y 6°)

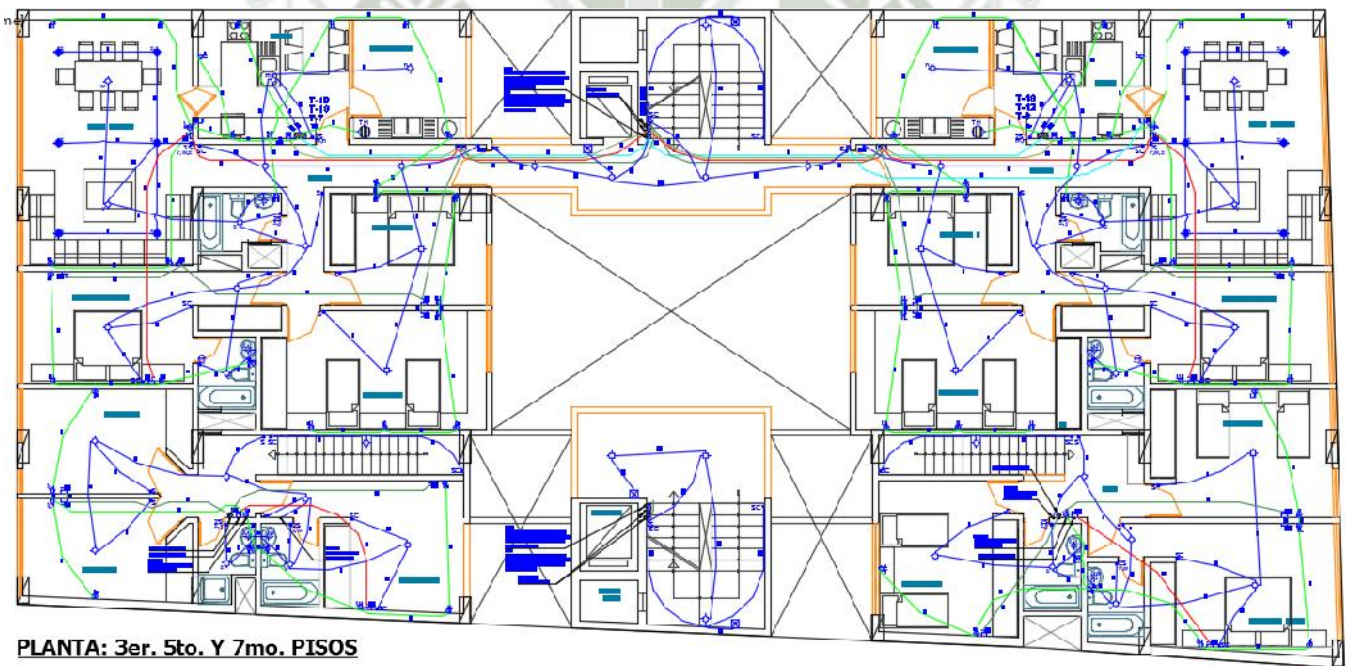


Figura 3.12: Instalaciones Eléctricas – Plantas Típicas (3°, 5° y 7°)

3.1.2 MODELAMIENTO DE ARQUITECTURA

Para el modelamiento de la Arquitectura se utilizará el software Autodesk Revit 2015, en términos de aplicación de la tecnología, se realizó el modelo de los elementos arquitectónicos, como son muros,

pisos, puertas, ventanas; y para dar mayor realce al modelo, se insertará al modelo los elementos que conforman el mobiliario, como son muebles de sala, camas, mesas de noche, mesas de comedor, etc.



Figura 3.13: Modelo de Arquitectura (Fotorrealista)



Figura 3.14: Modelo de Arquitectura

3.1.3 MODELAMIENTO DE ESTRUCTURAS

El modelo de estructuras será realizado en el software Autodesk Revit 2015.

Se modela la cimentación conformada por sub-zapatas, zapatas, solados, vigas de cimentación y muros de contención. La estructura misma, conformada por columnas, placas, escaleras, vigas y losas macizas y aligeradas.

Para el modelo de estructuras, no se tendrá en cuenta la albañilería, ya que no desempeñan ninguna función estructural, sino más bien arquitectónica.

El modelo de estructuras se realiza en un LOD 300, ya que el modelo representa un sistema estructural, con elementos que contienen información y geometría precisa.

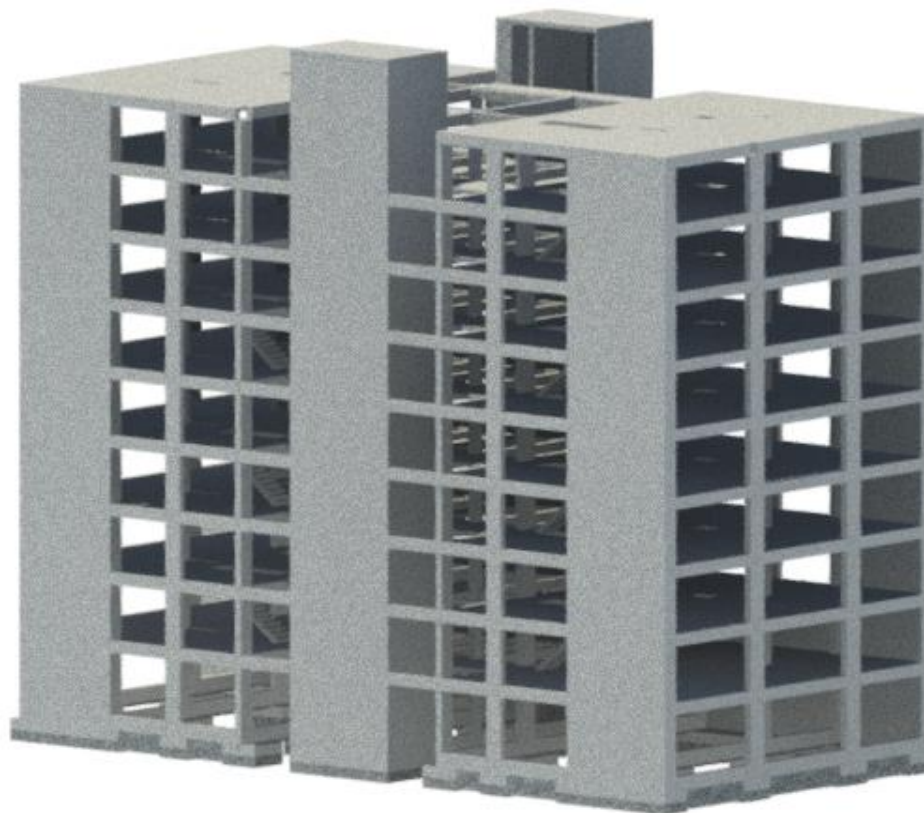


Figura 3.15: Modelo de Estructuras (Realistic)

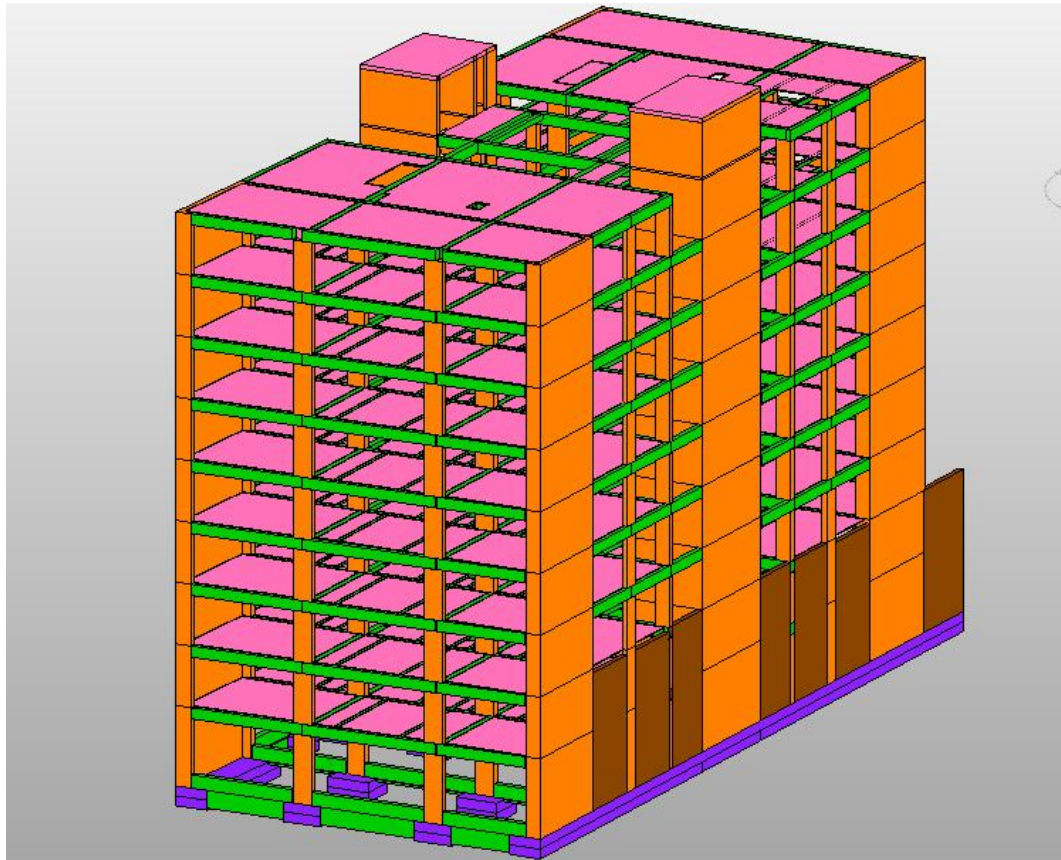


Figura 3.16: Modelo de Estructuras (Modo analítico)

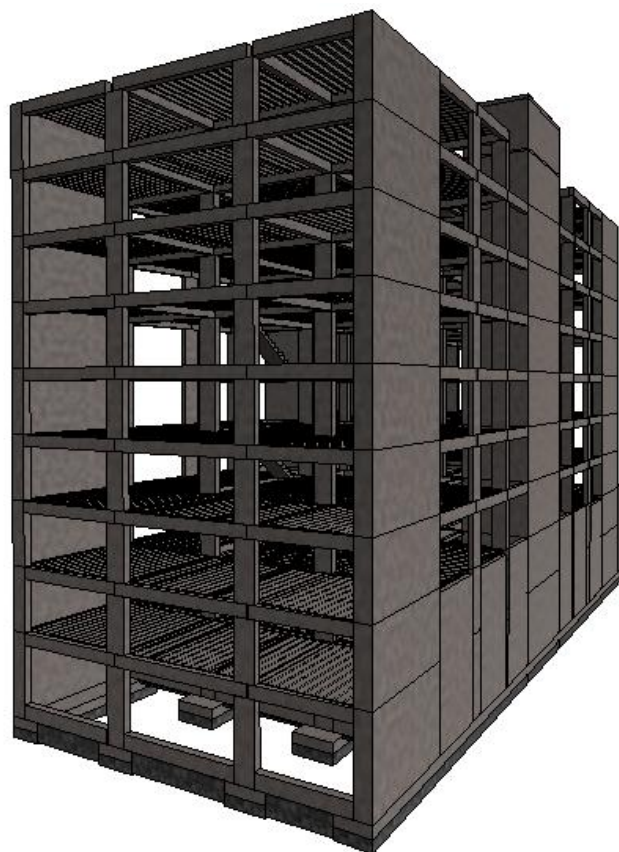


Figura 3.17: Modelo de Estructuras (Vista en perspectiva)

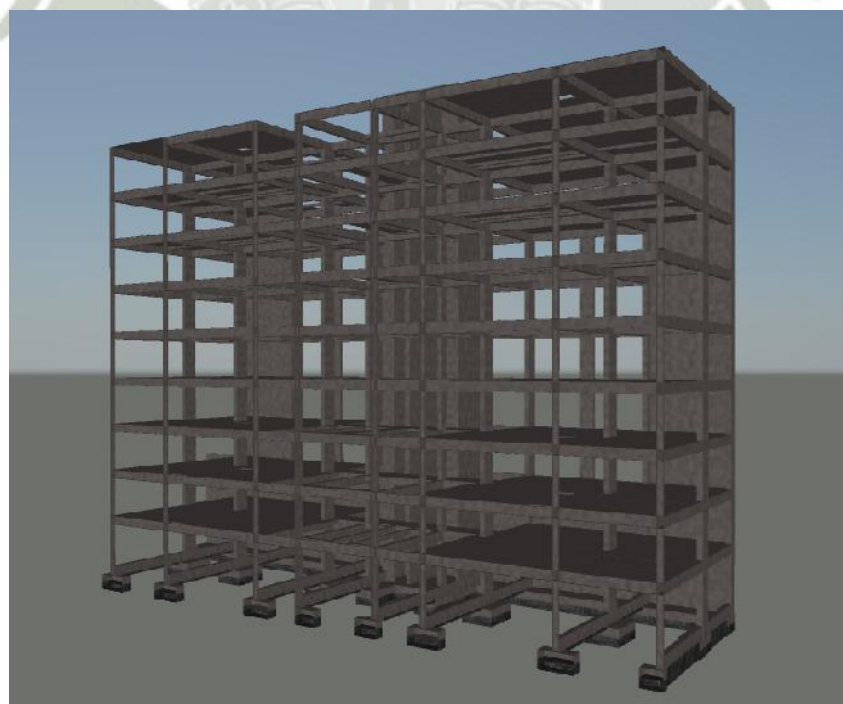


Figura 3.18: Vista longitudinal

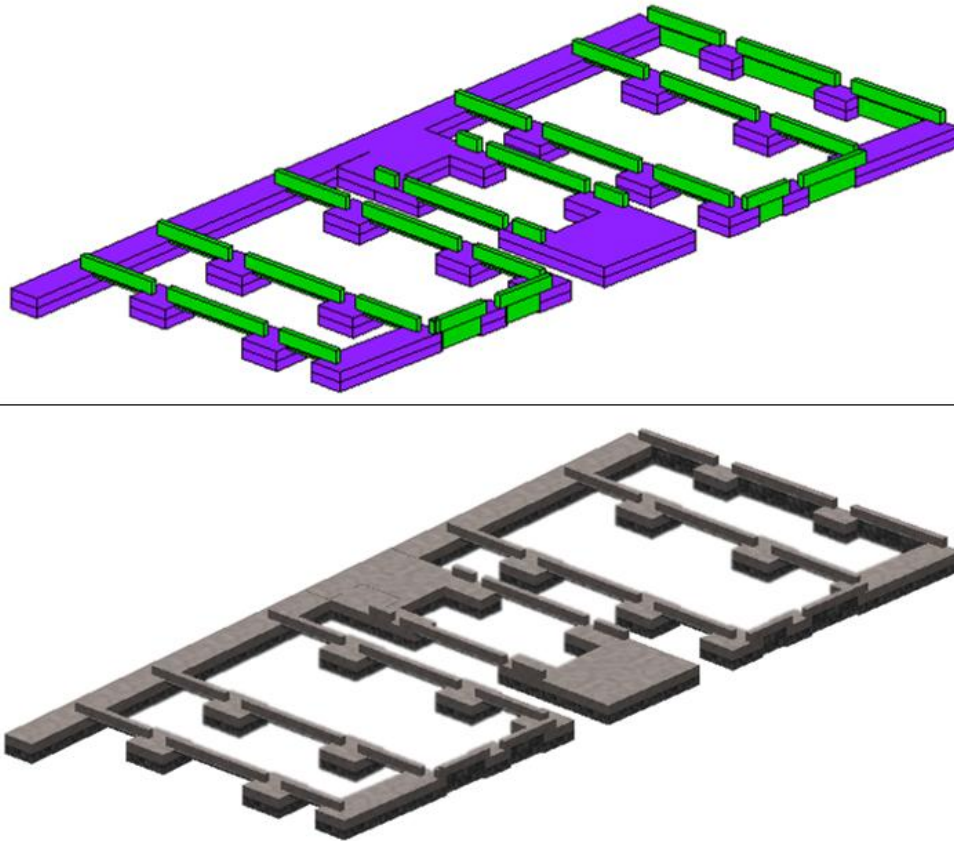


Figura 3.19: Modelo de Estructuras (Cimentación)

3.1.3.1 Modelamiento del Refuerzo estructural (Acero)

Para el modelamiento del acero se debe tener en cuenta que el tiempo de modelado basado en un estudio elaborado en el paper “Metodología para la Obtención de Metrados de las partidas de Estructuras utilizando Modelos BIM”¹², se tiene que según los registros de HH se puede estimar que el tiempo empleado para modelar el acero es aproximadamente 1.6 veces el tiempo que demanda modelar la volumetría de concreto. Incluso en edificios con plantas típicas no es tan sencillo como parece por la cantidad de detalles de empalmes que se requiere incluir en el modelo, se debe evaluar la necesidad de modelar el acero más allá de obtener los metrados, es decir que otro beneficio se puede extraer de este modelo; sin embargo con fines didácticos y de interpretación se modeló el acero de refuerzo

¹² Autores: Diego Alfredo Fuentes Hurtado – Vladimir Alcántara Rojas

en los principales elementos estructurales como son la cimentación, columnas y vigas.

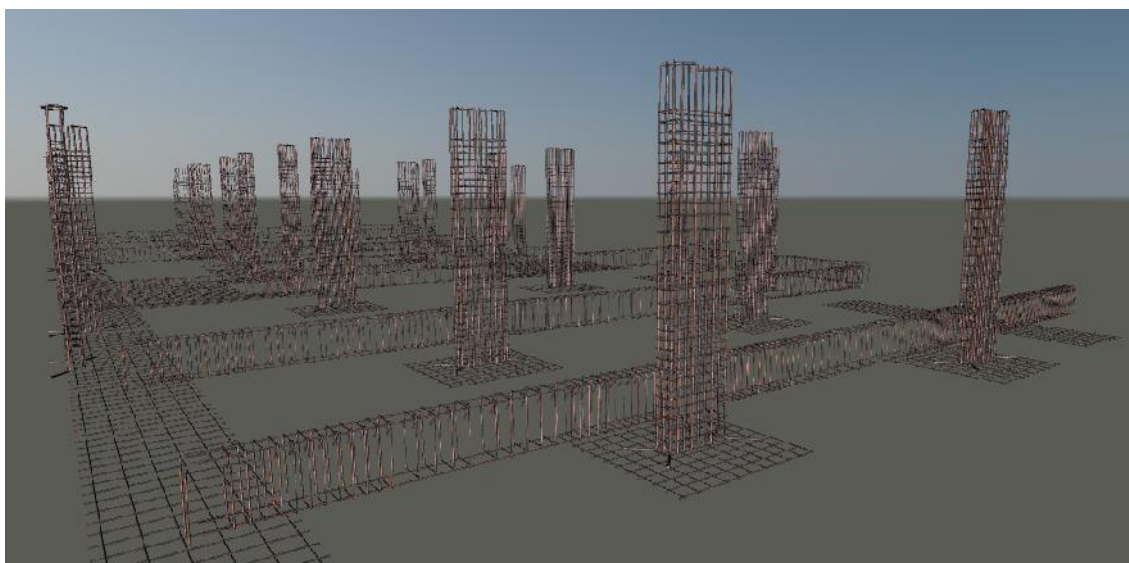


Figura 3.20: Modelo del refuerzo estructural – Cimentación

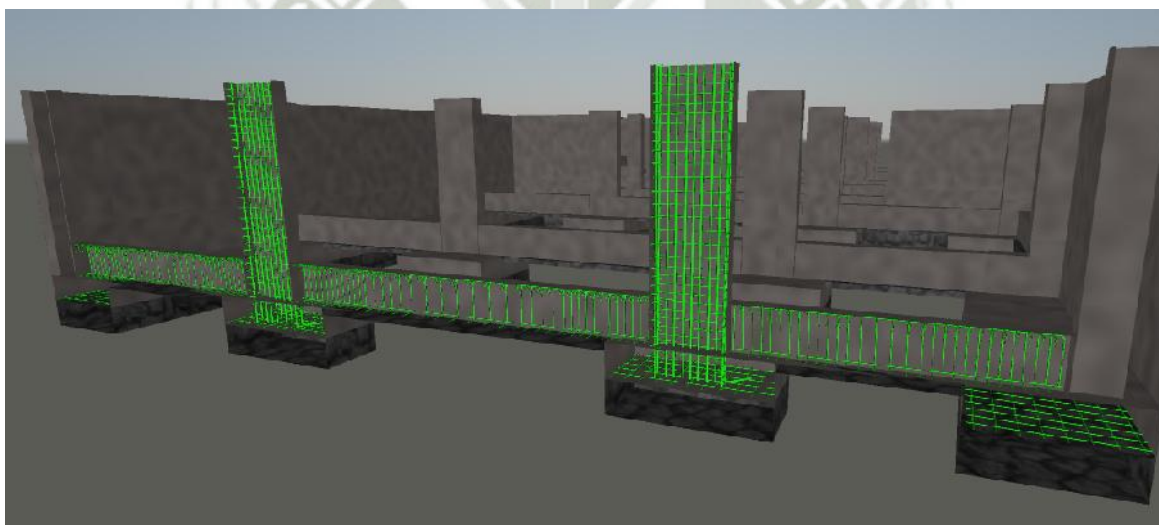


Figura 3.21: Detalle de acero en zapatas-vigas de cimentación-columnas

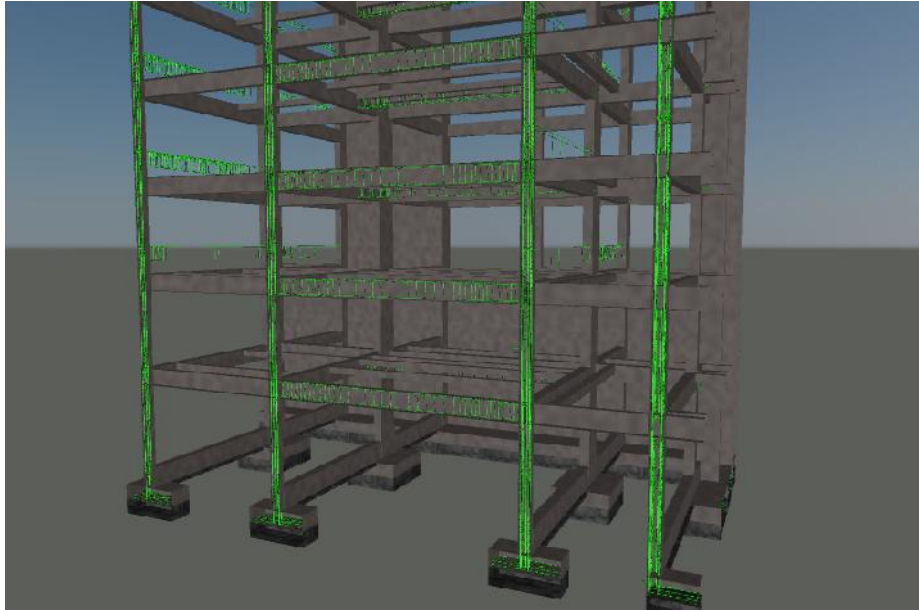


Figura 3.22: Detalle de acero en zapatas -columnas-vigas



Figura 3.23: Detalle de unión encuentro viga-columna

3.1.4 MODELAMIENTO DE INSTALACIONES SANITARIAS

El modelo de las instalaciones sanitarias será realizado en el software Autodesk Revit. Se modela la red de agua fría, agua caliente y desagüe.

En el modelamiento se toma en cuenta la distribución planteada en el diseño existente según planos, respetando los diámetros

indicados, así como el uso de accesorios y válvulas de acuerdo a planos.

El modelo de las instalaciones sanitarias se realiza en un LOD 300, ya que el modelo representa un sistema, con elementos que contienen información y geometría precisa.



Figura 3.24: Modelo Instalaciones Sanitarias

- Agua fría:

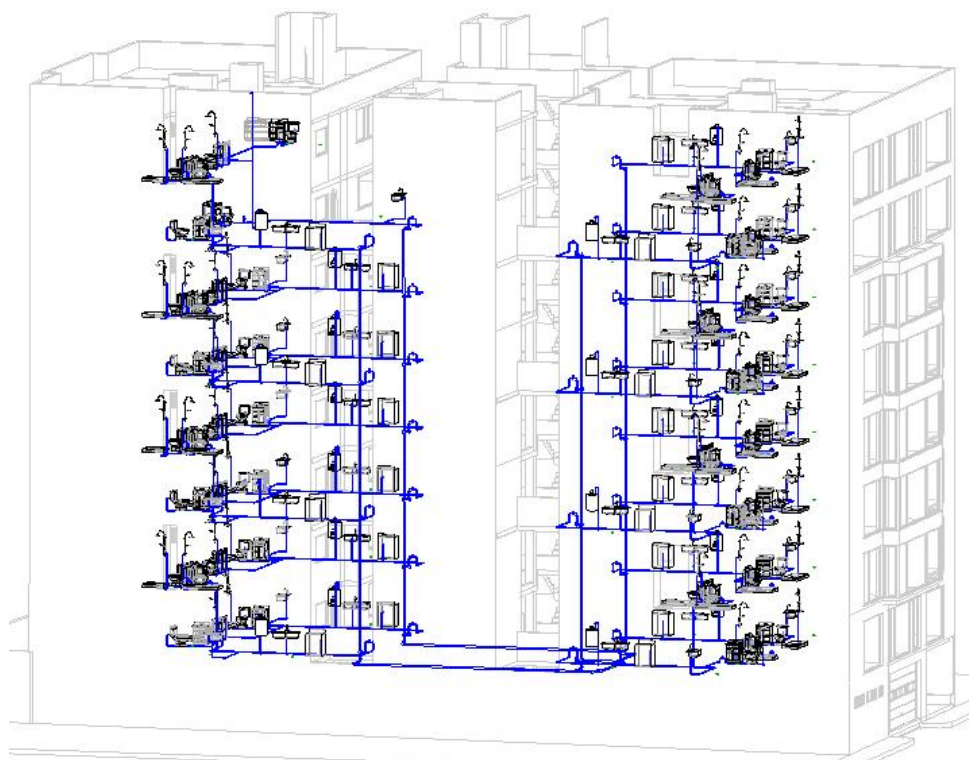


Figura 3.25: Red de distribución de Agua Fría

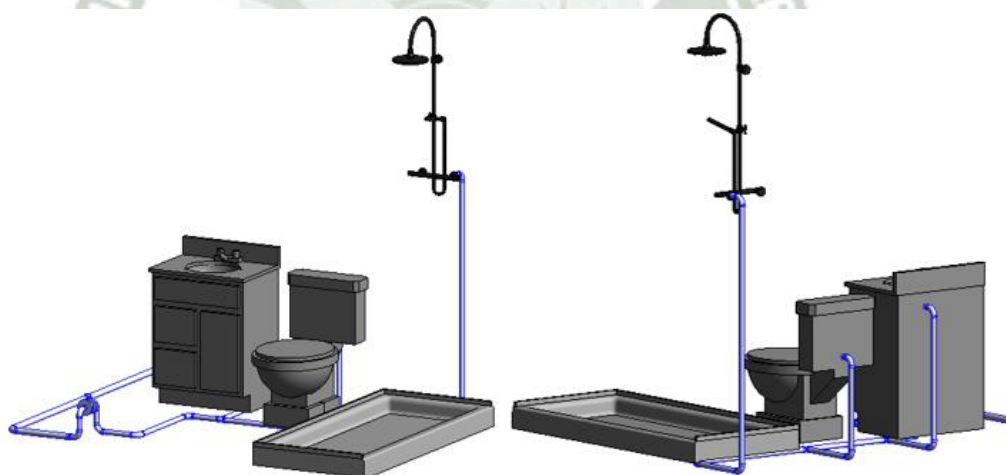


Figura 3.26: Distribución de agua fría (Baño)

La Figura 3.22 muestra la distribución de agua fría para un baño en específico, se exhibe la vista frontal y posterior, en las cuales se denota el modelado de las tuberías con sus accesorios (codos, tees), así como también la válvula compuerta a la entrada.

- Agua caliente:

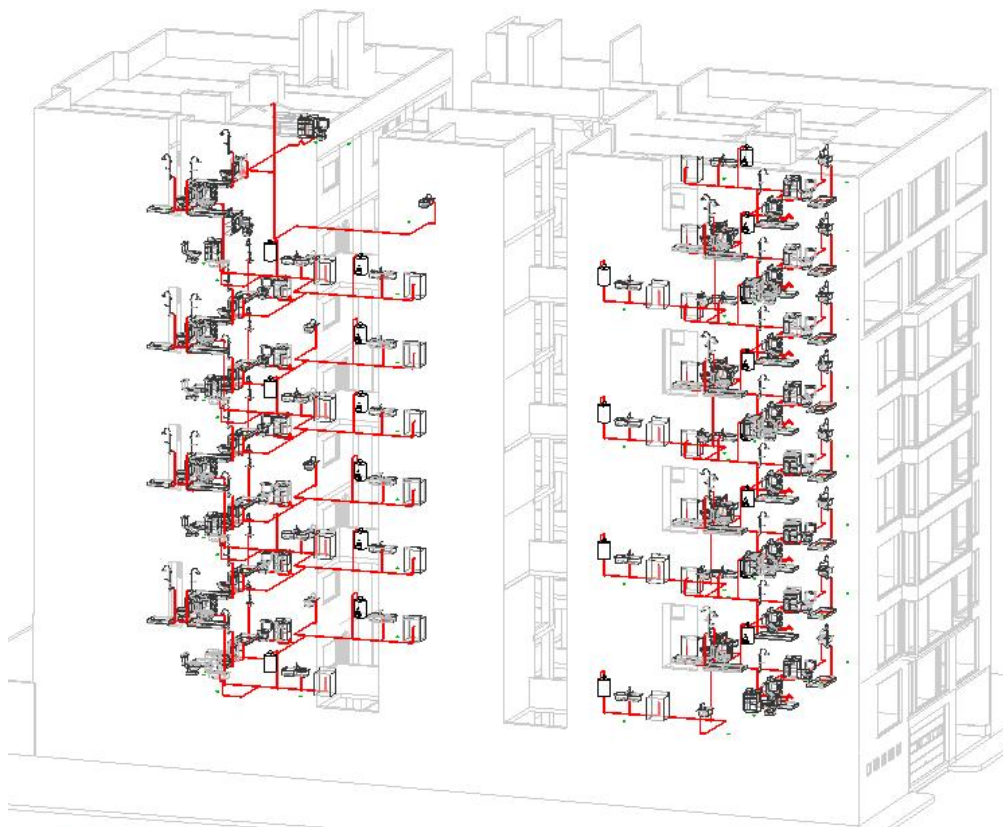


Figura 3.27: Red de distribución de Agua Caliente

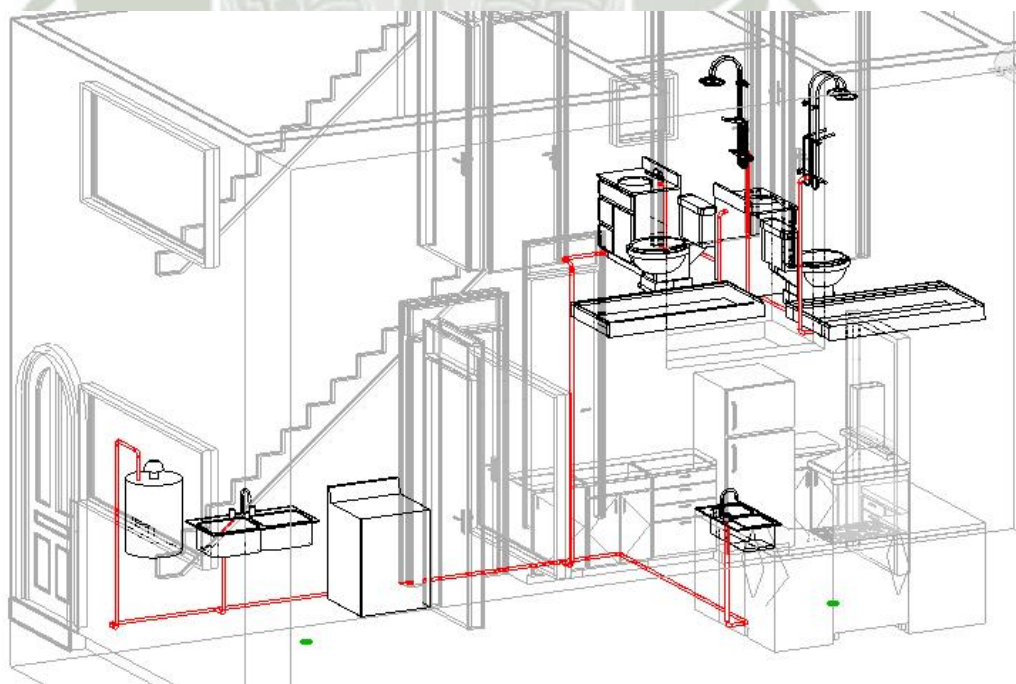


Figura 3.28: Distribución de agua caliente – Dpto. Dúplex

En la Figura 3.24, se observa la distribución de agua caliente para los departamentos típicos tipo Dúplex, en los cuales se considera el uso de un calentador eléctrico, el cual conduce el agua caliente hacia todos los puntos necesarios.



- Desagüe:

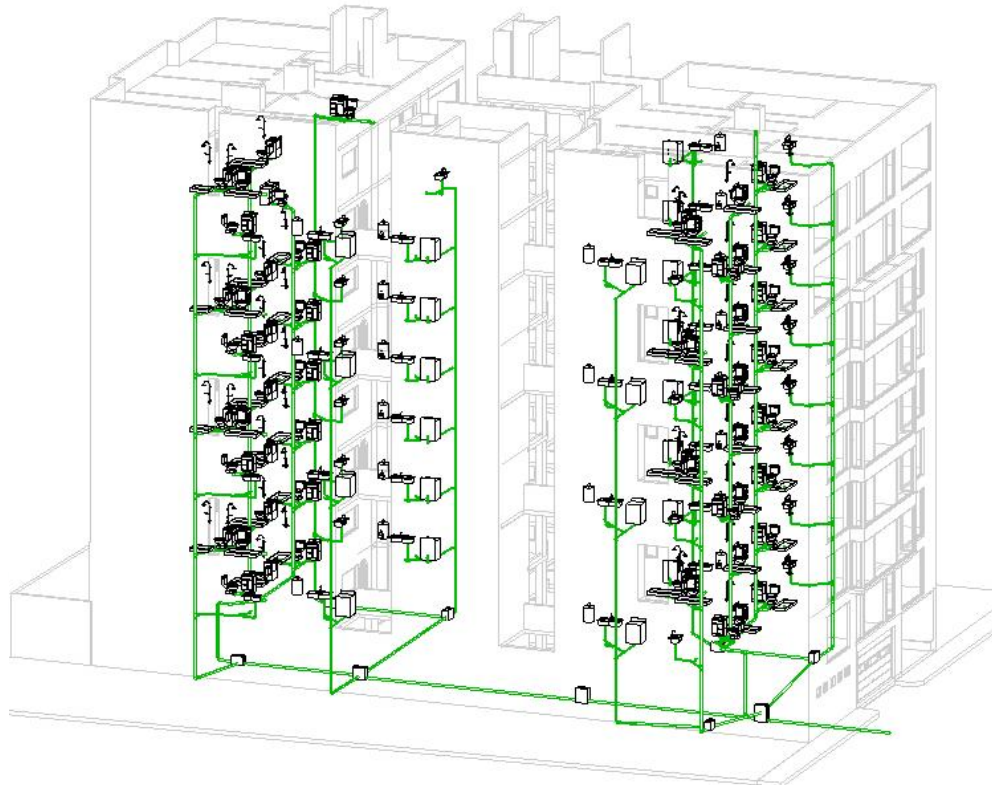


Figura 3.29: Red de Recolección de Desagüe

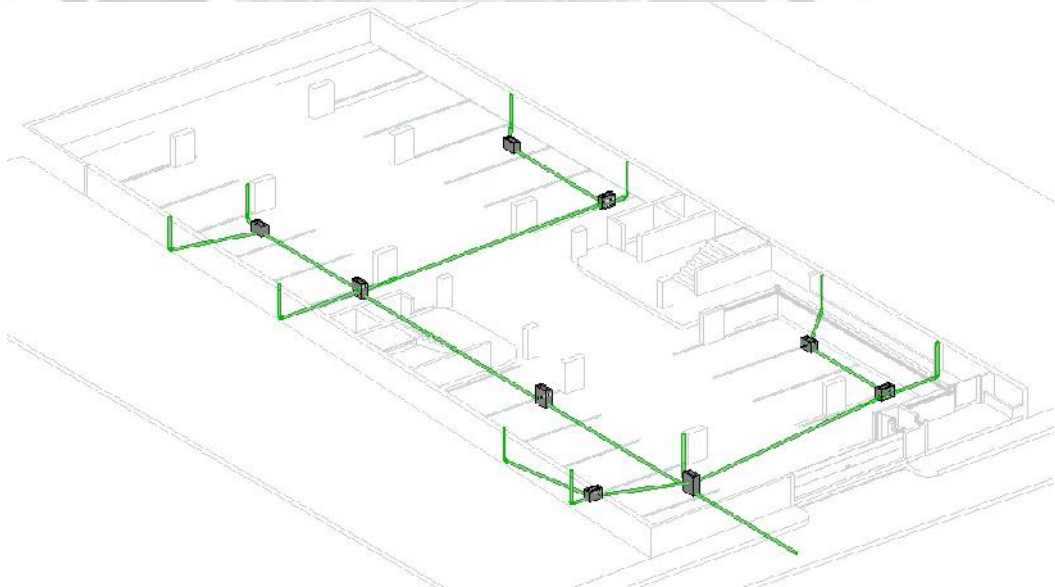


Figura 3.30: Distribución de cajas de registro

El modelo de la recolección de desagüe contempla la distribución de las cajas de registro, como se observa en la Figura 3.26; las cuales se ubican de acuerdo al diseño del especialista.

3.1.5 MODELAMIENTO DE INSTALACIONES ELÉCTRICAS

En el modelamiento de las instalaciones eléctricas se toman en cuenta los elementos que componen todo el sistema eléctrico, es decir luminarias, tomacorrientes, enchufes, etc.

En cuanto al modelo de instalaciones eléctricas, también se realizó con el software Revit 2015, el cual para esta especialidad presenta ciertas limitantes, y es que si bien uno puede insertar estos elementos y crear los circuitos respectivos de acuerdo al diseño, las conexiones no son visibles en una visualización en tres dimensiones, es decir que no se muestran las tuberías que conducen los cables eléctricos, sino que sólo se mantienen conectados en su información paramétrica. Es por esto que si se genera una vista 3D, como se observa en la Figura 3.27, sólo se observan los elementos como luminarias, tomacorrientes, enchufes, etc.

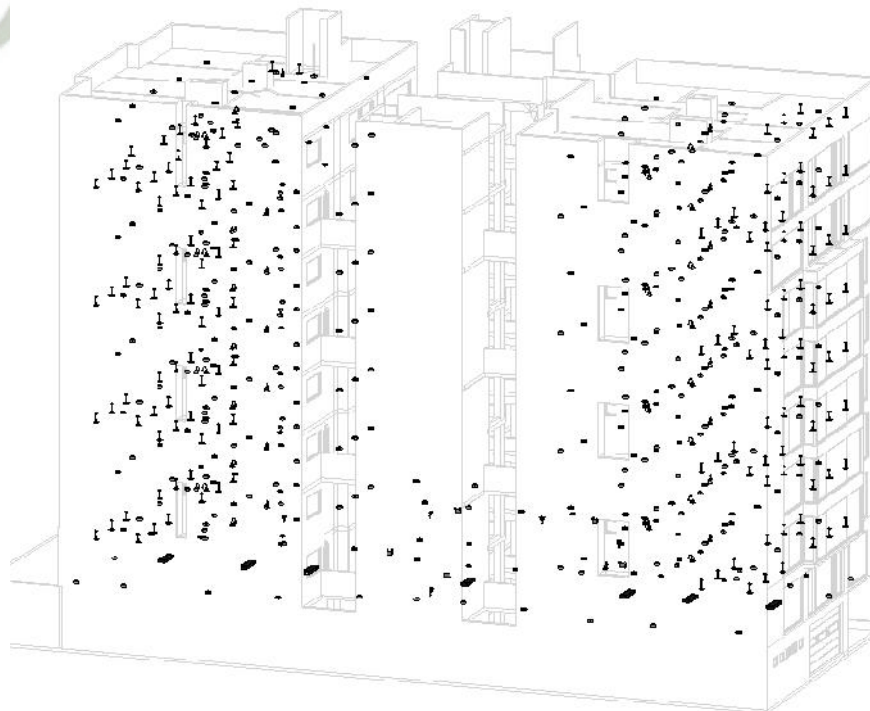


Figura 3.31: Modelo de Instalaciones Eléctricas

CAPÍTULO 4 : ANÁLISIS DEL BIM APLICADO A LA GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

4.1 GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN:

En la actualidad, la mayoría de proyectos se desarrollan bajo diferentes circunstancias que vuelven crítico el desenvolvimiento del mismo, ya sean los plazos de ejecución, espacios de desarrollo cada vez más reducidos, la logística de los sub-contratos y el cumplimiento de los proveedores, obligaciones legales, entre otros, conllevan a la necesidad de gestionarlo de forma tal que las pérdidas sean reducidas al mínimo o que no se contemplen pérdidas.

Es entonces necesaria una planificación, ejecución y supervisión que garantice el correcto desarrollo del proyecto, que se termine en el plazo, dentro del presupuesto y acorde a los requerimientos de los involucrados.

La tecnología BIM propone diversos aspectos para gestionar de manera más eficaz los proyectos de construcción mediante diferentes herramientas que simplifican el desarrollo durante todo el ciclo de vida de un proyecto.

A continuación, se detallan algunas de estas herramientas que contribuyen a la gestión de un proyecto.

4.2 NAVEGACIÓN VIRTUAL:

Un proyecto se desarrolla de modo más eficiente cuando se permite visualizar a detalle lo que se quiere obtener cuando este finalice. Un modelo BIM integrado permite a los involucrados tener la capacidad de navegar y visualizar la “edificación virtual” de forma tal que no sólo nos lleve a tener una idea del proyecto, sino que también nos permite obtener una concepción clara de cuál debe ser el resultado final del proyecto cuando este llegue al final de su ejecución. La navegación virtual permite tener una percepción del espacio precisa del proyecto, permite tener el manejo de las vistas de los interiores de la edificación de cualquier especialidad o de cualquier sector del mismo.

Dependiendo de qué es lo que se pretenda obtener con la navegación virtual, se van integrando los diferentes modelos 3D-BIM, es decir si sólo

se quiere visualizar los espacios o los dormitorios, se pueden integrar solamente la Arquitectura y las Estructuras, mientras que si se desea por ejemplo, conocer los recorridos que realizan las tuberías por la edificación, se integrarán solo los modelos de Arquitectura, Estructuras e Instalaciones Sanitarias.

Aplicando la tecnología BIM en nuestro caso de estudio, el “Edificio Roosevelt”, se integraron los modelos BIM-3D de las cuatro especialidades utilizando el software Navisworks Manage, en el cual se obtiene un modelo integrado.

A continuación se presentan algunas imágenes que se han obtenido de la navegación virtual en el modelo BIM con las cuatro especialidades integradas (Arquitectura, Estructuras, Instalaciones Sanitarias y Eléctricas).

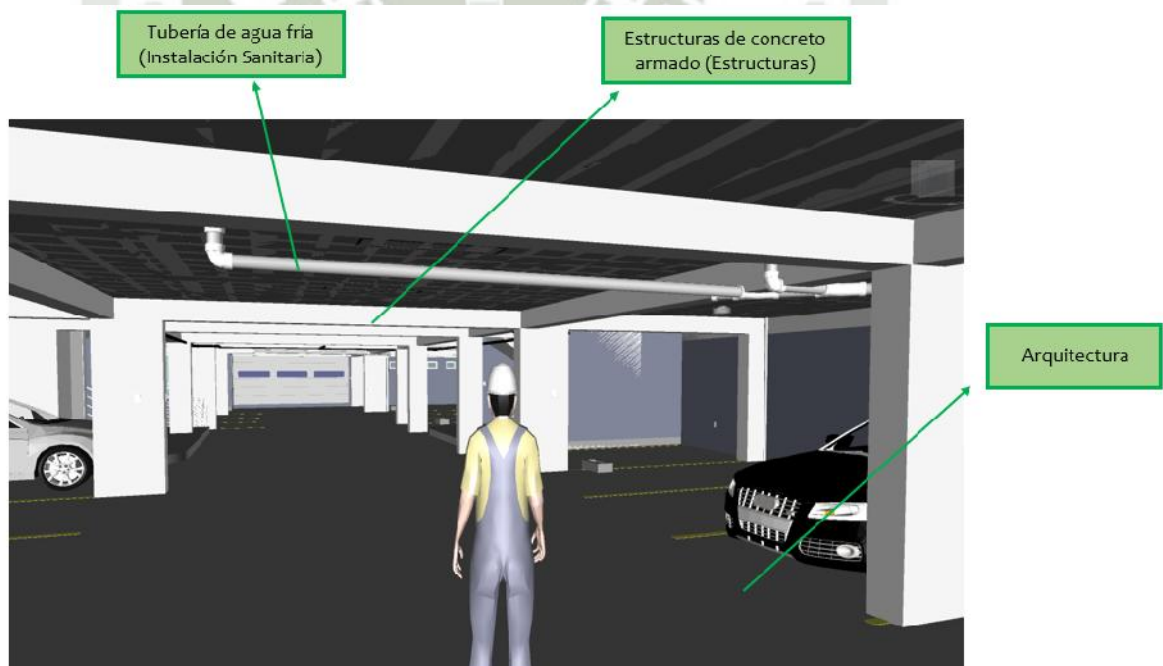


Figura 4.1: Navegación – Estacionamientos

En la Figura 4.1 se muestra la navegación en la planta de Estacionamientos, en la cual se observa la integración de las diferentes especialidades. En la figura 4.2 se denota la navegación en el departamento típico Flat, en el que se observa los detalles de la distribución del departamento, así como las instalaciones y la integración

Así también, en la Figura 4.2 se puede observar la navegación en el departamento tipo Flat, específicamente en el dormitorio y en la Figura

4.3 se observa la navegación en la zona de la Sala – Comedor. De esta forma es mucho más interactiva la visualización de los espacios y de la distribución de los diferentes elementos arquitectónicos, de estructuras o instalaciones.



Figura 4.2: Navegación - Flat (Dormitorio)



Figura 4.3: Navegación - Flat (Sala-Comedor))

Esta navegación virtual representa una gran herramienta de ayuda, ya que, por ejemplo, si no se tiene claro cómo quedará la unión de dos elementos de diferentes especialidades, la navegación nos permite visualizar de manera muy precisa la interacción entre las diferentes especialidades.

4.3 MODELAMIENTO 4D – GESTIÓN DEL TIEMPO

El modelamiento 4-D aplicado a la gestión de la construcción, es una herramienta con la cual se puede gestionar el tiempo con respecto al proyecto. En la aplicación de esta herramienta a nuestro caso de estudio, se ha considerado la construcción de las especialidades de Estructuras y Arquitectura; ya que son estas especialidades las que más influyen en el tiempo durante la ejecución del proyecto.

La aplicación del modelamiento 4D-BIM, aplicado a este edificio, se realizó en base al modelo 3D-BIM y al diagrama Gantt, elaborado en el programa MS Project, tomando en cuenta una programación típica en base a procedimientos constructivos tradicionales.

La simulación 4D-BIM realizada a este edificio se basa primordialmente en demostrar el proceso constructivo que seguirá la edificación a lo largo de aproximadamente 6 meses de ejecución. Esta herramienta nos permite tener un manejo del tiempo exacto y con mucha precisión de acuerdo a los días que van pasando. A continuación, se muestran algunos fotogramas de la simulación realizada:

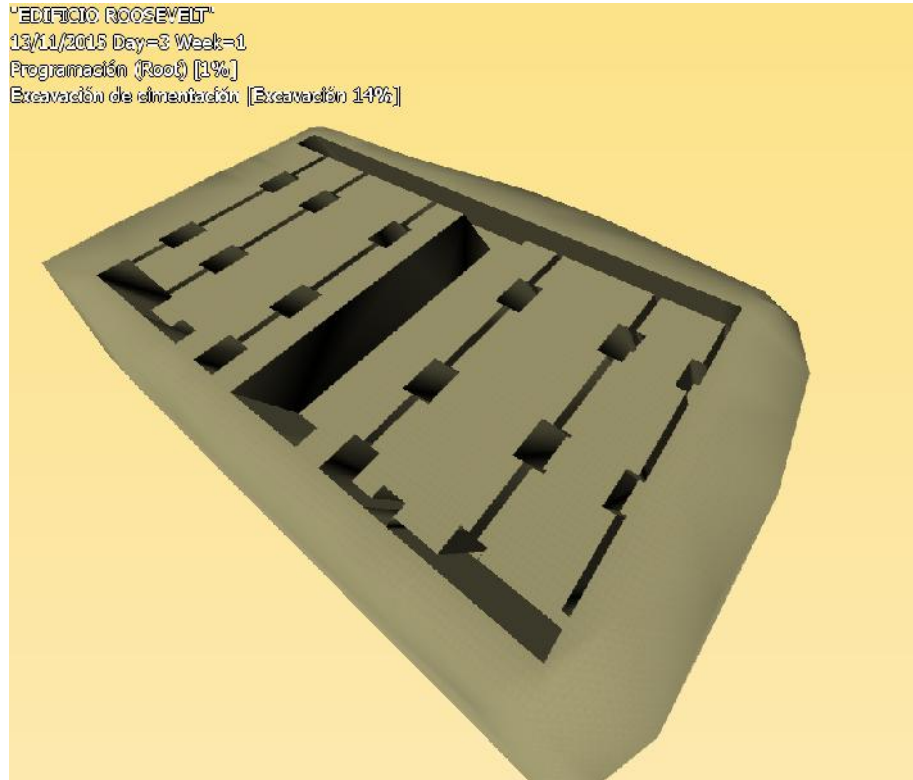


Figura 4.4: Simulación 4D – Excavación de Cimentación

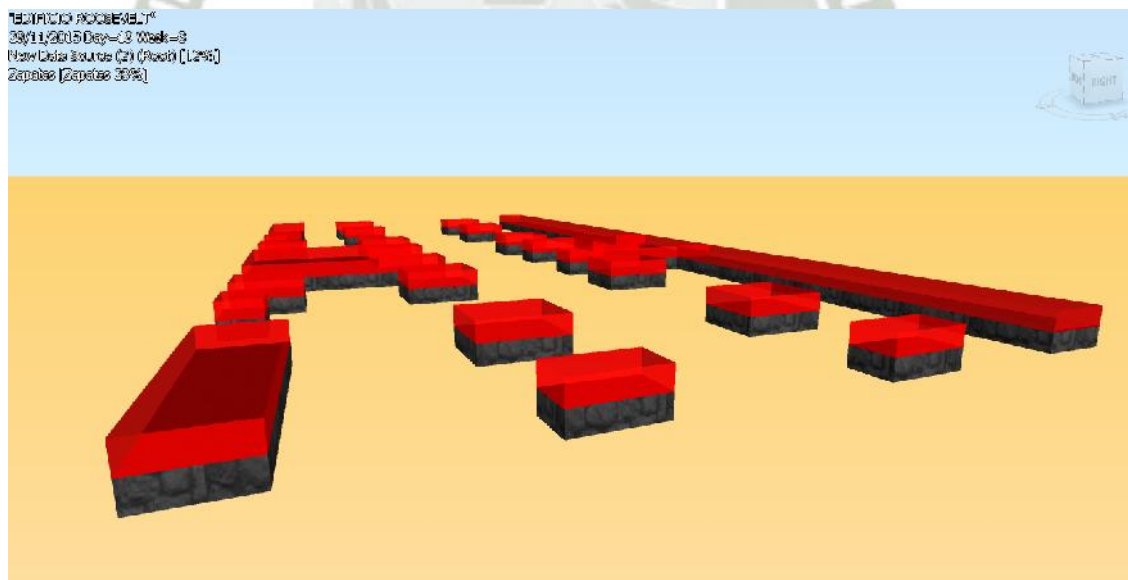


Figura 4.5: Simulación 4D – Construcción Zapatas

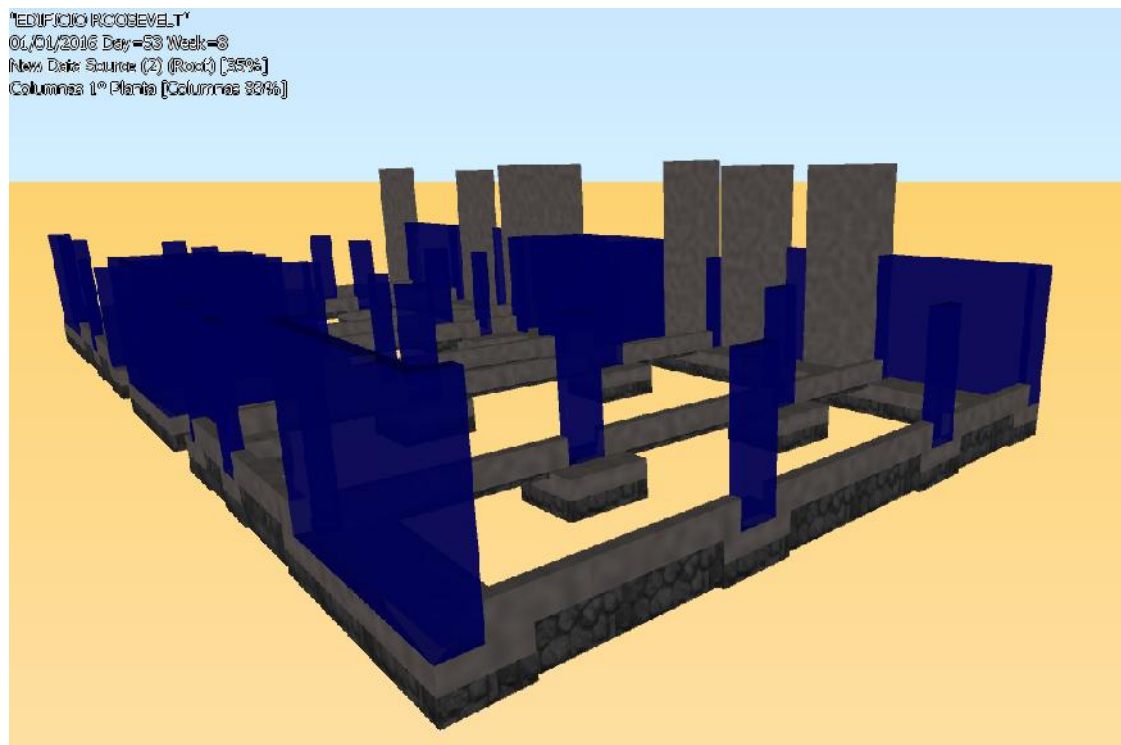


Figura 4.6: Simulación 4D – Construcción Placas y Columnas

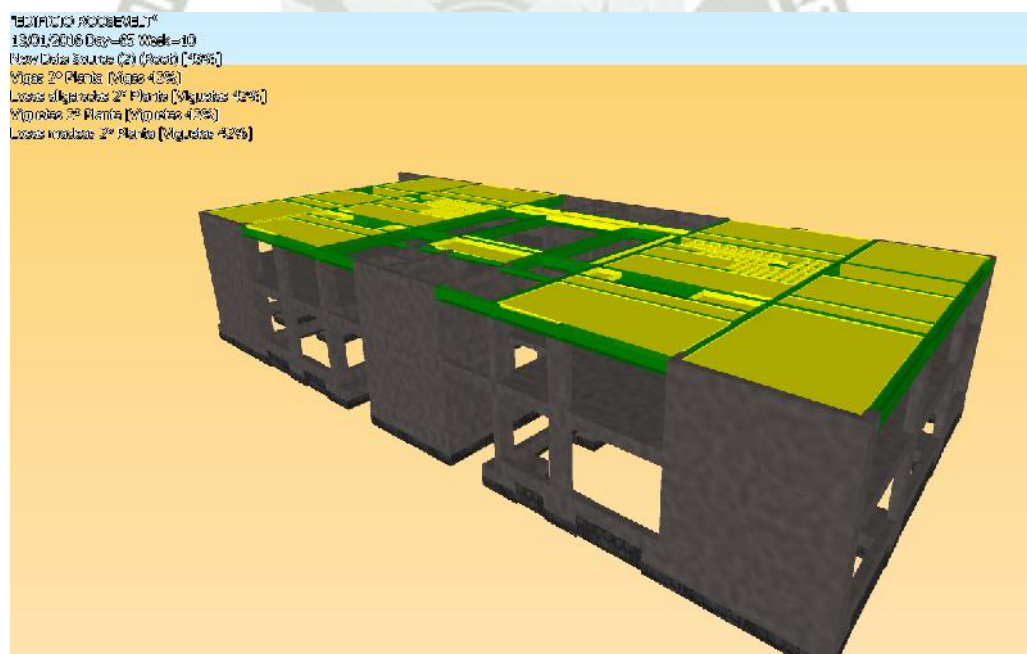


Figura 4.7: Simulación 4D – Construcción Vigas, Losas

Como se observa en las Figuras 4.4, 4.5, 4.6, y 4.7, la simulación se realiza de acuerdo a la programación asignada, de esta forma uno puede

visualizar progresivamente el proceso que la construcción va desarrollando con respecto al tiempo.

Esta herramienta nos permite configurar el control del avance al detalle que sea el conveniente, por ejemplo, en este caso se indica el día y número de semana que se está desarrollando tal partida, así como la fecha y el porcentaje de desarrollo que va teniendo, como se puede apreciar en la Figura 4.8:

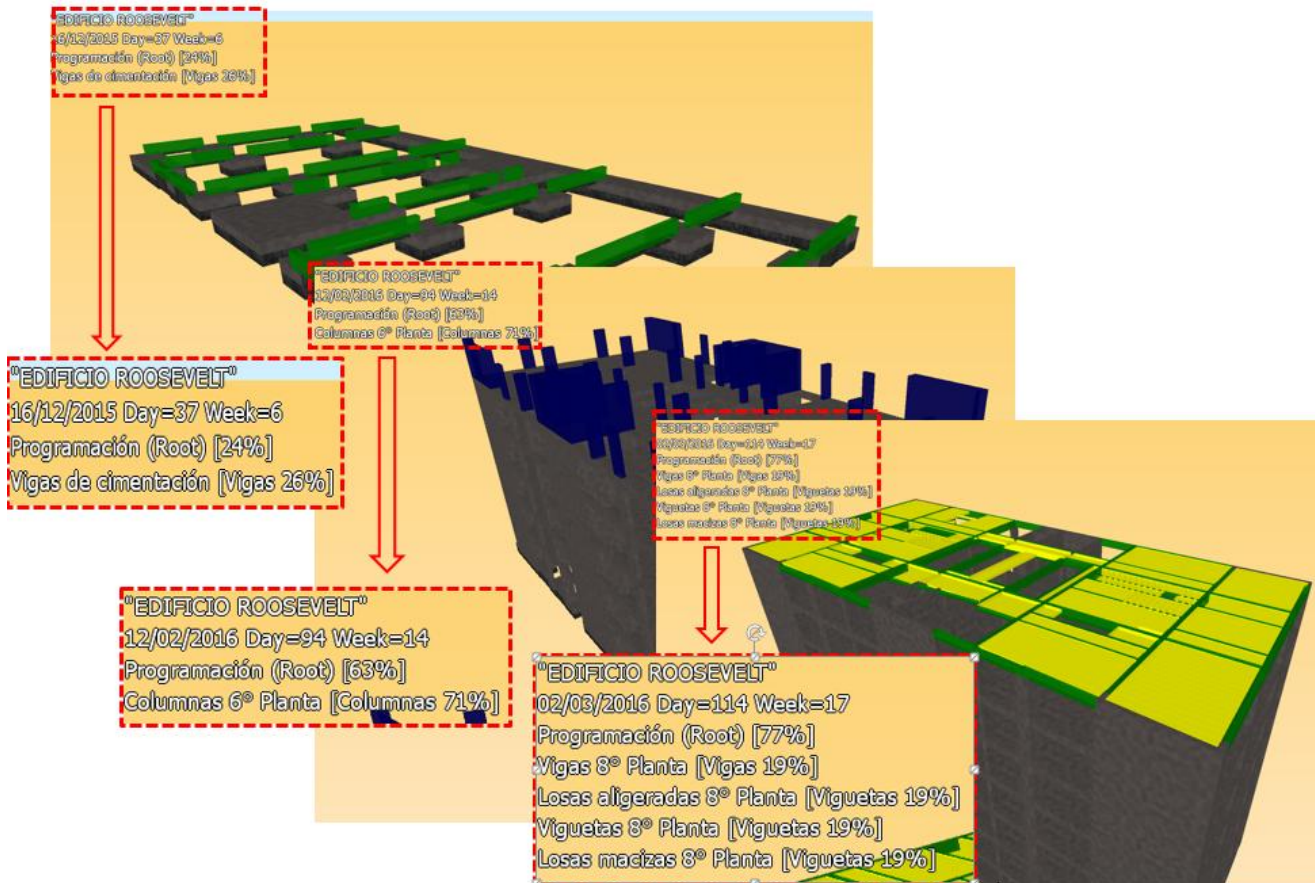


Figura 4.8: Simulación 4D - Gestión del tiempo

4.4 MODELAMIENTO 5D – GESTIÓN DE LOS COSTOS

La gestión de costos, en la actualidad, es uno de los principales aspectos para el control de un proyecto, ya que éste parámetro es el que rige si el proyecto se está desempeñando de acuerdo a lo planificado. De igual forma, es ésta gestión la que permite a los diferentes contratistas o subcontratistas, realizar balances de lo avanzado hasta el momento, obtener indicadores, etc.

Lo que se busca al gestionar los costos de un proyecto es saber si el proyecto se está desarrollando de acuerdo a lo programado, es decir si los costos se están manteniendo, incrementando o si se está ahorrando. Así mismo, esta herramienta BIM de modelamiento 5D permite a los involucrados tener un mayor control de los costos cuando se producen variaciones en el proyecto. Esto es muy común que suceda, ya que como se mencionó en capítulos anteriores, los proyectos presentan incompatibilidades, y muchas veces estas se resuelven haciendo cambios que normalmente se traducen en incrementos de costos.

Para la aplicación de esta herramienta en nuestro caso de estudio el “Edificio Roosevelt”, se trabajó sobre el modelo 4D, al cual se le añadió el parámetro de costos, tanto como costo de Mano de Obra, Materiales y Equipos.

En esta parte se han considerado los costos al mes de Noviembre del 2015 según la revista “Costos”, asociando los valores unitarios de Mano de Obra, Materiales y Equipos a las diferentes partidas. Estos valores se insertan en el archivo del MS Project, generando las columnas para incluir estos costos. De esta manera, cuando se hace la simulación 5-D, los costos se van incluyendo en el desarrollo de la construcción de la edificación, como se observa en las Figuras 4.9 y 4.10, las cuales corresponden a capturas de pantalla de la simulación 5D y en las que se puede tener el manejo preciso de los costos conforme se lleva a cabo la construcción; de acuerdo a las figuras presentadas líneas abajo, se puede notar que mientras el proceso de construcción va avanzando, de igual forma esta herramienta va calculando el costo que representan las tareas y su valor acumulado en relación a lo ya ejecutado.

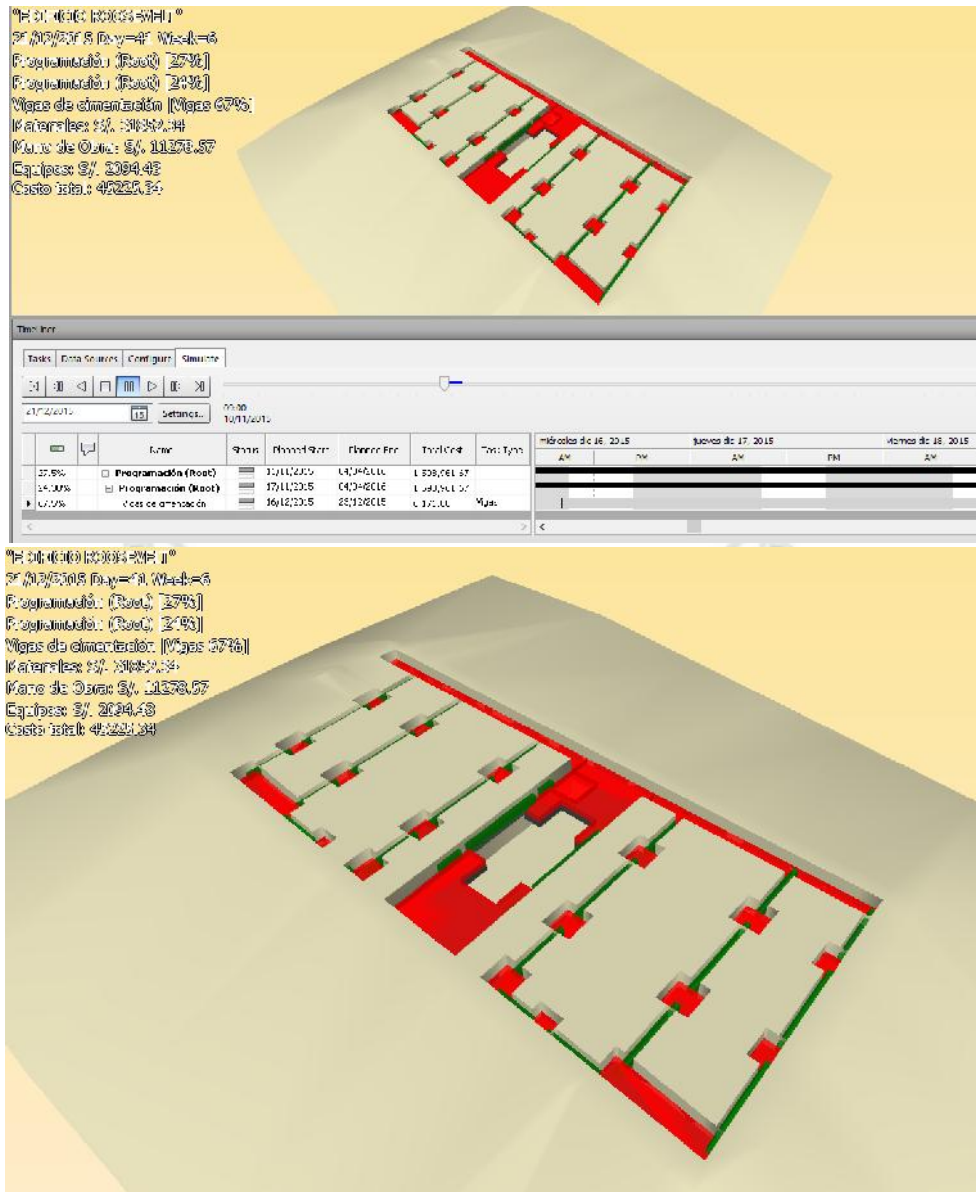


Figura 4.9: Simulación 5D – Vigas de cimentación

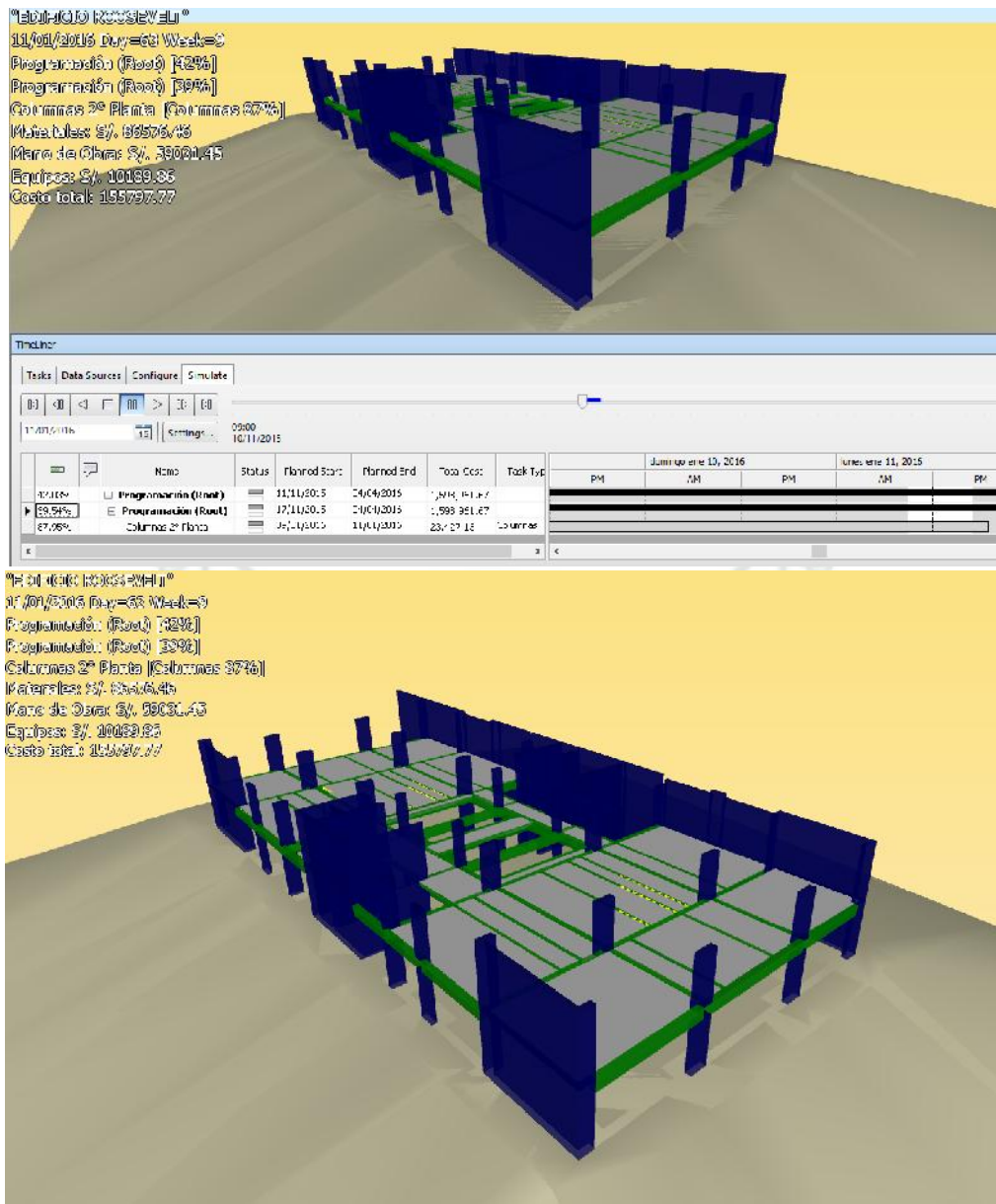


Figura 4.10: Simulación 5D – Columnas 2da Planta

Esta simulación 5D permite a los involucrados en el proyecto tener un mejor manejo de los costos durante la etapa de construcción, no sólo en el control de lo presupuestado vs. el costo real, sino también en el impacto que generan las variaciones en los costos, es decir, por ejemplo si se cambia la distribución de ciertos elementos, o si se altera la programación; con la gestión 5D es mucho más sencillo determinar en forma cuantitativa cómo altera al presupuesto dichas variaciones. De igual forma, mediante esta herramienta, nos permite cuantificar los avances reales ejecutados hasta cierta fecha, esto representa una gran ventaja cuando se presentan

valorizaciones periódicas, en las cuales muchas veces se valorizan porcentajes estimados y no trabajos ejecutados con exactitud, lo que traducido en costos, representa mayor precisión al momento de realizar una valorización, por lo que es una ventaja para todos los involucrados, primordialmente para el cliente, que dependiendo del tipo de contrato que se lleva con la contratista, muchas veces los montos valorizados no son los reales y se hacen pagos que no son los correspondientes de acuerdo al avance real.

Así mismo, el modelamiento 5D también se ve involucrado en la cuantificación de materiales, ya que con esta última herramienta es mucho más preciso determinar exactamente la cantidad de materiales que necesita para ejecutar una tarea determinada, teniendo el control de obtener solamente lo que se necesite y más a detalle.

Por lo que finalmente, el modelamiento 5D representa una gran herramienta al momento de gestionar los costos, no sólo porque ayuda a comprender a los involucrados las repercusiones en los cambios de diseño o de programación, sino que también permite mostrarnos cuándo y dónde se verá afectado el presupuesto del proyecto; es así que la gestión de costos actualmente está tomando un papel importante en el entorno de la metodología BIM mediante herramientas como estas que no sólo nos permiten la visualización en sí, sino también para responder preguntas y de esta forma tomar mejores decisiones.

4.5 DETECCIÓN DE INTERFERENCIAS E INCOMPATIBILIDADES

Las incompatibilidades e interferencias representan una de las principales causas de problemas que ocurren en obra. En la metodología de trabajo tradicional, los planos no son analizados integrando las diferentes especialidades, es entonces que durante la construcción, se encuentran las incompatibilidades e interferencias entre los diferentes elementos que componen las disciplinas.

Para la aplicación de esta herramienta en nuestro caso de estudio, se integran los modelos BIM-3D de las disciplinas de Arquitectura, Estructuras e Instalaciones Sanitarias y Eléctricas, utilizando el software Navisworks Manage 2015; el cual nos permite centralizar los diferentes modelos BIM-3D en uno solo, como ya se explicó anteriormente.

Una vez obtenido el modelo BIM integrado, se procede a realizar el análisis de interferencias, el cual se realiza mediante una función del software denominada “*Clash detective*”. Esta función consiste en confrontar dos tipos de elementos, o modelos en sí. Por ejemplo, comparar vigas con tuberías de desagüe (Figura 4.11) y observar su resultado (Figura 4.12), o simplemente comparar la disciplina de Estructuras con las Instalaciones Sanitarias (Figura 4.13) y su resultado (Figura 4.14).

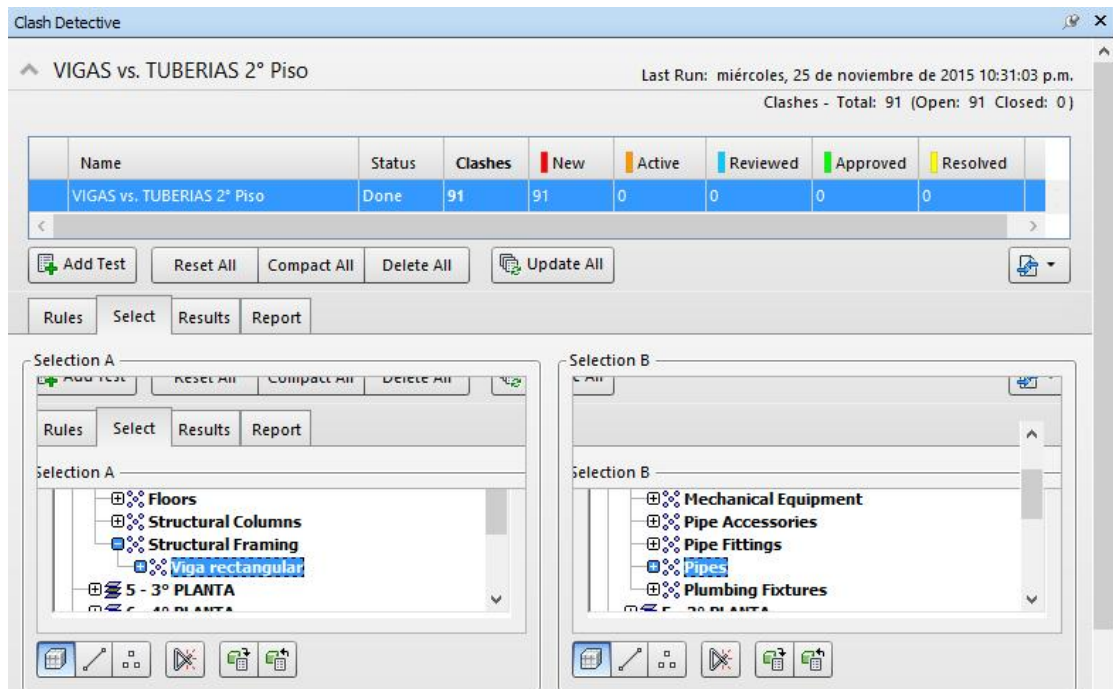


Figura 4.11: Clash Detective: Comparación VIGAS vs. TUBERÍAS 2° Piso

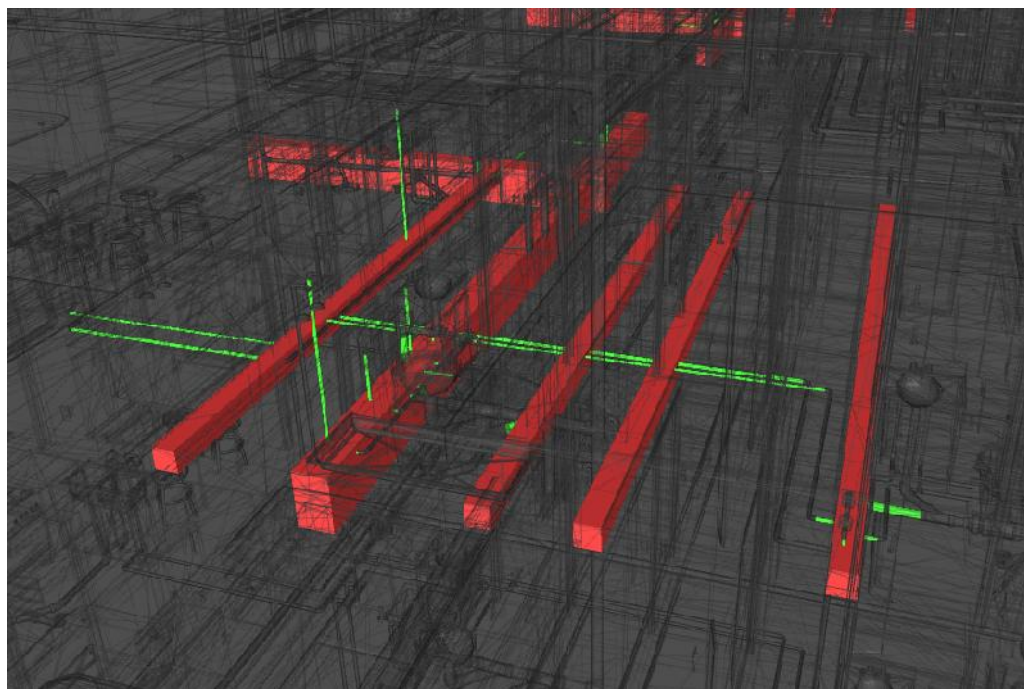


Figura 4.12: Detección de conflictos - Comparación VIGAS vs. TUBERÍAS 2° Piso

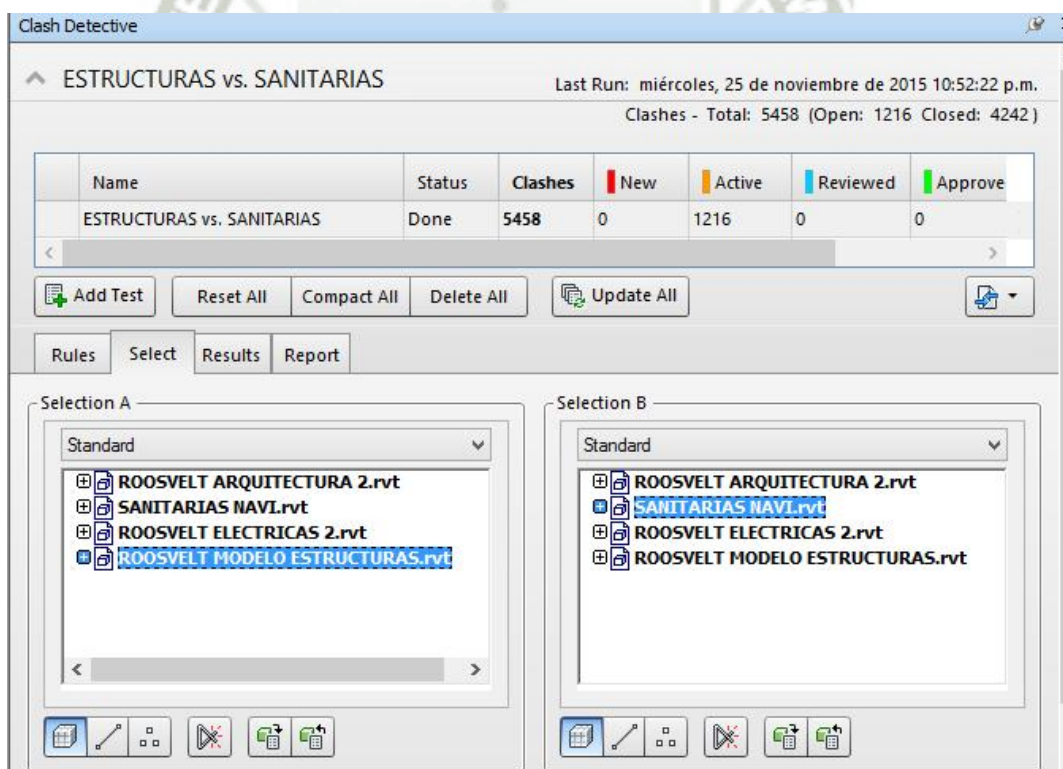


Figura 4.13: Clash Detective: Comparación ESTRUCTURAS vs. INST. SANITARIAS

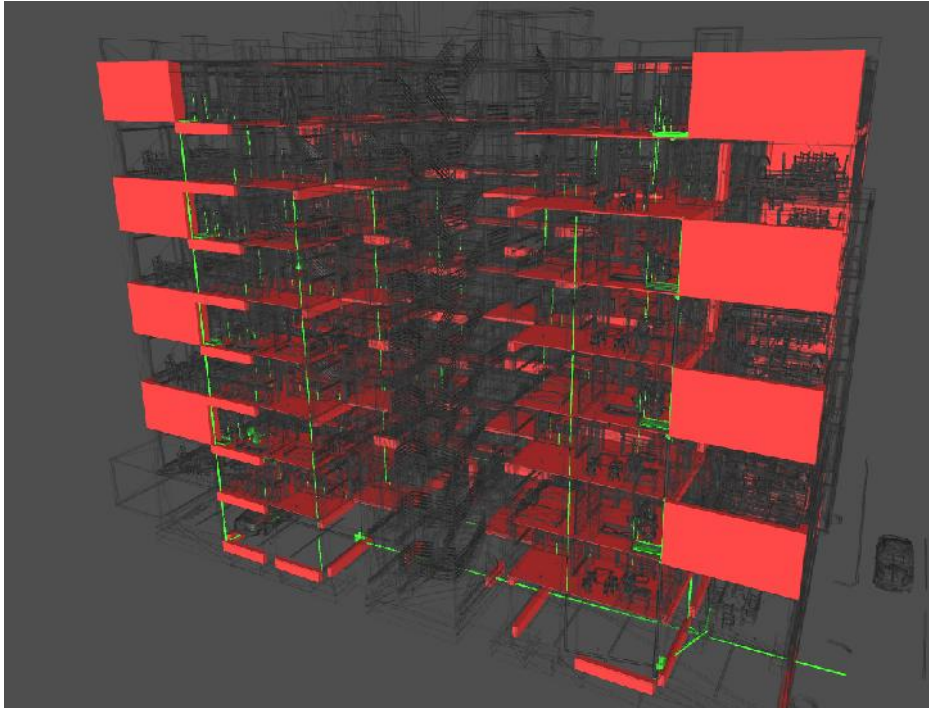


Figura 4.14: Detección de conflictos - Comparación ESTRUCTURAS vs. SANITARIAS

Esta aplicación de la tecnología BIM, se comporta de manera muy versátil, ya que de acuerdo a la necesidad de los involucrados, se puede analizar solamente ciertos elementos, generando reportes en el cual se indican el status de las interferencias, ya que otra de las facilidades que nos brinda esta herramienta, es que una vez que se ha detectado la interferencia, se hace el análisis y se plantea una solución, lo que significa corregir los modelos involucrados aisladamente, para luego recargarlos en el modelo integrado, y que el reporte de “Clash Detective” nos arroje el resultado de “Resolved” (Resuelta).

Es necesario que se tenga especial cuidado con los reportes que el software arroja, ya que por lo mismo de tratarse de un programa, no mantiene un criterio al momento de detectar conflictos, es decir, el programa puede asumir un conflicto porque se superponen dos objetos, pero realmente se podría tratar de una tubería embebida en una losa maciza, lo cual, constructivamente no representa un conflicto.

Esto se puede mitigar al momento del modelado por separado de las especialidades, ya que cuánto más semejante sea el modelo a la realidad, se obtendrán resultados más favorables.

Es también necesario que el modelador entienda que si lo que se busca es saber exactamente las interferencias que existen en el proyecto, el modelo debe realizarse de manera tal que sea constructivamente similar; es decir, el modelo debe mantener la relación geométrica-espacial que cuando el proyecto se encuentre en la etapa de construcción, los objetos que han sido modelados, sean físicamente iguales a la construcción; es muy común colocar muros o columnas con ciertas alturas o anchos, pero lo que se debe tener en cuenta es cómo van a ser estos objetos cuando estén construidos. Por ejemplo, un muro que nace del primer piso y llega al segundo piso, se debería modelar con la altura de piso a techo teóricamente; pero si se presenta una viga peraltada, el muro debe reducir la altura de modo tal que llegue a la cara más baja de la viga, ya que si no se realiza esta reducción, lógicamente va a existir una superposición entre el muro y la viga. Es por esto, que la tecnología BIM se caracteriza por integrar las diferentes etapas del ciclo de vida del proyecto e interrelacionarlas entre sí, de modo que si el modelamiento del edificio se encuentra en la etapa de “Diseño y documentación”, no se mantenga aislado de la etapa de “Construcción”; todas las etapas del proyecto deben mantener relación unas con las otras.

La versatilidad que presenta el programa para confrontar dos tipos de objetos o de modelos, es muy importante al momento de gestionar el proyecto, ya que permite mantener el control de las interferencias a detalle, es decir, mientras los modelos se van refrescando de acuerdo a modificaciones, el reporte va indicando los estados de los conflictos, mediante los siguientes indicadores: New, Active, Reviewed, Approved, Resolved.

Estos reportes de interferencias, deben ser emitidos a los proyectistas a cargo, para que tengan conocimiento y puedan dar solución y que las mismas estén aprobadas por todos los encargados de las especialidades. De nada serviría si solo uno plantea la solución, y las otras especialidades vinculadas no han intervenido en la solución de la incompatibilidad o interferencia. Se deben realizar reuniones de coordinación en las cuales intervengan los especialistas de cada disciplina, el owner, el constructor, los involucrados, etc.; para que de esta forma, de acuerdo a los diferentes criterios de los especialistas se generen las soluciones más adecuadas de acuerdo al desarrollo de cada especialidad y a la influencia que estas mismas tienen en el desarrollo del proyecto.

4.5.1 Análisis de interferencias – Edificio Roosevelt:

El análisis de interferencias aplicado al Edificio Roosevelt, estará enfocado a realizar la detección de conflictos utilizando la herramienta Clash Detective.

Para la aplicación de esta herramienta, se trabajará con el modelo BIM-3D integrado (Arquitectura, Estructuras, Instalaciones Sanitarias y Eléctricas), en el cual se plasman todos los elementos que conforman las diferentes especialidades. De esta forma el "Clash Detective" considerará cada una de las superposiciones de los diferentes elementos 3D que componen una especialidad.

Cabe indicar que existen métodos para programar el software agregándole ciertas condiciones o reglas para que considere las interferencias de modo que se obtengan resultados acorde a lo que el proyectista espera obtener con el análisis. Esto corresponde a una programación más avanzada, que sin lugar a dudas representa una gran ventaja, considerando que conforme a lo que se le ha condicionado al programa, sólo arrojará resultados que se ajusten a lo programado.

Para este análisis de interferencias, se tienen las siguientes confrontaciones:

- *Estructuras vs. Instalaciones Sanitarias*
- *Arquitectura vs. Instalaciones Sanitarias*

Para este análisis de interferencias, no se considera la confrontación de las especialidades de Arquitectura vs. Estructuras, ya que resulta ilógico compararlas debido a que cuando el especialista estructural hace el diseño y la estructuración del edificio, éste se basa en los planos existentes de la especialidad de Arquitectura. Se podría tomar el mismo criterio para las Instalaciones Sanitarias y Eléctricas vs. la Arquitectura, pero hay que resaltar que los especialistas si bien realizan sus diseños también en base a los planos arquitectónicos existentes, ellos consideran solamente el desarrollo en el plano (2D) sin tomar en cuenta los espacios que ocupan en el espacio (3D), motivo por el cual sí se considerará estas comparaciones.

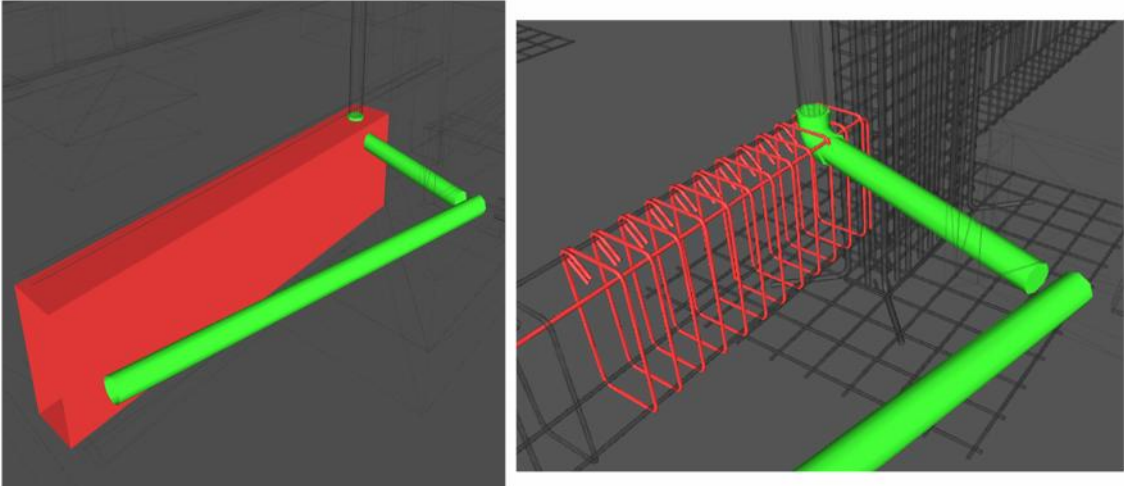
Así también, para la aplicación de esta herramienta, no se considerará las confrontaciones con el modelo de Instalaciones

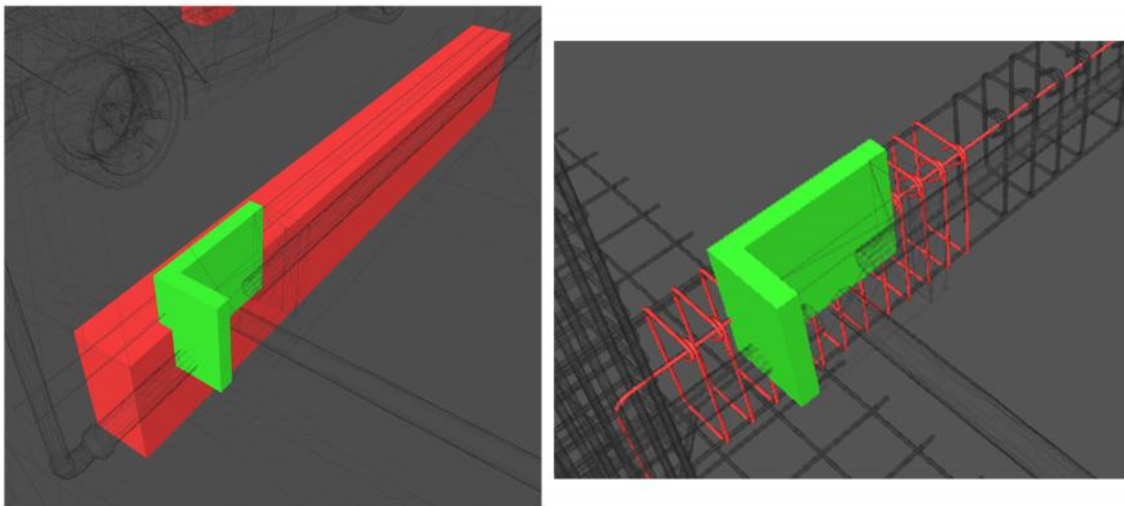
Eléctricas, ya que esta especialidad no presenta complicaciones contundentes de acuerdo al procedimiento constructivo, es decir, las conducciones se hacen mediante tuberías de diámetros pequeños que no generan interferencias considerables. Es mucho más simple la solución en caso se encuentren incompatibilidades con respecto a esta especialidad. Las instalaciones eléctricas, además según el procedimiento constructivo tradicional, se realizan una vez que la estructura ya se encuentra en casco gris, por lo que resulta más sencillo dar soluciones sin demandar mucho tiempo; razón por la cual con fines prácticos, no se realizará dicha confrontación

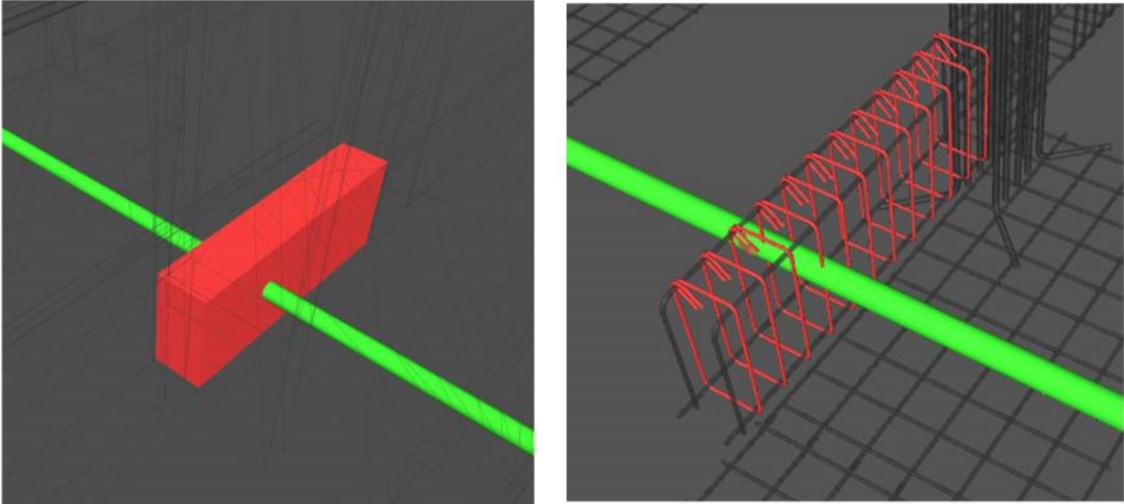
A continuación se muestran los resultados para las respectivas comparaciones:

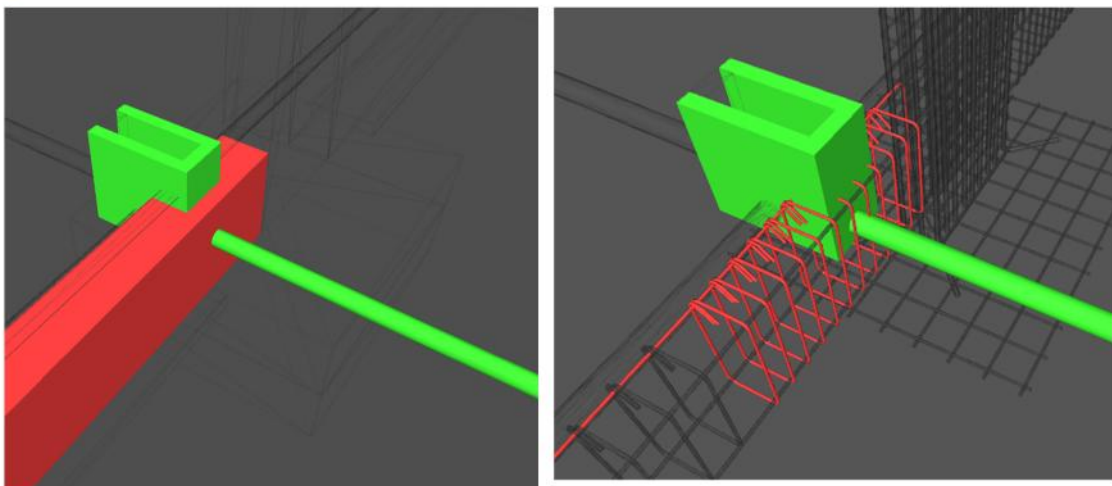
- ESTRUCTURAS VS. INSTALACIONES SANITARIAS

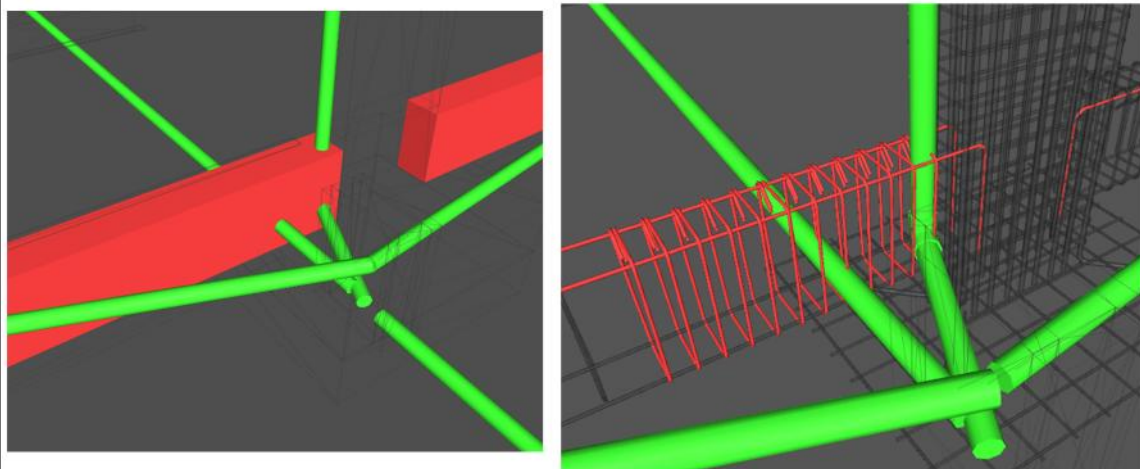


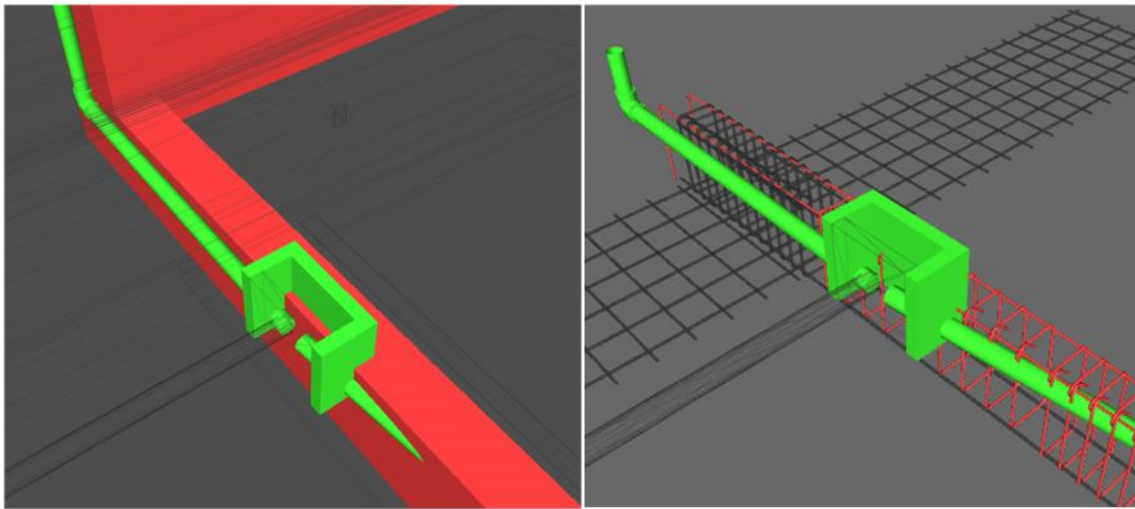
Análisis: ESTRUCTURAS vs. INSTALACIONES SANITARIAS				Análisis de costo estimado de pérdida al detectar la interferencia durante la ejecución de la obra															
Código: EST-SAN-001	Nivel: Estacionamientos																		
Tipo: Colisión de elementos	Ubicación: Eje C-4																		
		<p>Caso más crítico: La viga de cimentación ya se encuentra vaciada, se va a colocar la montante de desagüe y su conexión a la caja de registro cuando se detecta la interferencia.</p>																	
<p>Descripción: Colisión entre una de las montantes de desagüe con una viga de cimentación. Se observa que la tubería llega y cambia de dirección mediante un accesorio, el cual según la interferencia se encuentra embebido en la viga.</p>		<p>Solución ante la interferencia: Perforación del concreto de la viga de cimentación, para poder realizar el pase de la tubería y su accesorio, posteriormente colocar un concreto nuevo con aditivo que permita la adherencia al concreto antiguo.</p>																	
<p>Clasificación: GRAVE</p> <p>Involucrados: Ingeniero proyectista estructural Ingeniero proyectista sanitario Constructor Owner - Cliente</p>		<p>Comentario: Esta interferencia está generando que la viga de cimentación se encuentre perforada, lo cual representa una deficiencia estructural, que si bien no puede ser cuantificada, su valor sería mucho mayor al costo calculado.</p>																	
		<p>Cuantificación del costo:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>P.U.</th> <th>Cantidad</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Perforación (m3):</td> <td>S/. 351.97</td> <td>0.25</td> <td>S/. 87.99</td> </tr> <tr> <td>Colocación de concreto (m3):</td> <td>S/. 331.55</td> <td>0.20</td> <td>S/. 66.31</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>S/. 154.30</td> </tr> </tbody> </table>			P.U.	Cantidad	Parcial	Perforación (m3):	S/. 351.97	0.25	S/. 87.99	Colocación de concreto (m3):	S/. 331.55	0.20	S/. 66.31				S/. 154.30
	P.U.	Cantidad	Parcial																
Perforación (m3):	S/. 351.97	0.25	S/. 87.99																
Colocación de concreto (m3):	S/. 331.55	0.20	S/. 66.31																
			S/. 154.30																

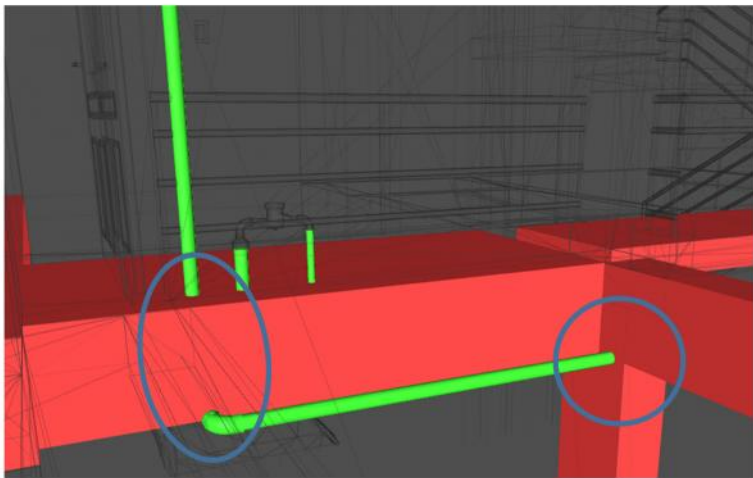
Análisis: ESTRUCTURAS vs. INSTALACIONES SANITARIAS		Análisis de costo estimado de pérdida al detectar la interferencia durante la ejecución de la obra																	
Código: EST-SAN-002	Nivel: Estacionamientos																		
Tipo: Colisión de elementos	Ubicación: Eje D-1																		
		<p>Caso más crítico: La caja de registro ya se encuentra construida, así como también las tuberías que llegan a ella ya se encuentran colocadas; se va a realizar la excavación y encofrado de la viga de cimentación, cuando se detecta la interferencia.</p> <p>Solución ante la interferencia: Ante la ubicación de la viga de cimentación precisamente donde ya se encuentra la caja de registro, esta deberá ser reubicada a un costado de la viga, donde no pueda verse interferida. Así mismo, debe reubicarse todas las tuberías de desagüe que llegan a dicha caja de registro.</p> <p>Quantificación del costo:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>P.U.</th> <th>Cantidad</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nueva Caja de Registro (und):</td> <td>S/. 254.15</td> <td>1.00</td> <td>S/. 254.15</td> </tr> <tr> <td>Reubicación de tuberías (m):</td> <td>S/. 28.52</td> <td>10.52</td> <td>S/. 300.03</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>S/. 554.18</td> </tr> </tbody> </table>			P.U.	Cantidad	Parcial	Nueva Caja de Registro (und):	S/. 254.15	1.00	S/. 254.15	Reubicación de tuberías (m):	S/. 28.52	10.52	S/. 300.03				S/. 554.18
	P.U.	Cantidad	Parcial																
Nueva Caja de Registro (und):	S/. 254.15	1.00	S/. 254.15																
Reubicación de tuberías (m):	S/. 28.52	10.52	S/. 300.03																
			S/. 554.18																
<p>Descripción: Colisión entre dos caras de la caja de registro con una viga de cimentación.</p>																			
<p>Clasificación: GRAVE</p>																			
<p>Involucrados: Ingeniero proyectista estructural Ingeniero proyectista sanitario Constructor Owner - Cliente</p>		<p>Comentario: Esta interferencia genera que al reubicar la caja de registro mediante una nueva, así como también las tuberías, altera el diseño realizado por el ingeniero proyectista sanitario; al cual se le debe de consultar para que pueda aprobar estos cambios. Esto también genera un sobre costo que si bien es complicado de cuantificar, representa pérdidas en tiempo y costo.</p>																	

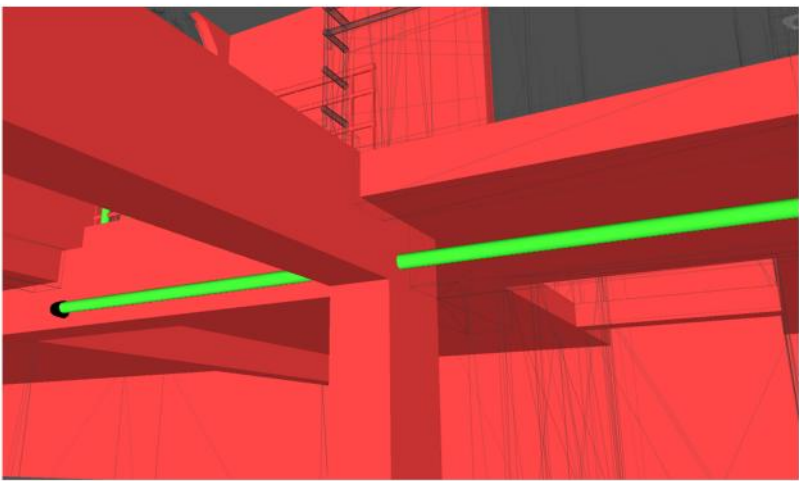
Análisis: ESTRUCTURAS vs. INSTALACIONES SANITARIAS		Análisis de costo estimado de pérdida al detectar la interferencia durante la ejecución de la obra																	
Código: EST-SAN-003	Nivel: Estacionamientos																		
Tipo: Colisión de elementos	Ubicación: Eje D-1																		
		<p>Caso más crítico: La viga de cimentación ya se encuentra vaciada, se va a colocar la tubería de desagüe y detecta que la tubería atraviesa la viga de cimentación.</p>																	
		<p>Solución ante la interferencia: La viga de cimentación debe ser perforada en una dimensión considerable para que la tubería de desagüe pueda pasar por ella y no se altere la distribución, así como también se debe realizar el colocado del concreto para cubrir el área perforada.</p>																	
		<p>Quantificación del costo:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>P.U.</th> <th>Cantidad</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Perforación (m3):</td> <td>S/. 351.97</td> <td>0.10</td> <td>S/. 35.20</td> </tr> <tr> <td>Colocación de concreto (m3):</td> <td>S/. 331.55</td> <td>0.05</td> <td>S/. 16.58</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>S/. 51.77</td> </tr> </tbody> </table>			P.U.	Cantidad	Parcial	Perforación (m3):	S/. 351.97	0.10	S/. 35.20	Colocación de concreto (m3):	S/. 331.55	0.05	S/. 16.58				S/. 51.77
	P.U.	Cantidad	Parcial																
Perforación (m3):	S/. 351.97	0.10	S/. 35.20																
Colocación de concreto (m3):	S/. 331.55	0.05	S/. 16.58																
			S/. 51.77																
<p>Descripción: Se observa que la tubería de desagüe atraviesa una viga de cimentación.</p>		<p>Comentario: Esta interferencia está generando que la viga de cimentación se encuentre perforada, lo cual representa una deficiencia estructural, que si bien no puede ser cuantificada, su valor sería mucho mayor al costo calculado.</p>																	
<p>Clasificación: LEVE</p>																			
<p>Involucrados: Ingeniero proyectista estructural Ingeniero proyectista sanitario Constructor Owner - Cliente</p>																			

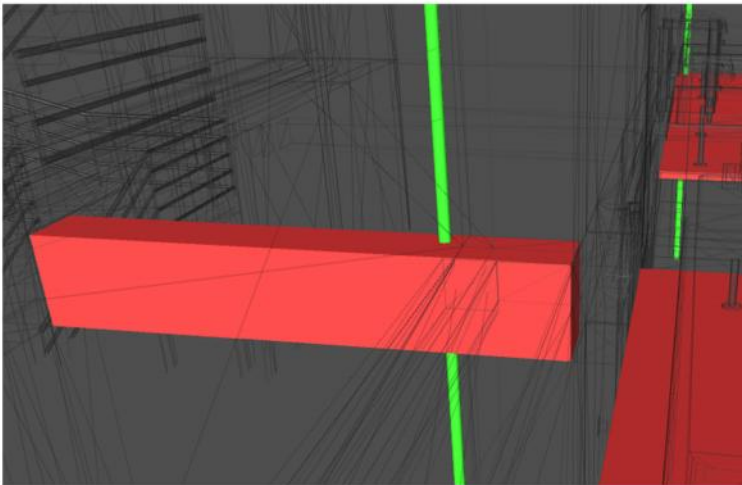
Análisis: ESTRUCTURAS vs. INSTALACIONES SANITARIAS		Análisis de costo estimado de pérdida al detectar la interferencia durante la ejecución de la obra																	
Código: EST-SAN-004	Nivel: Estacionamientos																		
Tipo: Colisión de elementos	Ubicación: Eje D-3																		
		<p>Caso más crítico: Caso más crítico: La caja de registro ya se encuentra construida, así como también las tuberías que llegan a ella ya se encuentran colocadas; se va a realizar la excavación y encofrado de la viga de cimentación, cuando se detecta la interferencia.</p> <p>Solución ante la interferencia: Ante la ubicación de la viga de cimentación precisamente donde ya se encuentra la caja de registro, esta deberá ser reubicada a un costado de la viga, donde no pueda verse interferida. Así mismo, debe reubicarse todas las tuberías de desagüe que llegan a dicha caja de registro.</p>																	
<p>Descripción: Se observa la colisión entre la viga de cimentación con las paredes de la caja de registro, así como también el cruce de una tubería que está llegando a la caja pero que atraviesa la viga de cimentación.</p>		<p>Quantificación del costo:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>P.U.</th> <th>Cantidad</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nueva Caja de Registro (und):</td> <td>S/. 254.15</td> <td>1.00</td> <td>S/. 254.15</td> </tr> <tr> <td>Reubicación de tuberías (m):</td> <td>S/. 28.52</td> <td>5.45</td> <td>S/. 155.43</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>S/. 409.58</td> </tr> </tbody> </table>			P.U.	Cantidad	Parcial	Nueva Caja de Registro (und):	S/. 254.15	1.00	S/. 254.15	Reubicación de tuberías (m):	S/. 28.52	5.45	S/. 155.43				S/. 409.58
	P.U.	Cantidad	Parcial																
Nueva Caja de Registro (und):	S/. 254.15	1.00	S/. 254.15																
Reubicación de tuberías (m):	S/. 28.52	5.45	S/. 155.43																
			S/. 409.58																
<p>Clasificación: GRAVE</p>		<p>Comentario: Esta interferencia genera que al reubicar la caja de registro mediante una nueva, así como también las tuberías, altera el diseño realizado por el ingeniero proyectista sanitario; al cual se le debe de consultar para que pueda aprobar estos cambios. Esto también genera un sobrecosto que si bien es complicado de cuantificar, representa pérdidas en tiempo y costo.</p>																	
<p>Involucrados: Ingeniero proyectista estructural Ingeniero proyectista sanitario Constructor Owner - Cliente</p>																			

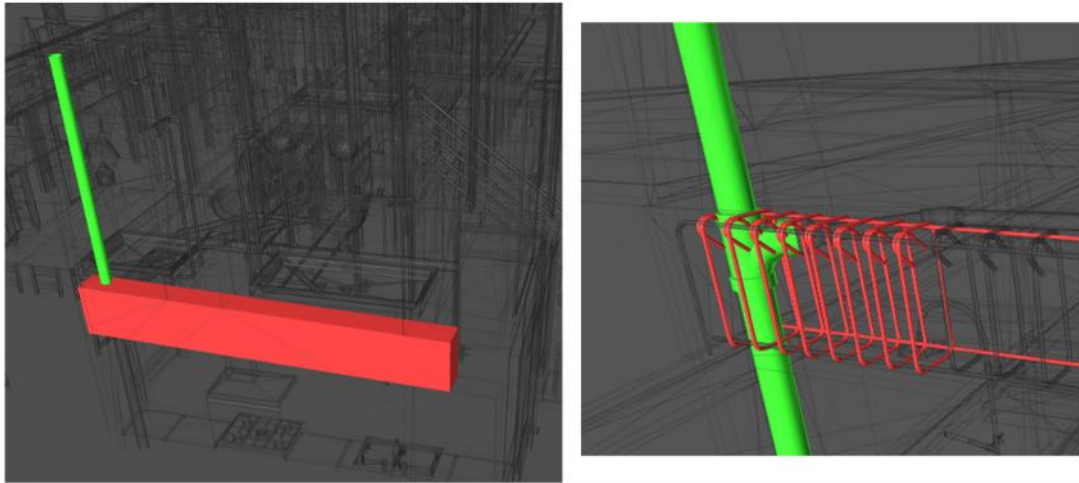
Análisis: ESTRUCTURAS vs. INSTALACIONES SANITARIAS		Análisis de costo estimado de pérdida al detectar la interferencia durante la ejecución de la obra															
Código: EST-SAN-005	Nivel: Estacionamientos																
Tipo: Colisión de elementos	Ubicación: Eje D-3																
		<p>Caso más crítico: La viga de cimentación ya se encuentra vaciada, se va a colocar la montante y la tubería de desagüe, cuando se detecta que estas están ubicadas precisamente en el mismo lugar que la viga de cimentación.</p> <p>Solución ante la interferencia: La viga de cimentación debe ser perforada para que la montante atraviese la viga y el accesorio (codo) quede embebido en ella, de igual forma con la tubería que llega debe atravesar la viga; debe tenerse en cuenta la colocación del concreto nuevo para cubrir el área perforada.</p>															
<p>Descripción: Se observa la colisión de dos tuberías de desagüe que llegan a una caja de registro, pero que en su recorrido atraviesan una viga de cimentación.</p>		Quantificación del costo:															
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>P.U.</th> <th>Cantidad</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Perforación (m3):</td> <td>S/. 351.97</td> <td>0.14</td> <td>S/. 50.68</td> </tr> <tr> <td>Colocación de concreto (m3):</td> <td>S/. 331.55</td> <td>0.10</td> <td>S/. 33.16</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>S/. 83.84</td> </tr> </tbody> </table>			P.U.	Cantidad	Parcial	Perforación (m3):	S/. 351.97	0.14	S/. 50.68	Colocación de concreto (m3):	S/. 331.55	0.10	S/. 33.16		
	P.U.	Cantidad	Parcial														
Perforación (m3):	S/. 351.97	0.14	S/. 50.68														
Colocación de concreto (m3):	S/. 331.55	0.10	S/. 33.16														
			S/. 83.84														
<p>Clasificación: GRAVE</p> <p>Involucrados: Ingeniero proyectista estructural Ingeniero proyectista sanitario Constructor Owner - Cliente</p>		<p>Comentario: Esta interferencia está generando que la viga de cimentación se encuentre perforada, lo cual representa una deficiencia estructural, que si bien no puede ser cuantificada, su valor sería mucho mayor al costo calculado.</p>															

Análisis: ESTRUCTURAS vs. INSTALACIONES SANITARIAS		Análisis de costo estimado de pérdida al detectar la interferencia durante la ejecución de la obra																	
Código: EST-SAN-006	Nivel: Estacionamientos																		
Tipo: Colisión de elementos	Ubicación: Eje H-2																		
		<p>Caso más crítico: Caso más crítico: La caja de registro ya se encuentra construida, así como también las tuberías que llegan a ella ya se encuentran colocadas; se va a realizar la excavación y encofrado de la viga de cimentación, cuando se detecta la interferencia.</p> <p>Solución ante la interferencia: Ante la ubicación de la viga de cimentación precisamente donde ya se encuentra la caja de registro, esta deberá ser reubicada a un costado de la viga, donde no pueda verse interferida. Así mismo, debe reubicarse todas las tuberías de desagüe que llegan a dicha caja de registro.</p>																	
<p>Descripción: Se observa la colisión entre la tubería de desagüe, la caja de registro y la viga de cimentación. El recorrido de la tubería intercepta la viga, así como la ubicación de la caja de registro se cruza con la viga.</p>		Quantificación del costo:																	
		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>P.U.</th> <th>Cantidad</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nueva Caja de Registro (und):</td> <td>S/. 254.15</td> <td>1.00</td> <td>S/. 254.15</td> </tr> <tr> <td>Reubicación de tuberías (m):</td> <td>S/. 28.52</td> <td>11.00</td> <td>S/. 313.72</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>S/. 567.87</td> </tr> </tbody> </table>			P.U.	Cantidad	Parcial	Nueva Caja de Registro (und):	S/. 254.15	1.00	S/. 254.15	Reubicación de tuberías (m):	S/. 28.52	11.00	S/. 313.72				S/. 567.87
			P.U.	Cantidad	Parcial														
Nueva Caja de Registro (und):	S/. 254.15	1.00	S/. 254.15																
Reubicación de tuberías (m):	S/. 28.52	11.00	S/. 313.72																
			S/. 567.87																
<p>Clasificación: GRAVE</p> <p>Involucrados: Ingeniero proyectista estructural Ingeniero proyectista sanitario Constructor Owner - Cliente</p>		<p>Comentario: Esta interferencia genera que al reubicar la caja de registro mediante una nueva, así como también las tuberías, altera el diseño realizado por el ingeniero proyectista sanitario; al cual se le debe de consultar para que pueda aprobar estos cambios. Esto también genera un sobrecosto que si bien es complicado de cuantificar, representa pérdidas en tiempo y costo.</p>																	

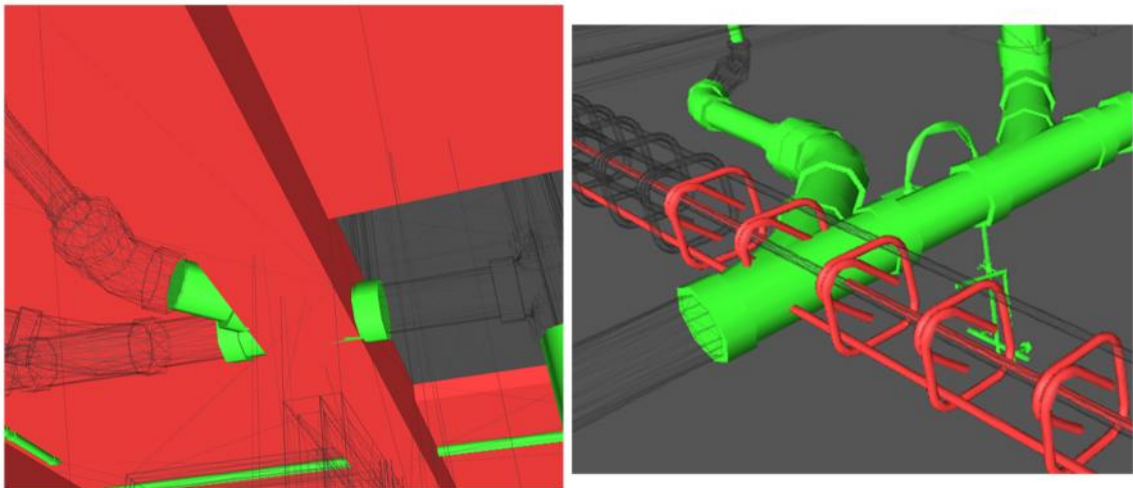
Análisis: ESTRUCTURAS vs. INSTALACIONES SANITARIAS		Análisis de costo estimado de pérdida al detectar la interferencia durante la ejecución de la obra			
Código: EST-SAN-007	Nivel: 1° Planta				
Tipo: Colisión de elementos	Ubicación: Eje H-2				
		<p>Caso más crítico: La viga peraltada ya se ha vacado conjuntamente con la losa, por lo que al momento de colocar la tubería de agua fría, se detecta que esta atraviesa la viga y también la unión viga-columna.</p> <p>Solución ante la interferencia: La viga peraltada (izquierda) y la unión viga-columna (derecha), deben ser perforadas para permitir que estas tuberías puedan atravesarlas, así mismo se debe rellenar el área perforada con concreto que contenga aditivo para poder asegurar la adherencia.</p>			
<p>Descripción: Se observa que la tubería de agua fría que conduce el agua a los niveles de arriba, intercepta dos vigas.</p>		Quantificación del costo:			
			P.U.	Cantidad	Parcial
		Perforación (m3):	S/. 351.97	1.02	S/. 359.01
		Colocación de concreto (m3):	S/. 331.55	0.86	S/. 285.13
					S/. 644.14
<p>Clasificación: GRAVE</p> <p>Involucrados: Ingeniero proyectista estructural Ingeniero proyectista sanitario Constructor Owner - Cliente</p>		<p>Comentario: Esta interferencia genera que el desarrollo estructural de la viga así como de la unión viga-columna se vea afectado, ya que no se está cumpliendo con la sección requerida y más aún, se está alterando la distribución del acero, lo que definitivamente altera el desempeño estructural que deben tener.</p>			

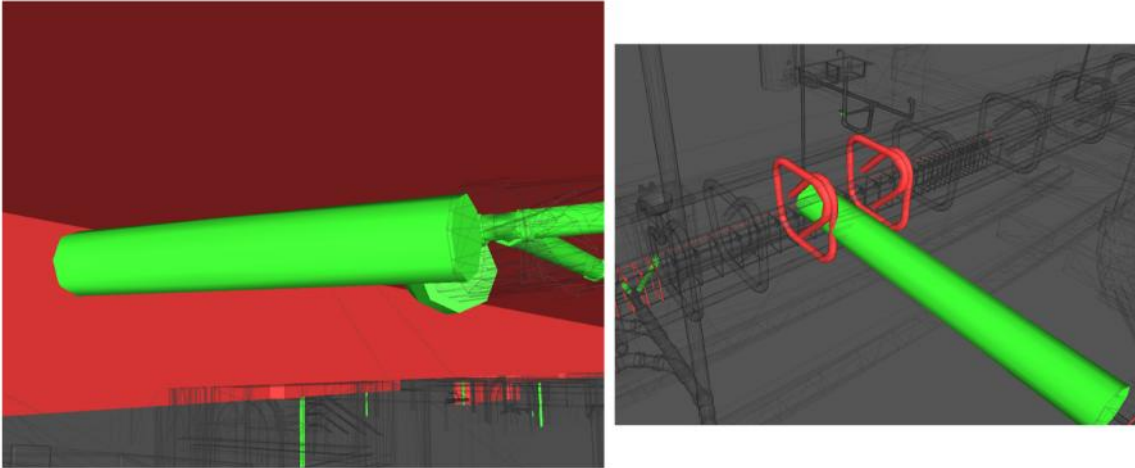
Análisis: ESTRUCTURAS vs. INSTALACIONES SANITARIAS		Análisis de costo estimado de pérdida al detectar la interferencia durante la ejecución de la obra																	
Código: EST-SAN-008	Nivel: 1° Planta																		
Tipo: Colisión de elementos	Ubicación: Eje F-3																		
		<p>Caso más crítico: La columna y la viga ya se encuentran construidos, se tiene que colocar la tubería colgada y se detecta que esta debe cruzar por la unión de la viga-columna.</p>																	
		<p>Solución ante la interferencia: Al encontrarse esta tubería en la unión de la viga-columna, de ninguna forma puede permitirse esta intersección, por lo que se debe bordear la columna mediante accesorios de tubo que permitan estos cambios de direcciones.</p>																	
		<p>Quantificación del costo:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>P.U.</th> <th>Cantidad</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Codos PVC (und):</td> <td>S/. 37.25</td> <td>4.00</td> <td>S/. 149.00</td> </tr> <tr> <td>Colocación de codos (und):</td> <td>S/. 15.00</td> <td>4.00</td> <td>S/. 60.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>S/. 209.00</td> </tr> </tbody> </table>			P.U.	Cantidad	Parcial	Codos PVC (und):	S/. 37.25	4.00	S/. 149.00	Colocación de codos (und):	S/. 15.00	4.00	S/. 60.00				S/. 209.00
	P.U.	Cantidad	Parcial																
Codos PVC (und):	S/. 37.25	4.00	S/. 149.00																
Colocación de codos (und):	S/. 15.00	4.00	S/. 60.00																
			S/. 209.00																
<p>Descripción: Se observa que la tubería de agua fría colgada intercepta la unión de la viga con la columna.</p>																			
<p>Clasificación: GRAVE</p>		<p>Comentario: Esta interferencia y su posible solución, generan cambios en el diseño del ingeniero proyectista sanitario, lo que podría alterar el desempeño de las instalaciones; es decir, estos cambios deben ser aprobados por el especialista, lo que genera mayor tiempo así como costos debido a retrasos.</p>																	
<p>Involucrados: Ingeniero proyectista estructural Ingeniero proyectista sanitario Constructor Owner - Cliente</p>																			

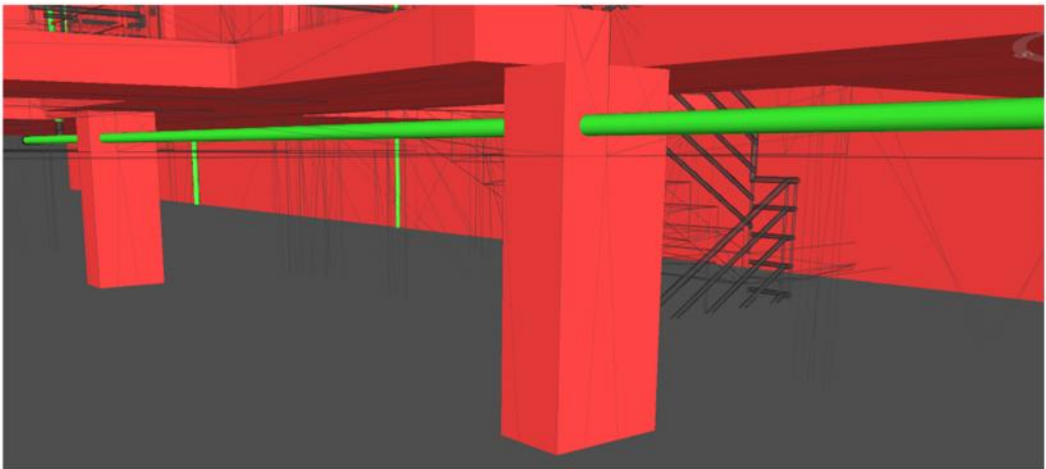
Análisis:	ESTRUCTURAS vs. INSTALACIONES SANITARIAS		Análisis de costo estimado de pérdida al detectar la interferencia durante la ejecución de la obra																
Código:	EST-SAN-009	Nivel: 2°, 4°, 6° Planta (Típicas)																	
Tipo:	Colisión de elementos	Ubicación: Eje E-3																	
			<p>Caso más crítico: La viga peraltada ya se vacado conjuntamente con la losa, se va a colocar la tubería de agua y se detecta que debe cruzar por la viga.</p> <p>Solución ante la interferencia: La viga peraltada debe ser perforada en una dimensión suficiente como para que la tubería pueda cruzarla; así mismo se debe rellenar con concreto el área que quedó perforada.</p> <p>Cuantificación del costo:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>P.U.</th> <th>Cantidad</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Perforación (m3):</td> <td>S/. 351.97</td> <td>0.05</td> <td>S/. 19.01</td> </tr> <tr> <td>Colocación de concreto (m3):</td> <td>S/. 331.55</td> <td>0.04</td> <td>S/. 12.60</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>S/. 31.61</td> </tr> </tbody> </table>		P.U.	Cantidad	Parcial	Perforación (m3):	S/. 351.97	0.05	S/. 19.01	Colocación de concreto (m3):	S/. 331.55	0.04	S/. 12.60				S/. 31.61
	P.U.	Cantidad	Parcial																
Perforación (m3):	S/. 351.97	0.05	S/. 19.01																
Colocación de concreto (m3):	S/. 331.55	0.04	S/. 12.60																
			S/. 31.61																
Descripción:	Se observa que la tubería de agua fría que conduce el agua a los niveles de arriba cruza la viga.		Se repite en tres niveles S/. 94.82																
Clasificación:	LEVE		Comentario: Esta interferencia genera que la tubería atraviese la viga peraltada, lo cual altera su desempeño estructural al ver afectada la sección y el acero de refuerzo necesarios para que la viga se comporte bien estructuralmente. Esto no es cuantificable pero representa una gran deficiencia en el sistema estructural.																
Involucrados:	Ingeniero proyectista estructural Ingeniero proyectista sanitario Constructor Owner - Cliente																		

Análisis: ESTRUCTURAS vs. INSTALACIONES SANITARIAS		Análisis de costo estimado de pérdida al detectar la interferencia durante la ejecución de la obra																	
Código: EST-SAN-010	Nivel: 2°, 4°, 6° Planta (Típicas)																		
Tipo: Colisión de elementos	Ubicación: Eje E-3																		
		<p>Caso más crítico: La viga peraltada ya se ha vaciado conjuntamente con la losa, se va a colocar la tubería de agua y se detecta que debe cruzar por la viga.</p> <p>Solución ante la interferencia: La viga peraltada debe ser perforada en una dimensión suficiente como para que la tubería pueda cruzarla; así mismo se debe rellenar con concreto el área que quedó perforada.</p> <p>Quantificación del costo:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>P.U.</th> <th>Cantidad</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Perforación (m3):</td> <td>S/. 351.97</td> <td>0.04</td> <td>S/. 14.08</td> </tr> <tr> <td>Colocación de concreto (m3):</td> <td>S/. 331.55</td> <td>0.03</td> <td>S/. 9.95</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>S/. 24.03</td> </tr> </tbody> </table>			P.U.	Cantidad	Parcial	Perforación (m3):	S/. 351.97	0.04	S/. 14.08	Colocación de concreto (m3):	S/. 331.55	0.03	S/. 9.95				S/. 24.03
	P.U.	Cantidad	Parcial																
Perforación (m3):	S/. 351.97	0.04	S/. 14.08																
Colocación de concreto (m3):	S/. 331.55	0.03	S/. 9.95																
			S/. 24.03																
<p>Descripción: Se observa que la tubería de agua fría que conduce el agua a los niveles de arriba cruza la viga.</p>		<p>Se repite en tres niveles S/. 72.08</p> <p>Comentario: Esta interferencia genera que la tubería atraviese la viga peraltada, lo cual altera su desempeño estructural al ver afectada la sección y el acero de refuerzo necesarios para que la viga se comporte bien estructuralmente. Esto no es cuantificable pero representa una gran deficiencia en el sistema estructural.</p>																	
<p>Clasificación: LEVE</p>																			
<p>Involucrados: Ingeniero proyectista estructural Ingeniero proyectista sanitario Constructor Owner - Cliente</p>																			

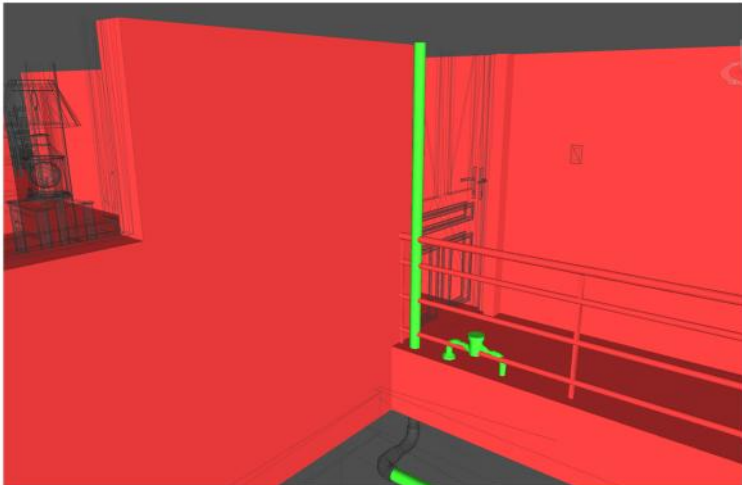


Análisis: ESTRUCTURAS vs. INSTALACIONES SANITARIAS		Análisis de costo estimado de pérdida al detectar la interferencia durante la ejecución de la obra																	
Código: EST-SAN-011	Nivel: 2°, 4°, 6° Planta (Típicas)																		
Tipo: Colisión de elementos	Ubicación: Eje H-3																		
		<p>Caso más crítico: La viga peraltada ya se ha vacado conjuntamente con la losa, se va a colocar la tubería y accesorios de desagüe, cuando se detecta que un accesorio (yee) interfiere con la viga.</p> <p>Solución ante la interferencia: El accesorio de desagüe no puede interferir con la viga por sus dimensiones, ya que estaría restando mucha sección y acero de refuerzo de la viga. Se sugiere colocar la tubería con sus accesorios de manera colgada, de modo tal que no interfiera con la viga ni con la losa.</p>																	
Descripción: Se puede observar que un accesorio del sistema de recolección de desagüe (yee) se encuentra cruzando una viga.		Quantificación del costo:																	
Clasificación: GRAVE		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>P.U.</th> <th>Cantidad</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Colocación de tubería y accesorios (m):</td> <td>S/. 28.52</td> <td>2.85</td> <td>S/. 81.28</td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td>S/. 81.28</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Se repite en tres niveles</td> <td>S/. 243.85</td> </tr> </tbody> </table>			P.U.	Cantidad	Parcial	Colocación de tubería y accesorios (m):	S/. 28.52	2.85	S/. 81.28				S/. 81.28	Se repite en tres niveles			S/. 243.85
	P.U.	Cantidad	Parcial																
Colocación de tubería y accesorios (m):	S/. 28.52	2.85	S/. 81.28																
			S/. 81.28																
Se repite en tres niveles			S/. 243.85																
Involucrados: Ingeniero proyectista estructural Ingeniero proyectista sanitario Constructor Owner - Cliente		Comentario: Esta interferencia genera una grave discusión entre los especialistas de arquitectura, estructuras y sanitarias; ya que al intentar colgar esta tubería, estéticamente no sería aprobado por el arquitecto; pero de ninguna forma el ingeniero estructural puede permitir este cruce, por lo que al parecer sería la única solución y adicionalmente requeriría un falso cielo que oculte la tubería que quedaría colgada.																	

Análisis: ESTRUCTURAS vs. INSTALACIONES SANITARIAS		Análisis de costo estimado de pérdida al detectar la interferencia durante la ejecución de la obra																	
Código: EST-SAN-012	Nivel: 1°, 3°, 5° Planta (Típicas)																		
Tipo: Colisión de elementos	Ubicación: Eje C-3																		
		<p>Caso más crítico: La viga peraltada ya se encuentra construida, se va a colocar la tubería de desagüe pero se detecta que interfiere con la viga.</p> <p>Solución ante la interferencia: La viga peraltada debe ser perforada en una dimensión suficiente como para que la tubería pueda cruzarla; así mismo se debe rellenar con concreto el área que quedó perforada.</p> <p>Quantificación del costo:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>P.U.</th> <th>Cantidad</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Perforación (m3):</td> <td>S/. 351.97</td> <td>0.020</td> <td>S/. 7.04</td> </tr> <tr> <td>Colocación de concreto (m3):</td> <td>S/. 331.55</td> <td>0.015</td> <td>S/. 4.97</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td>S/. 12.01</td> </tr> </tbody> </table>			P.U.	Cantidad	Parcial	Perforación (m3):	S/. 351.97	0.020	S/. 7.04	Colocación de concreto (m3):	S/. 331.55	0.015	S/. 4.97				S/. 12.01
	P.U.	Cantidad	Parcial																
Perforación (m3):	S/. 351.97	0.020	S/. 7.04																
Colocación de concreto (m3):	S/. 331.55	0.015	S/. 4.97																
			S/. 12.01																
<p>Descripción: Se observa que la tubería de desagüe intercepta la viga de la estructura de la edificación.</p>		<p>Se repite en tres niveles S/. 36.04</p> <p>Comentario: Esta interferencia genera que la tubería atraviese la viga peraltada, lo cual altera su desempeño estructural al ver afectada la sección y el acero de refuerzo necesarios para que la viga se comporte bien estructuralmente. Esto no es cuantificable pero representa una gran deficiencia en el sistema estructural.</p>																	
<p>Clasificación: LEVE</p> <p>Involucrados: Ingeniero proyectista estructural Ingeniero proyectista sanitario Constructor Owner - Cliente</p>																			

Análisis: ESTRUCTURAS vs. INSTALACIONES SANITARIAS		Análisis de costo estimado de pérdida al detectar la interferencia durante la ejecución de la obra			
Código: EST-SAN-013	Nivel: Estacionamientos				
Tipo: Colisión de elementos	Ubicación: Eje D-3, E-3, G-3, F-3				
		<p>Caso más crítico: La columna ya se encuentra construida, se tiene que colocar la tubería colgada y se detecta que esta debe cruzar por la columna.</p> <p>Solución ante la interferencia: Al encontrarse esta tubería en la columna, de ninguna forma puede permitirse esta intersección, por lo que se debe bordear la columna mediante accesorios de tubo que permitan estos cambios de direcciones.</p>			
<p>Descripción: Se observa que la tubería colgada atraviesa las columnas. El modelo de arquitectura contiene las columnas que se toman como arquitectónicas.</p>		Quantificación del costo:			
			P.U.	Cantidad	Parcial
		Codos PVC (und):	S/. 37.25	4.00	S/. 149.00
		Colocación de codos (und):	S/. 15.00	4.00	S/. 60.00
					S/. 209.00
		Se repote 4 veces			S/. 836.00
<p>Clasificación: LEVE</p> <p>Involucrados: Arquitecto proyectista Ingeniero proyectista sanitario Constructor Owner - Cliente</p>		<p>Comentario: Esta interferencia y su posible solución, generan cambios en el diseño del ingeniero proyectista sanitario, lo que podría alterar el desempeño de las instalaciones; es decir, estos cambios deben ser aprobados por el especialista, lo que genera mayor tiempo así como costos debido a retrasos.</p>			

• ARQUITECTURA VS. INSTALACIONES SANITARIAS:

Análisis: ARQUITECTURA vs. INSTALACIONES SANITARIAS		Análisis de costo estimado de pérdida al detectar la interferencia durante la ejecución de la obra																											
Código: ARQ-SAN-001	Nivel: 1°, 2°, 3°, 4°, 5° y 6° Planta																												
Tipo: Colisión de elementos	Ubicación: Eje D-3, G-3, D-2, G-2																												
		<p>Caso más crítico: La viga peraltada ya se encuentra construida, se va a colocar la tubería de conducción de agua fría, pero se detecta que atraviesa la viga, así como también quedará expuesta ya que no está ubicada dentro de muros continuos.</p> <p>Solución ante la interferencia: La viga peraltada debe ser perforada en una dimensión suficiente como para que la tubería pueda cruzarla; así mismo se debe rellenar con concreto el área que quedó perforada. También se debe considerar un recubrimiento de dry-wall para protección de la tubería.</p>																											
<p>Descripción: Se observa que la tubería de agua fría que conduce el agua a los niveles de arriba cruza las barandas, y el parapeto del pasillo hacia el departamento.</p> <p>Clasificación: LEVE</p> <p>Involucrados: Arquitecto proyectista Ingeniero proyectista sanitario Constructor Owner - Cliente</p>		<table border="1"> <thead> <tr> <th>Quantificación del costo:</th> <th>P.U.</th> <th>Cantidad</th> <th>Parcial</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Perforación (m3):</td> <td>S/. 351.97</td> <td>0.030</td> <td>S/. 10.56</td> </tr> <tr> <td>Colocación de concreto (m3):</td> <td>S/. 331.55</td> <td>0.023</td> <td>S/. 7.63</td> </tr> <tr> <td>Recubrimiento con dry-wall (m2):</td> <td>S/. 47.65</td> <td>0.780</td> <td>S/. 37.17</td> </tr> <tr> <td colspan="3"></td> <td>S/. 55.35</td> </tr> <tr> <td colspan="3">Se repite en cada dpto., en los 6 primeros niveles.</td> <td>S/. 1,328.44</td> </tr> </tbody> </table>				Quantificación del costo:	P.U.	Cantidad	Parcial	Perforación (m3):	S/. 351.97	0.030	S/. 10.56	Colocación de concreto (m3):	S/. 331.55	0.023	S/. 7.63	Recubrimiento con dry-wall (m2):	S/. 47.65	0.780	S/. 37.17				S/. 55.35	Se repite en cada dpto., en los 6 primeros niveles.			S/. 1,328.44
		Quantificación del costo:	P.U.	Cantidad	Parcial																								
Perforación (m3):	S/. 351.97	0.030	S/. 10.56																										
Colocación de concreto (m3):	S/. 331.55	0.023	S/. 7.63																										
Recubrimiento con dry-wall (m2):	S/. 47.65	0.780	S/. 37.17																										
			S/. 55.35																										
Se repite en cada dpto., en los 6 primeros niveles.			S/. 1,328.44																										
<p>Comentario: Esta interferencia genera que la tubería atraviese la viga peraltada, lo cual altera su desempeño estructural al ver afectada la sección y el acero de refuerzo necesarios para que la viga se comporte bien estructuralmente. Esto no es cuantificable pero representa una gran deficiencia en el sistema estructural.</p>																													

Según los reportes extraídos del "Clash Detective", los diseños de las Estructuras, Arquitectura e Instalaciones presentan interferencias. Con fines académicos y para poder corroborar que los modelos se hayan integrado de manera correcta, se procede a superponer los planos 2D existentes de las dos confrontaciones realizadas en el análisis. Cabe indicar que esta superposición sólo comprobará las interferencias en cuanto a la ubicación, más no a la interceptación en cuanto a elevaciones de los elementos. Es decir, por ejemplo, en la Figura 4.15 se observa que la caja de registro efectivamente interfiere con la viga de cimentación; pero la interferencia realmente se podría comprobar viendo los elementos que componen esta interferencia en elevación, ya que el hecho de que estén superpuestos en el plano, no necesariamente puede significar que en elevación también se superpongan, como se explica en la Figura 4.16.

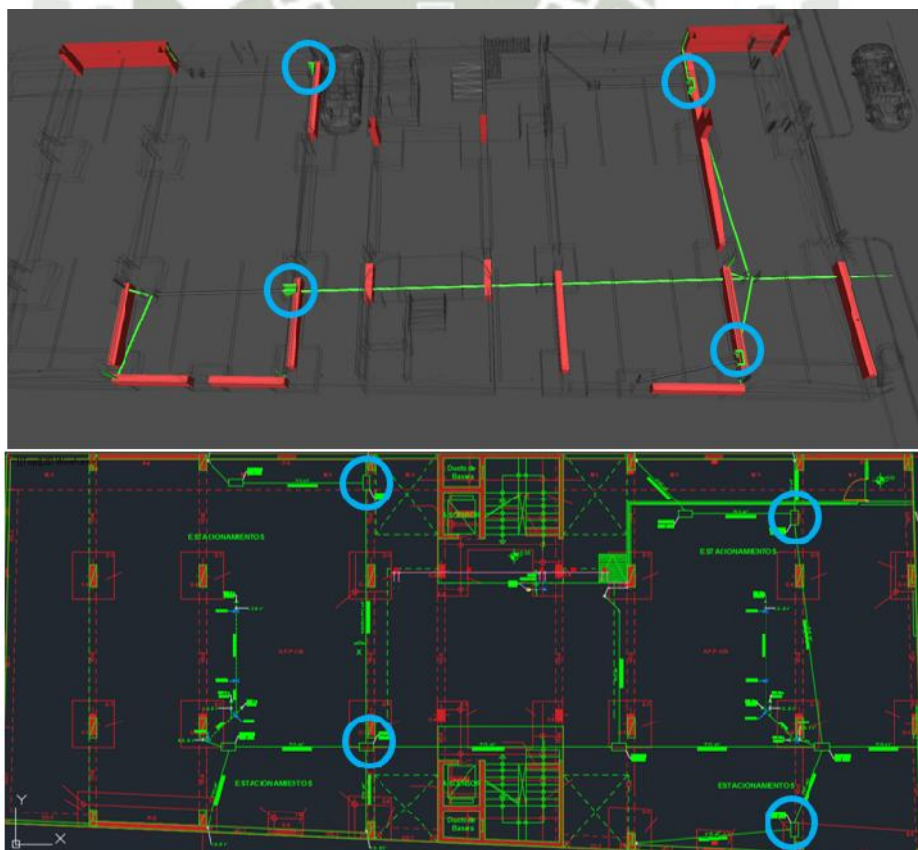


Figura 4.15: Comprobación de interferencias en plano 2D (Estacionamientos)

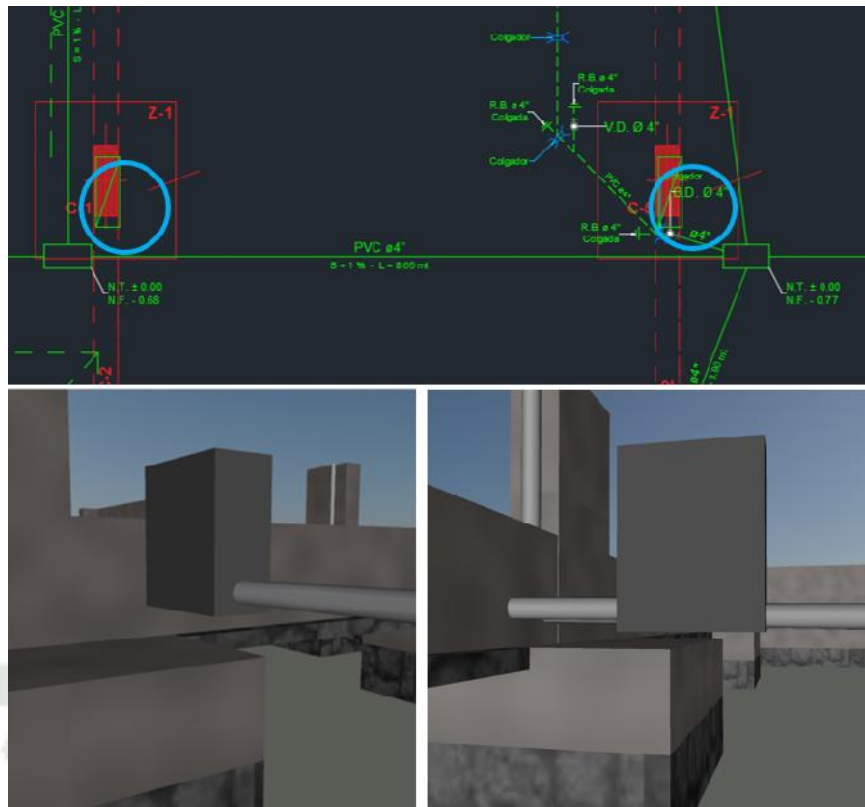


Figura 4.16: Comprobación de conflictos en elevación

Así mismo, del análisis realizado de interferencias cuantificando sus costos al detectarlas en medio de la ejecución de la obra; se calcularon valores aproximados frente a las posibles soluciones mayormente viables y más económicas. Cabe indicar que esta cuantificación no refleja las demoras en tiempos, los cuales cuando se generan los RFI's, se considera una cantidad de días bastante amplia. De este análisis se obtuvo la siguiente tabla:

Tabla 4.1: Cálculo total aproximado de cuantificaciones de costos para las interferencias

RESUMEN DE CUANTIFICACIONES DE COSTOS	
Interferencia	Valor aprox. (S/.)
EST-SAN-001	S/. 154.30
EST-SAN-002	S/. 554.18
EST-SAN-003	S/. 51.77
EST-SAN-004	S/. 409.58
EST-SAN-005	S/. 83.84
EST-SAN-006	S/. 567.87
EST-SAN-007	S/. 644.14

EST-SAN-008	S/.	209.00
EST-SAN-009	S/.	94.82
EST-SAN-010	S/.	72.08
EST-SAN-011	S/.	243.85
EST-SAN-012	S/.	36.04
EST-SAN-013	S/.	836.00
ARQ-SAN-001	S/.	1,328.44
TOTAL	S/.	5,285.91

4.5.2 Análisis de incompatibilidades – Edificio Roosevelt:

El análisis de incompatibilidades aplicado al Edificio Roosevelt, está enfocado en encontrar las mismas que representen deficiencias durante la ejecución del proyecto. Las incompatibilidades, como se explicó en el ítem 2.7, representan inconsistencias, representaciones gráficas que no guardan relación. Para el análisis aplicado al Edificio Roosevelt, se utilizará la herramienta de navegación virtual, ya que con esta podemos apreciar si el modelo integrado presenta inconsistencias.

A continuación, se muestran las incompatibilidades encontradas después del análisis:

- Cotas de tapa de caja de registro
Como se observa en la Figura 4.17, en la planta de estacionamientos, se denota que la altura de las cajas de registro sobre salen de la losa de los estacionamientos. Se considera incompatibilidad debido a que, de construirse así, los carros no podrían ingresar a las zonas de parqueo o simplemente no podrían circular.

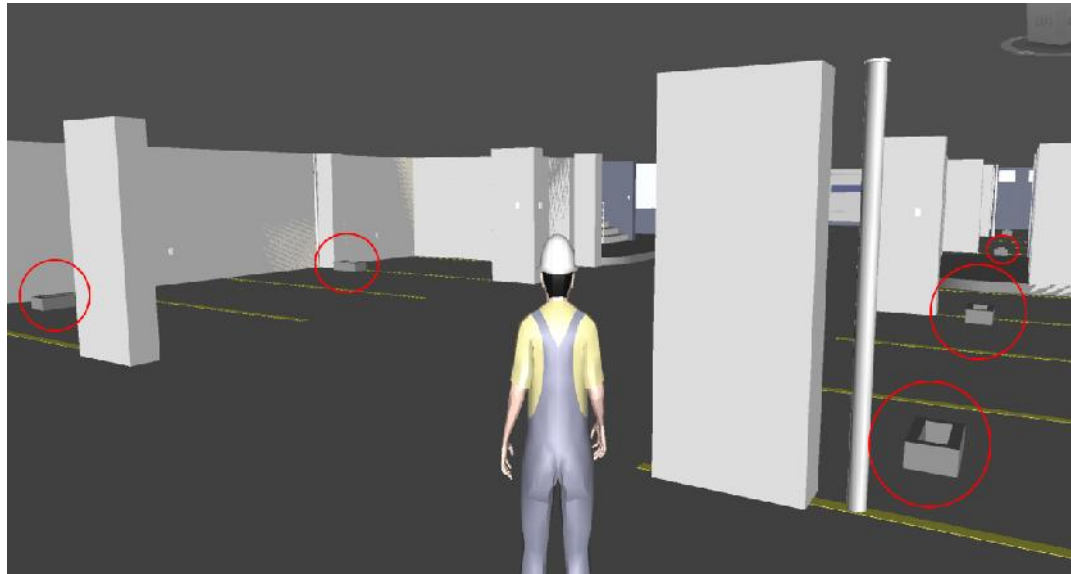


Figura 4.17: Incompatibilidad – cotas de tapa de caja de registro

Según los planos de Arquitectura, el nivel de los estacionamientos se ubica a -0.175 m, y según los planos de Instalaciones Sanitarias, el nivel de tapa de las cajas de registro es $+0.00$; por lo que las cajas de registro se encuentran 0.175 m por encima del nivel de la planta de estacionamientos.

Esta incompatibilidad de niveles en altura, representa una descoordinación entre las especialidades involucradas, lo que refleja que en la actual metodología de trabajo, si bien el proyectista de instalaciones sanitarias, se basa en los planos de Arquitectura para realizar el diseño de las redes de agua fría, caliente y desagüe, no considera todos los aspectos para elaborar un diseño correcto.

- Ubicación montantes de agua fría:

De acuerdo a los planos de Instalaciones Sanitarias, las tuberías montantes de agua fría, vienen y suben por los muros que se encuentran ubicados en el área común de los pasillos, como se observa en la Figura 4.18.

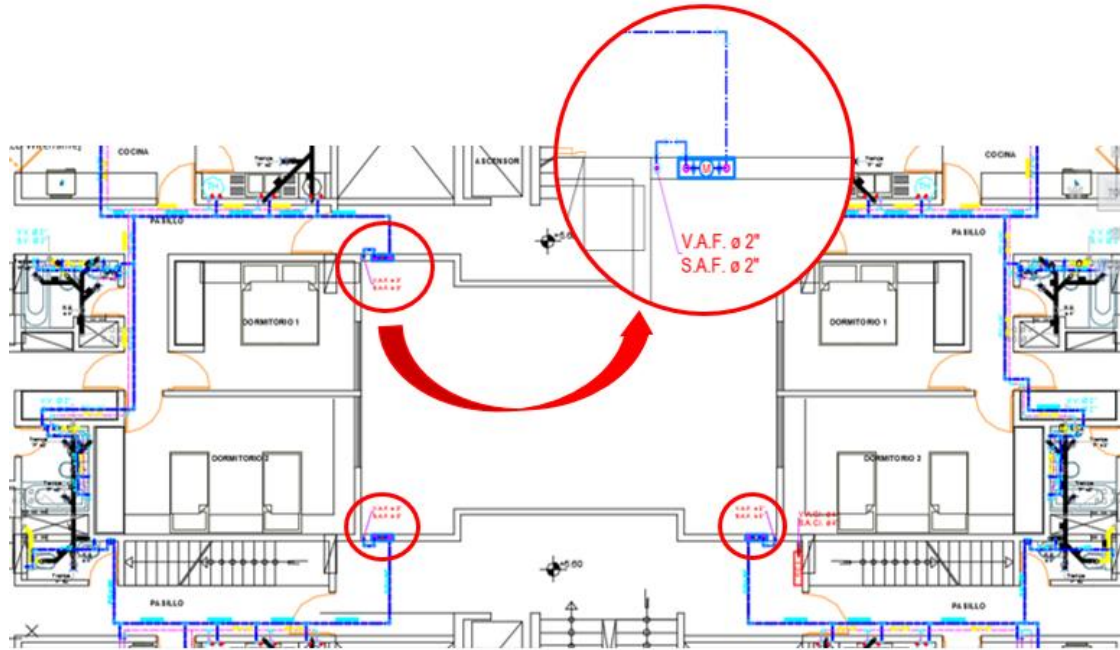


Figura 4.18: Ubicación de montantes de agua fría

Cuando nos ubicamos en esta zona en el modelo integrado 3D-BIM, notamos que las montantes están expuestas, Figura 4.19 (resaltadas en color verde).

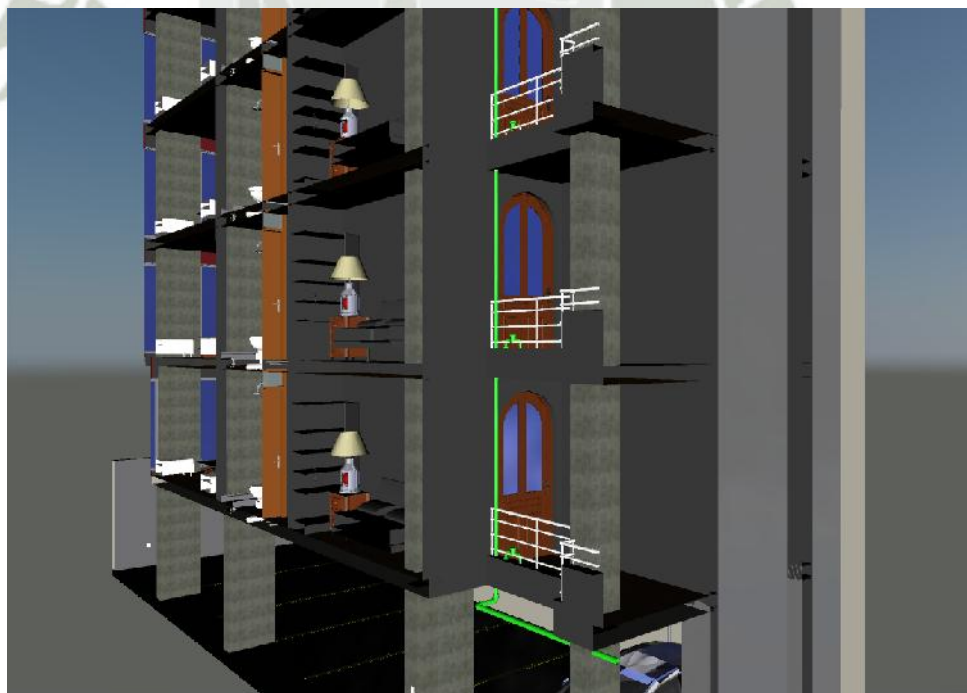


Figura 4.19: Incompatibilidad – montantes de agua fría

Esto se debe a que el encargado de las instalaciones sanitarias, no consideró que los muros por los cuales estaba colocando las montantes, eran parapetos de 20 cm de alto con barandas metálicas encima.

Esta incompatibilidad representa también una descoordinación entre las especialidades involucradas, constructivamente se puede ejecutar de esa forma, pero para que la montante de la tubería no esté expuesta, debe tener un recubrimiento que la proteja, lo que significaría colocar una falsa pared, lo que se vería poco arquitectónico, y como es lógico no se contaría con la aprobación inmediata del arquitecto proyectista ya que cambiaría la idea original que tenía al momento de diseñar la edificación.

Todas estas comunicaciones y coordinaciones, generan pérdidas de tiempo, así como también generan trabajos adicionales que se traducen en mayores costos adicionales a los montos del presupuesto contractual.

- Losa departamento tipo Dúplex:

Según el plano de la 8° Planta, de la especialidad de Arquitectura, del departamento tipo Dúplex, se tiene la abertura en la losa que permite la ubicación de las escaleras que conducen al piso superior, así como se muestra en la Figura 4.20.

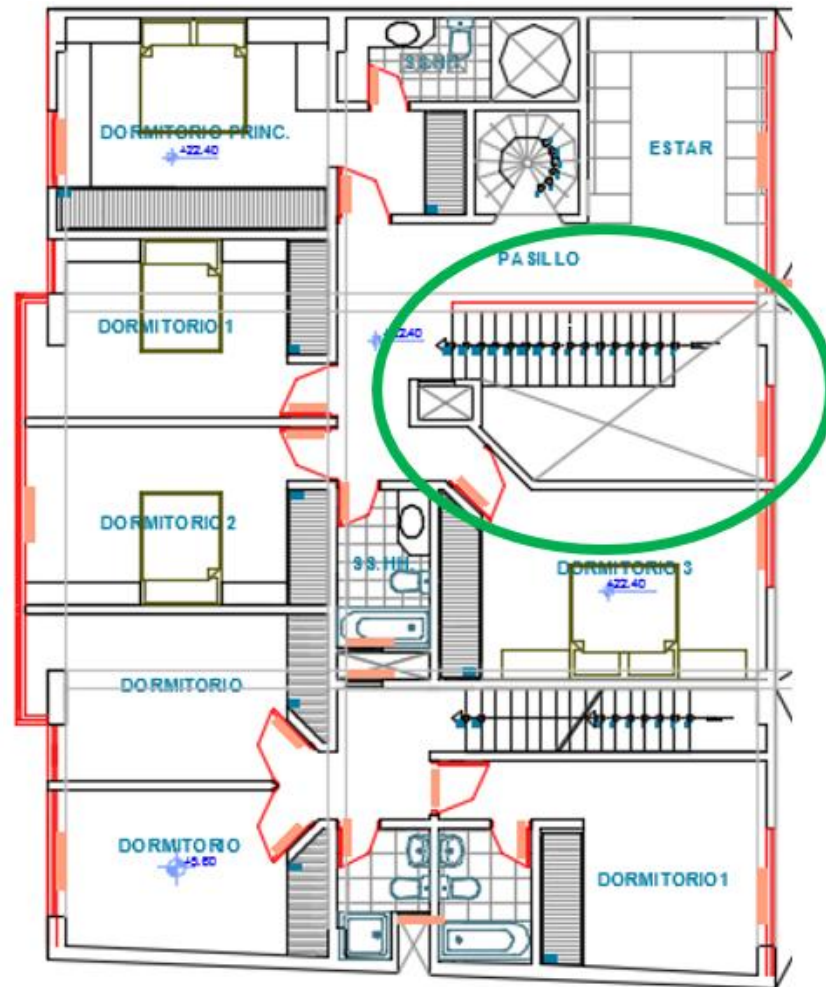


Figura 4.20: Abertura de losa – Según plano de Arquitectura

Según el plano de la especialidad de Estructuras, en la 8^o Planta, se tiene el diseño, Figura 4.21, que indica que la abertura de la losa está ubicada sólo en la parte en la que está ubicada la losa (forma rectangular), así como también se tienen las vigas VA-2.

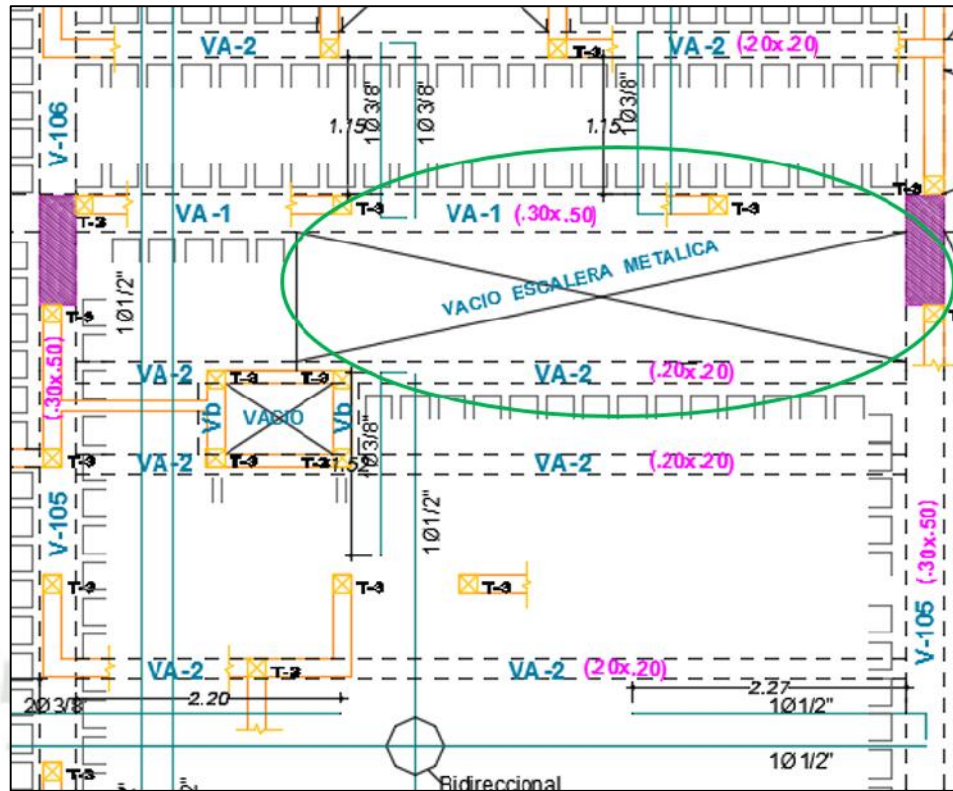


Figura 4.21: Abertura de losa – Según plano de Estructuras

Cuando se realiza la navegación por el modelo 3D-BIM integrado, se denota claramente la incompatibilidad de los planos, ya que como se observa en la Figura 4.22, se puede ver que las vigas y la losa aligerada de la especialidad de Estructuras, se encuentran obstruyendo la abertura que el Arquitecto había proyectado.

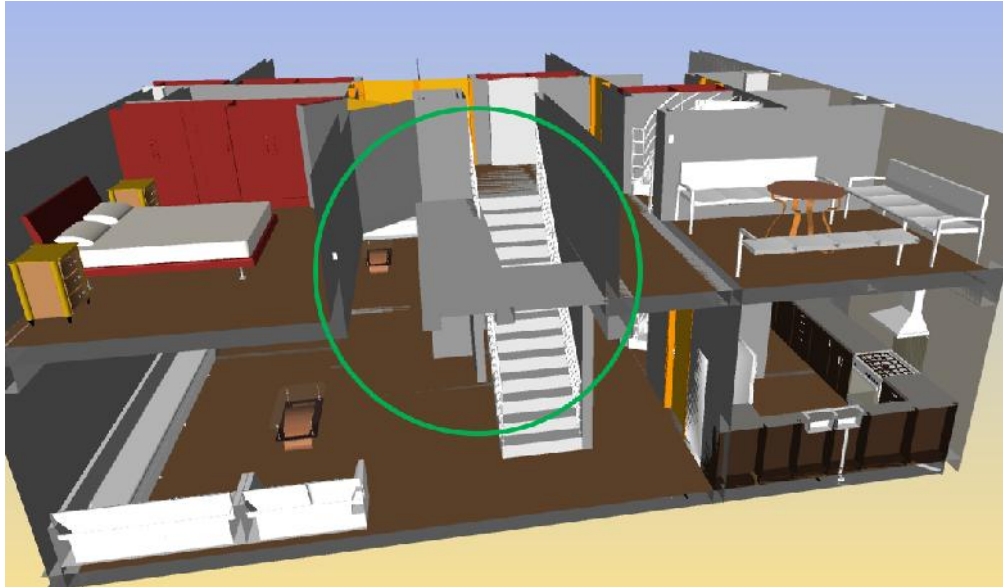


Figura 4.22: Incompatibilidad losa Dpto. Flat

Esta herramienta BIM, permite hacer un análisis de incompatibilidades e interferencias, mucho antes de que la construcción comience, lo que significa que todas estas incompatibilidades e interferencias se puedan levantar y absolver con anticipación, sin causar pérdidas ni generar trabajos adicionales.

La absolución de estas incompatibilidades e interferencias, se deben dar mediante reuniones de coordinación entre los diferentes involucrados, donde se cuente con la intervención profesional de los especialistas para discutir cuáles son las soluciones que impliquen la menor cantidad de cambios y que el procedimiento constructivo no se vea afectado.

4.6 CUANTIFICACION - METRADOS

Los proyectos de construcción se cuantifican económicamente mediante los presupuestos que se obtienen para cada especialidad. Estos presupuestos indican la cantidad de dinero que va a implicar la ejecución del proyecto, los mismos que se calculan por partidas y estas mismas se miden mediante un metrado que al multiplicarlo por un costo unitario, dan como resultado el monto total por partida.

Las partidas que componen un proyecto deben ser las necesarias para que durante la ejecución, todos los trabajos sean contabilizados y a su vez reconocidos económicamente. Estas partidas se clasifican de acuerdo a la

Norma Técnica de Metrados y el conjunto de estas componen un presupuesto. Para los proyectos, los presupuestos se dividen en sub-presupuestos acorde a cada especialidad involucrada.

La obtención de metrados es una de las etapas más importantes del proyecto, ya que depende de estos valores la aproximación exacta a lo que plantea el presupuesto de obra. Dependiendo de la modalidad del contrato, estos metrados tomarán mayor relevancia y se hará más necesario que sean valores muy precisos, por ejemplo, si la ejecución del proyecto es mediante la modalidad de “Suma Alzada”, los metrados deben representar muy cercanamente lo que se va a ejecutar, ya que en esta modalidad se reconocen la cantidad que está presupuestada, así los metrados sean menores o mucho mayores, lo que traería consigo pérdidas.

Actualmente, está tomando mayor importancia la modalidad del “Fast-track”, que como se sabe, consiste en que el diseño, documentación y la ejecución de la obra se llevan a cabo de manera paralela con el fin de agilizar mucho más los periodos de ejecución de los proyectos.

Es entonces, que la tecnología BIM aporta mediante los diferentes softwares aplicativos, la herramienta de obtener los metrados de manera eficaz, rápida y dinámica.

Los elementos que componen los modelos 3D-BIM, como ya se explicó anteriormente, no sólo representan elementos gráficos que tienen una geometría definida, sino que también presentan información de su ubicación, sus dimensiones, su material, sus propiedades físicas, térmicas, etc.; estos elementos se pueden cuantificar mediante parámetros definidos que presentan, dependiendo lo que uno desee obtener, se definen dichos parámetros para que el programa arroje los resultados requeridos. Estos resultados se muestran mediante tablas que presentan los elementos y los parámetros de cada uno de ellos, estas tablas pueden ser modificadas tantas veces como sea necesario.

A continuación, se presentan las tablas de cuantificaciones para las diferentes especialidades que componen el caso de estudio “Edificio Roosevelt”:

4.6.1 ESTRUCTURAS:

La cuantificación u obtención de metrados de la especialidad de estructuras, se basa fundamentalmente en los elementos estructurales que componen el edificio, como son las siguientes:

• CIMENTOS – SOLADOS:

<CIMENTO-SOLADOS>				
A	B	C	D	E
Type	Reference Level	Structural Material	Length	Volume
CIMENTO_VC-1				
CIMENTO_VC-	CIMENTACION	Concreto ciclópeo para solado	2.28	0.72 m ³
CIMENTO_VC-	CIMENTACION	Concreto ciclópeo para solado	1.96	0.62 m ³
CIMENTO_VC-	CIMENTACION	Concreto ciclópeo para solado	1.38	0.43 m ³
CIMENTO_VC-	CIMENTACION	Concreto ciclópeo para solado	2.72	0.87 m ³
CIMENTO_VC-	CIMENTACION	Concreto ciclópeo para solado	3.74	1.18 m ³
CIMENTO_VC-	CIMENTACION	Concreto ciclópeo para solado	4.56	1.46 m ³
CIMENTO_VC-	CIMENTACION	Concreto ciclópeo para solado	3.80	0.89 m ³
				6.17 m ³
CIMENTO_VC-2				
CIMENTO_VC-	CIMENTACION	Concreto ciclópeo para solado	4.34	0.22 m ³
CIMENTO_VC-	CIMENTACION	Concreto ciclópeo para solado	3.54	0.14 m ³
CIMENTO_VC-	CIMENTACION	Concreto ciclópeo para solado	4.34	0.22 m ³
CIMENTO_VC-	CIMENTACION	Concreto ciclópeo para solado	3.54	0.14 m ³
CIMENTO_VC-	CIMENTACION	Concreto ciclópeo para solado	4.34	0.22 m ³
CIMENTO_VC-	CIMENTACION	Concreto ciclópeo para solado	3.54	0.14 m ³
CIMENTO_VC-	CIMENTACION	Concreto ciclópeo para solado	1.81	0.09 m ³
CIMENTO_VC-	CIMENTACION	Concreto ciclópeo para solado	2.12	0.11 m ³
CIMENTO_VC-	CIMENTACION	Concreto ciclópeo para solado	2.16	0.11 m ³
CIMENTO_VC-	CIMENTACION	Concreto ciclópeo para solado	4.57	0.23 m ³
CIMENTO_VC-	CIMENTACION	Concreto ciclópeo para solado	4.57	0.23 m ³
CIMENTO_VC-	CIMENTACION	Concreto ciclópeo para solado	2.72	0.14 m ³
CIMENTO_VC-	CIMENTACION	Concreto ciclópeo para solado	4.35	0.22 m ³
CIMENTO_VC-	CIMENTACION	Concreto ciclópeo para solado	3.54	0.14 m ³
CIMENTO_VC-	CIMENTACION	Concreto ciclópeo para solado	3.54	0.14 m ³
CIMENTO_VC-	CIMENTACION	Concreto ciclópeo para solado	4.35	0.22 m ³
CIMENTO_VC-	CIMENTACION	Concreto ciclópeo para solado	3.31	0.16 m ³
				2.82 m ³
Grand total: 24				8.99 m³

- SUB-ZAPATAS:

<SUB-ZAPATAS>				
A	B	C	D	E
Type	Width	Length	Volume	Structural Material
SUB-ZAPATA_M-	1.20	1.80	22.40 m ³	Concreto ciclópeo
SUB-ZAPATA_M-1: 1			22.40 m ³	
SUBZAPATA_PL	2.00	2.20	1.98 m ³	Concreto ciclópeo
SUBZAPATA_PLACA ASCENSOR: 1			1.98 m ³	
SUBZAPATA_Z-1	1.80	2.00	1.62 m ³	Concreto ciclópeo
SUBZAPATA_Z-1	1.80	2.00	1.62 m ³	Concreto ciclópeo
SUBZAPATA_Z-1	1.80	2.00	1.62 m ³	Concreto ciclópeo
SUBZAPATA_Z-1	1.80	2.00	1.62 m ³	Concreto ciclópeo
SUBZAPATA_Z-1	1.80	2.00	1.62 m ³	Concreto ciclópeo
SUBZAPATA_Z-1	1.80	2.00	1.62 m ³	Concreto ciclópeo
SUBZAPATA_Z-1	1.80	2.00	1.62 m ³	Concreto ciclópeo
SUBZAPATA_Z-1	1.80	2.00	1.62 m ³	Concreto ciclópeo
SUBZAPATA_Z-1	1.80	2.00	1.62 m ³	Concreto ciclópeo
SUBZAPATA_Z-1: 10			16.20 m ³	
SUBZAPATA_Z-2	1.20	1.80	0.87 m ³	Concreto ciclópeo
SUBZAPATA_Z-2	1.20	1.80	0.87 m ³	Concreto ciclópeo
SUBZAPATA_Z-2: 2			1.73 m ³	
SUBZAPATA_Z-3	1.20	1.80	4.15 m ³	Concreto ciclópeo
SUBZAPATA_Z-3: 1			4.15 m ³	
SUBZAPATA_Z-4	1.50	1.00	0.68 m ³	Concreto ciclópeo
SUBZAPATA_Z-4	1.50	1.00	0.68 m ³	Concreto ciclópeo
SUBZAPATA_Z-4: 2			1.35 m ³	
SUBZAPATA_Z-5	1.20	1.80	1.46 m ³	Concreto ciclópeo
SUBZAPATA_Z-5	1.20	1.80	1.46 m ³	Concreto ciclópeo
SUBZAPATA_Z-5: 2			2.92 m ³	

SUBZAPATA_Z-6	1.20	1.80	10.20 m ³	Concreto ciclópeo
SUBZAPATA_Z-6: 1			10.20 m ³	
SUBZAPATA_Z-6	1.20	1.80	12.26 m ³	Concreto ciclópeo
SUBZAPATA_Z-6': 1			12.26 m ³	
SUBZAZAPATA_	1.20	1.80	4.15 m ³	Concreto ciclópeo
SUBZAZAPATA_Z-3: 1			4.15 m ³	
Grand total: 22			77.34 m ³	

- ZAPATAS:

<ZAPATAS>					
A	B	C	D	E	F
Type	Level	Structural Material	Volume	Width	Length
Z-1	CIMENTACION	Concreto fc=21	1.62 m ³	1.80	2.00
Z-1	CIMENTACION	Concreto fc=21	1.62 m ³	1.80	2.00
Z-1	CIMENTACION	Concreto fc=21	1.62 m ³	1.80	2.00
Z-1	CIMENTACION	Concreto fc=21	1.62 m ³	1.80	2.00
Z-1	CIMENTACION	Concreto fc=21	1.62 m ³	1.80	2.00
Z-1	CIMENTACION	Concreto fc=21	1.62 m ³	1.80	2.00
Z-1	CIMENTACION	Concreto fc=21	1.62 m ³	1.80	2.00
Z-1	CIMENTACION	Concreto fc=21	1.62 m ³	1.80	2.00
Z-1	CIMENTACION	Concreto fc=21	1.62 m ³	1.80	2.00
Z-1: 10			16.20 m ³		
Z-2	CIMENTACION	Concreto fc=21	0.87 m ³	1.20	1.80
Z-2	CIMENTACION	Concreto fc=21	0.87 m ³	1.20	1.80
Z-2: 2			1.73 m ³		
Z-3	CIMENTACION	Concreto fc=21	4.15 m ³	1.20	1.80
Z-3	CIMENTACION	Concreto fc=21	4.15 m ³	1.20	1.80
Z-3: 2			8.30 m ³		
Z-4	CIMENTACION	Concreto fc=21	0.68 m ³	1.50	1.00
Z-4	CIMENTACION	Concreto fc=21	0.68 m ³	1.50	1.00
Z-4: 2			1.35 m ³		
Z-5	CIMENTACION	Concreto fc=21	1.46 m ³	1.20	1.80
Z-5	CIMENTACION	Concreto fc=21	1.46 m ³	1.20	1.80
Z-5: 2			2.92 m ³		
Z-6	CIMENTACION	Concreto fc=21	10.20 m ³	1.20	1.80
Z-6: 1			10.20 m ³		
Z-6'	CIMENTACION	Concreto fc=21	12.26 m ³	1.20	1.80
Z-6': 1			12.26 m ³		
ZAPATA_M-1	CIMENTACION	Concreto fc=21	22.40 m ³	1.20	1.80
ZAPATA_M-1: 1			22.40 m ³		
ZAPATA_PLAC	CIMENTACION	Concreto fc=21	1.98 m ³	2.00	2.20
ZAPATA_PLACA ASCENSOR: 1			1.98 m ³		
Grand total: 22			77.34 m ³		

- COLUMNAS:

<COLUMNAS>					
A	B	C	D	E	F
Type	Structural Material	Volume	Count	Base Level	Top Level
C-1					
C-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.80 m ³	8	CIMENTACION	3 - 1° PLANTA
C-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.97 m ³	8	3 - 1° PLANTA	4 - 2° PLANTA
C-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.97 m ³	8	4 - 2° PLANTA	5 - 3° PLANTA
C-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.35 m ³	7	5 - 3° PLANTA	6 - 4° PLANTA
C-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	0.62 m ³	1	5 - 3° PLANTA	6 - 4° PLANTA
C-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.35 m ³	7	6 - 4° PLANTA	7 - 5° PLANTA
C-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	0.62 m ³	1	6 - 4° PLANTA	7 - 5° PLANTA
C-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.97 m ³	8	7 - 5° PLANTA	8 - 6° PLANTA
C-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.97 m ³	8	8 - 6° PLANTA	9 - 7° PLANTA
C-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.97 m ³	8	9 - 7° PLANTA	10 - 8° PLANTA
C-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.97 m ³	8	10 - 8° PLANTA	11 - AZOTEA
C-1: 72		46.54 m ³			
C-2					
C-2	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	2.64 m ³	4	CIMENTACION	3 - 1° PLANTA
C-2	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	1.93 m ³	4	3 - 1° PLANTA	4 - 2° PLANTA
C-2	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	1.93 m ³	4	4 - 2° PLANTA	5 - 3° PLANTA
C-2	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	1.93 m ³	4	5 - 3° PLANTA	6 - 4° PLANTA
C-2	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	1.93 m ³	4	6 - 4° PLANTA	7 - 5° PLANTA
C-2	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	1.93 m ³	4	7 - 5° PLANTA	8 - 6° PLANTA
C-2	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	1.93 m ³	4	8 - 6° PLANTA	9 - 7° PLANTA
C-2	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	1.93 m ³	4	9 - 7° PLANTA	10 - 8° PLANTA
C-2	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	1.93 m ³	4	10 - 8° PLANTA	11 - AZOTEA
C-2: 36		18.10 m ³			



C-3					
C-3	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	2.72 m ³	4	CIMENTACION	3 - 1° PLANTA
C-3	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	2.04 m ³	4	3 - 1° PLANTA	4 - 2° PLANTA
C-3	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	1.84 m ³	4	4 - 2° PLANTA	5 - 3° PLANTA
C-3	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	1.84 m ³	4	5 - 3° PLANTA	6 - 4° PLANTA
C-3	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	1.84 m ³	4	6 - 4° PLANTA	7 - 5° PLANTA
C-3	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	1.84 m ³	4	7 - 5° PLANTA	8 - 6° PLANTA
C-3	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	1.84 m ³	4	8 - 6° PLANTA	9 - 7° PLANTA
C-3	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	1.84 m ³	4	9 - 7° PLANTA	10 - 8° PLANTA
C-3	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	1.84 m ³	4	10 - 8° PLANTA	11 - AZOTEA
C-3: 36		17.64 m ³			
C-4					
C-4	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	1.89 m ³	4	CIMENTACION	3 - 1° PLANTA
C-4	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	1.38 m ³	4	3 - 1° PLANTA	4 - 2° PLANTA
C-4	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	1.38 m ³	4	4 - 2° PLANTA	5 - 3° PLANTA
C-4	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	1.38 m ³	4	5 - 3° PLANTA	6 - 4° PLANTA
C-4	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	1.38 m ³	4	6 - 4° PLANTA	7 - 5° PLANTA
C-4	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	1.38 m ³	4	7 - 5° PLANTA	8 - 6° PLANTA
C-4	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	1.38 m ³	4	8 - 6° PLANTA	9 - 7° PLANTA
C-4	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	1.38 m ³	4	9 - 7° PLANTA	10 - 8° PLANTA
C-4	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	1.38 m ³	4	10 - 8° PLANTA	11 - AZOTEA
C-4: 36		12.93 m ³			
C-5					
C-5	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	3.40 m ³	4	CIMENTACION	3 - 1° PLANTA
C-5	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	2.48 m ³	4	3 - 1° PLANTA	4 - 2° PLANTA
C-5	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	2.48 m ³	4	4 - 2° PLANTA	5 - 3° PLANTA
C-5	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	2.48 m ³	4	5 - 3° PLANTA	6 - 4° PLANTA
C-5	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	2.48 m ³	4	6 - 4° PLANTA	7 - 5° PLANTA
C-5	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	2.48 m ³	4	7 - 5° PLANTA	8 - 6° PLANTA
C-5	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	2.48 m ³	4	8 - 6° PLANTA	9 - 7° PLANTA
C-5	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	2.48 m ³	4	9 - 7° PLANTA	10 - 8° PLANTA
C-5	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	2.48 m ³	4	10 - 8° PLANTA	11 - AZOTEA
C-5: 36		23.27 m ³			



P-1					
P-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	8.45 m ³	1	CIMENTACION	3 - 1° PLANTA
P-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.49 m ³	1	3 - 1° PLANTA	4 - 2° PLANTA
P-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.49 m ³	1	4 - 2° PLANTA	5 - 3° PLANTA
P-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.49 m ³	1	5 - 3° PLANTA	6 - 4° PLANTA
P-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.49 m ³	1	6 - 4° PLANTA	7 - 5° PLANTA
P-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.49 m ³	1	7 - 5° PLANTA	8 - 6° PLANTA
P-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.49 m ³	1	8 - 6° PLANTA	9 - 7° PLANTA
P-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.49 m ³	1	9 - 7° PLANTA	10 - 8° PLANTA
P-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.49 m ³	1	10 - 8° PLANTA	11 - AZOTEA
P-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.03 m ³	1	11 - AZOTEA	13 - CAJA ESC
P-1: 10		66.38 m ³			
P-1					
P-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	7.61 m ³	1	CIMENTACION	3 - 1° PLANTA
P-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.84 m ³	1	3 - 1° PLANTA	4 - 2° PLANTA
P-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.84 m ³	1	4 - 2° PLANTA	5 - 3° PLANTA
P-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.84 m ³	1	5 - 3° PLANTA	6 - 4° PLANTA
P-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.84 m ³	1	6 - 4° PLANTA	7 - 5° PLANTA
P-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.84 m ³	1	7 - 5° PLANTA	8 - 6° PLANTA
P-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.84 m ³	1	8 - 6° PLANTA	9 - 7° PLANTA
P-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.84 m ³	1	9 - 7° PLANTA	10 - 8° PLANTA
P-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.84 m ³	1	10 - 8° PLANTA	11 - AZOTEA
P-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.44 m ³	1	11 - AZOTEA	13 - CAJA ESC
P-1: 10		59.77 m ³			
P-1					
P-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	10.75 m ³	2	CIMENTACION	3 - 1° PLANTA
P-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	8.26 m ³	2	3 - 1° PLANTA	4 - 2° PLANTA
P-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	8.26 m ³	2	4 - 2° PLANTA	5 - 3° PLANTA
P-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	8.26 m ³	2	5 - 3° PLANTA	6 - 4° PLANTA
P-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	8.26 m ³	2	6 - 4° PLANTA	7 - 5° PLANTA
P-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	8.26 m ³	2	7 - 5° PLANTA	8 - 6° PLANTA
P-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	8.26 m ³	2	8 - 6° PLANTA	9 - 7° PLANTA
P-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	8.26 m ³	2	9 - 7° PLANTA	10 - 8° PLANTA
P-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	8.26 m ³	2	10 - 8° PLANTA	11 - AZOTEA
P-1	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	7.67 m ³	2	11 - AZOTEA	13 - CAJA ESC
P-1: 20		84.48 m ³			

P-2					
P-2	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.47 m ³	1	CIMENTACION	3 - 1° PLANTA
P-2	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.20 m ³	1	3 - 1° PLANTA	4 - 2° PLANTA
P-2	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.26 m ³	1	4 - 2° PLANTA	5 - 3° PLANTA
P-2	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.26 m ³	1	5 - 3° PLANTA	6 - 4° PLANTA
P-2	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.26 m ³	1	6 - 4° PLANTA	7 - 5° PLANTA
P-2	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.26 m ³	1	7 - 5° PLANTA	8 - 6° PLANTA
P-2	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.26 m ³	1	8 - 6° PLANTA	9 - 7° PLANTA
P-2	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.26 m ³	1	9 - 7° PLANTA	10 - 8° PLANTA
P-2	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.26 m ³	1	10 - 8° PLANTA	11 - AZOTEA
P-2: 9		39.47 m ³			
P-2					
P-2	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.40 m ³	1	CIMENTACION	3 - 1° PLANTA
P-2	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.15 m ³	1	3 - 1° PLANTA	4 - 2° PLANTA
P-2	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.15 m ³	1	4 - 2° PLANTA	5 - 3° PLANTA
P-2	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.15 m ³	1	5 - 3° PLANTA	6 - 4° PLANTA
P-2	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.15 m ³	1	6 - 4° PLANTA	7 - 5° PLANTA
P-2	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.15 m ³	1	7 - 5° PLANTA	8 - 6° PLANTA
P-2	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.15 m ³	1	8 - 6° PLANTA	9 - 7° PLANTA
P-2	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.15 m ³	1	9 - 7° PLANTA	10 - 8° PLANTA
P-2	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.15 m ³	1	10 - 8° PLANTA	11 - AZOTEA
P-2: 9		38.59 m ³			
Placa 2					
Placa 2	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.03 m ³	1	CIMENTACION	3 - 1° PLANTA
Placa 2	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.63 m ³	1	3 - 1° PLANTA	4 - 2° PLANTA
Placa 2	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.63 m ³	1	4 - 2° PLANTA	5 - 3° PLANTA
Placa 2	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.63 m ³	1	5 - 3° PLANTA	6 - 4° PLANTA
Placa 2	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.63 m ³	1	6 - 4° PLANTA	7 - 5° PLANTA
Placa 2	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.63 m ³	1	7 - 5° PLANTA	8 - 6° PLANTA
Placa 2	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.63 m ³	1	8 - 6° PLANTA	9 - 7° PLANTA
Placa 2	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.63 m ³	1	9 - 7° PLANTA	10 - 8° PLANTA
Placa 2	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.63 m ³	1	10 - 8° PLANTA	11 - AZOTEA
Placa 2: 9		43.05 m ³			
Placa 2'					
Placa 2'	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.68 m ³	1	CIMENTACION	3 - 1° PLANTA
Placa 2'	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.36 m ³	1	3 - 1° PLANTA	4 - 2° PLANTA
Placa 2'	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.36 m ³	1	4 - 2° PLANTA	5 - 3° PLANTA
Placa 2'	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.36 m ³	1	5 - 3° PLANTA	6 - 4° PLANTA
Placa 2'	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.36 m ³	1	6 - 4° PLANTA	7 - 5° PLANTA
Placa 2'	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.36 m ³	1	7 - 5° PLANTA	8 - 6° PLANTA
Placa 2'	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.36 m ³	1	8 - 6° PLANTA	9 - 7° PLANTA
Placa 2'	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.36 m ³	1	9 - 7° PLANTA	10 - 8° PLANTA
Placa 2'	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.36 m ³	1	10 - 8° PLANTA	11 - AZOTEA
Placa 2': 9		40.55 m ³			
Grand total: 292		490.76 m ³			

- ESCALERAS:

<ESCALERAS>				
A	B	C	D	E
Base Level	Top Level	Actual	Width	Material: Volume
2-ENTRADA	3 - 1° PLANTA	16		23.86 m ³
2-ENTRADA	3 - 1° PLANTA	16		23.71 m ³
3 - 1° PLANTA	4 - 2° PLANTA	14	1.10	1.05 m ³
3 - 1° PLANTA	4 - 2° PLANTA	14	1.10	1.10 m ³
5 - 3° PLANTA	6 -4° PLANTA	14	1.10	1.10 m ³
5 - 3° PLANTA	6 -4° PLANTA	14	1.10	1.10 m ³
7 -5° PLANTA	8 - 6° PLANTA	14	1.10	1.10 m ³
7 -5° PLANTA	8 - 6° PLANTA	14	1.10	1.10 m ³
9 - 7° PLANTA	10 - 8° PLANTA	14	1.10	1.12 m ³
9 - 7° PLANTA	10 - 8° PLANTA	14	1.10	1.10 m ³
Grand total: 10				56.35 m ³

- LOSAS MACIZAS / ALIGERADAS:

<LOSAS>					
A	B	C	D	E	F
Level	Structural Material	Type	Perimeter	Area	Volume
LOSA MACIZA 20 CM					
3 - 1° PLANTA	Concreto f _c =210 kg/cm ²	LOSA MACIZA 20 CM	26.15 m	9.90 m ²	1.98 m ³
3 - 1° PLANTA	Concreto f _c =210 kg/cm ²	LOSA MACIZA 20 CM	12.80 m	2.12 m ²	0.42 m ³
3 - 1° PLANTA	Concreto f _c =210 kg/cm ²	LOSA MACIZA 20 CM	12.80 m	2.12 m ²	0.42 m ³
3 - 1° PLANTA	Concreto f _c =210 kg/cm ²	LOSA MACIZA 20 CM	9.80 m	5.93 m ²	1.19 m ³
3 - 1° PLANTA	Concreto f _c =210 kg/cm ²	LOSA MACIZA 20 CM	12.87 m	7.99 m ²	1.60 m ³
3 - 1° PLANTA	Concreto f _c =210 kg/cm ²	LOSA MACIZA 20 CM	9.85 m	5.97 m ²	1.19 m ³
3 - 1° PLANTA	Concreto f _c =210 kg/cm ²	LOSA MACIZA 20 CM	16.00 m	7.59 m ²	1.52 m ³
3 - 1° PLANTA	Concreto f _c =210 kg/cm ²	LOSA MACIZA 20 CM	15.97 m	7.58 m ²	1.52 m ³
LOSA MACIZA 20 CM: 8			116.24 m	49.18 m ²	9.84 m ³

LOSITA ALIGERADA					
3 - 1° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	LOSITA ALIGERADA	17.80 m	19.80 m ²	0.99 m ³
3 - 1° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	LOSITA ALIGERADA	12.37 m	7.85 m ²	0.39 m ³
3 - 1° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	LOSITA ALIGERADA	14.68 m	12.94 m ²	0.65 m ³
3 - 1° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	LOSITA ALIGERADA	10.65 m	4.07 m ²	0.20 m ³
3 - 1° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	LOSITA ALIGERADA	20.45 m	22.94 m ²	1.15 m ³
3 - 1° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	LOSITA ALIGERADA	15.75 m	6.73 m ²	0.34 m ³
3 - 1° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	LOSITA ALIGERADA	15.90 m	7.25 m ²	0.36 m ³
3 - 1° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	LOSITA ALIGERADA	15.00 m	4.14 m ²	0.21 m ³
3 - 1° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	LOSITA ALIGERADA	16.80 m	10.35 m ²	0.52 m ³
3 - 1° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	LOSITA ALIGERADA	18.40 m	15.45 m ²	0.77 m ³
3 - 1° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	LOSITA ALIGERADA	17.61 m	19.37 m ²	0.97 m ³
3 - 1° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	LOSITA ALIGERADA	15.55 m	6.04 m ²	0.30 m ³
3 - 1° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	LOSITA ALIGERADA	18.45 m	16.01 m ²	0.80 m ³
3 - 1° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	LOSITA ALIGERADA	17.80 m	19.80 m ²	0.99 m ³
3 - 1° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	LOSITA ALIGERADA	12.45 m	7.92 m ²	0.40 m ³
3 - 1° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	LOSITA ALIGERADA	14.94 m	13.31 m ²	0.67 m ³
3 - 1° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	LOSITA ALIGERADA	11.04 m	4.25 m ²	0.21 m ³
3 - 1° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	LOSITA ALIGERADA	20.45 m	22.94 m ²	1.15 m ³
3 - 1° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	LOSITA ALIGERADA	15.75 m	6.73 m ²	0.34 m ³
3 - 1° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	LOSITA ALIGERADA	15.90 m	7.25 m ²	0.36 m ³
3 - 1° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	LOSITA ALIGERADA	15.00 m	4.14 m ²	0.21 m ³
3 - 1° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	LOSITA ALIGERADA	16.80 m	10.35 m ²	0.52 m ³
3 - 1° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	LOSITA ALIGERADA	18.40 m	15.87 m ²	0.79 m ³
3 - 1° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	LOSITA ALIGERADA	15.55 m	6.04 m ²	0.30 m ³
3 - 1° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	LOSITA ALIGERADA	20.26 m	22.26 m ²	1.11 m ³
3 - 1° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	LOSITA ALIGERADA	21.10 m	27.45 m ²	1.37 m ³
LOSITA ALIGERADA: 26			424.84 m	321.23 m ²	16.06 m ³
Grand total: 34			541.08 m	370.41 m ²	25.90 m ³

- MURO DE CONTENCIÓN:

<MURO DE CONTENCIÓN>				
A	B	C	D	E
Type	Length	Width	Volume	Structural Material
MC-1	3.09	0.25	4.83 m ³	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²
MC-1	3.01	0.25	4.70 m ³	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²
MC-1	2.70	0.25	4.35 m ³	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²
MC-1	2.70	0.25	4.35 m ³	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²
MC-1	3.00	0.25	4.83 m ³	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²
MC-1	3.10	0.25	4.84 m ³	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²
MC-1	3.61	0.25	5.82 m ³	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²
MC-1: 7			33.72 m ³	
Grand total: 7			33.72 m ³	

- VIGAS:

<VIGAS>					
A	B	C	D	E	F
Type	Reference Level	Structural Material	Cut Length	Volume	Mark
V-101					
V-101	3 - 1° PLANTA	Concreto fc=210 kg/cm2	3.67	0.55 m³	Viga estructural
V-101	4 - 2° PLANTA	Concreto fc=210 kg/cm2	3.67	0.55 m³	Viga estructural
V-101	5 - 3° PLANTA	Concreto fc=210 kg/cm2	3.67	0.55 m³	Viga estructural
V-101	6 - 4° PLANTA	Concreto fc=210 kg/cm2	3.66	0.55 m³	Viga estructural
V-101	7 - 5° PLANTA	Concreto fc=210 kg/cm2	3.66	0.55 m³	Viga estructural
V-101	8 - 6° PLANTA	Concreto fc=210 kg/cm2	3.67	0.55 m³	Viga estructural
V-101	9 - 7° PLANTA	Concreto fc=210 kg/cm2	3.67	0.55 m³	Viga estructural
V-101	10 - 8° PLANTA	Concreto fc=210 kg/cm2	3.67	0.55 m³	Viga estructural
V-101	11 - AZOTEA	Concreto fc=210 kg/cm2	3.67	0.55 m³	Viga estructural
				4.95 m³	
V-102					
V-102	3 - 1° PLANTA	Concreto fc=210 kg/cm2	6.35	0.95 m³	Viga estructural
V-102	4 - 2° PLANTA	Concreto fc=210 kg/cm2	6.35	0.95 m³	Viga estructural
V-102	5 - 3° PLANTA	Concreto fc=210 kg/cm2	6.35	0.95 m³	Viga estructural
V-102	6 - 4° PLANTA	Concreto fc=210 kg/cm2	6.35	0.95 m³	Viga estructural
V-102	7 - 5° PLANTA	Concreto fc=210 kg/cm2	6.35	0.95 m³	Viga estructural
V-102	8 - 6° PLANTA	Concreto fc=210 kg/cm2	6.35	0.95 m³	Viga estructural
V-102	9 - 7° PLANTA	Concreto fc=210 kg/cm2	6.35	0.95 m³	Viga estructural
V-102	10 - 8° PLANTA	Concreto fc=210 kg/cm2	6.35	0.95 m³	Viga estructural
V-102	11 - AZOTEA	Concreto fc=210 kg/cm2	6.32	0.95 m³	Viga estructural
				8.57 m³	
V-103					
V-103	3 - 1° PLANTA	Concreto fc=210 kg/cm2	4.50	0.67 m³	Viga estructural
V-103	4 - 2° PLANTA	Concreto fc=210 kg/cm2	4.50	0.67 m³	Viga estructural
V-103	5 - 3° PLANTA	Concreto fc=210 kg/cm2	4.50	0.67 m³	Viga estructural
V-103	6 - 4° PLANTA	Concreto fc=210 kg/cm2	4.49	0.67 m³	Viga estructural
V-103	7 - 5° PLANTA	Concreto fc=210 kg/cm2	4.49	0.67 m³	Viga estructural
V-103	8 - 6° PLANTA	Concreto fc=210 kg/cm2	4.50	0.67 m³	Viga estructural
V-103	9 - 7° PLANTA	Concreto fc=210 kg/cm2	4.50	0.67 m³	Viga estructural
V-103	10 - 8° PLANT	Concreto fc=210 kg/cm2	4.50	0.67 m³	Viga estructural
V-103	11 - AZOTEA	Concreto fc=210 kg/cm2	4.50	0.67 m³	Viga estructural
				6.07 m³	

V-104					
V-104	3 - 1° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	3.91	0.59 m ²	Viga estructural
V-104	3 - 1° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.72	0.71 m ²	Viga estructural
V-104	4 - 2° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.72	0.71 m ²	Viga estructural
V-104	4 - 2° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	3.91	0.59 m ²	Viga estructural
V-104	5 - 3° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	3.91	0.59 m ²	Viga estructural
V-104	5 - 3° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.63	0.69 m ²	Viga estructural
V-104	6 - 4° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.72	0.71 m ²	Viga estructural
V-104	6 - 4° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	3.91	0.59 m ²	Viga estructural
V-104	7 - 5° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.72	0.71 m ²	Viga estructural
V-104	7 - 5° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	3.91	0.59 m ²	Viga estructural
V-104	8 - 6° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.72	0.71 m ²	Viga estructural
V-104	8 - 6° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	3.91	0.59 m ²	Viga estructural
V-104	9 - 7° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.72	0.71 m ²	Viga estructural
V-104	9 - 7° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	3.91	0.59 m ²	Viga estructural
V-104	10 - 8° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.71	0.71 m ²	Viga estructural
V-104	10 - 8° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	3.91	0.59 m ²	Viga estructural
V-104	11 - AZOTEA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.71	0.71 m ²	Viga estructural
V-104	11 - AZOTEA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	3.91	0.59 m ²	Viga estructural
				11.63 m ²	
V-105					
V-105	3 - 1° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.34	0.95 m ²	Viga estructural
V-105	3 - 1° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.32	0.95 m ²	Viga estructural
V-105	4 - 2° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.34	0.95 m ²	Viga estructural
V-105	4 - 2° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.32	0.95 m ²	Viga estructural
V-105	5 - 3° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.34	0.95 m ²	Viga estructural
V-105	5 - 3° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.32	0.95 m ²	Viga estructural
V-105	6 - 4° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.34	0.95 m ²	Viga estructural
V-105	6 - 4° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.32	0.95 m ²	Viga estructural
V-105	7 - 5° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.34	0.95 m ²	Viga estructural
V-105	7 - 5° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.32	0.95 m ²	Viga estructural
V-105	8 - 6° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.34	0.95 m ²	Viga estructural
V-105	8 - 6° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.32	0.95 m ²	Viga estructural
V-105	9 - 7° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.34	0.95 m ²	Viga estructural
V-105	9 - 7° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.35	0.95 m ²	Viga estructural
V-105	10 - 8° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.34	0.95 m ²	Viga estructural
V-105	10 - 8° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.32	0.95 m ²	Viga estructural
V-105	11 - AZOTEA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.04	0.91 m ²	Viga estructural
V-105	11 - AZOTEA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.35	0.95 m ²	Viga estructural
				17.06 m ²	

V-106					
V-106	3 - 1° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.50	0.68 m ³	Viga estructural
V-106	3 - 1° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.20	0.78 m ³	Viga estructural
V-106	4 - 2° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.50	0.68 m ³	Viga estructural
V-106	4 - 2° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.20	0.78 m ³	Viga estructural
V-106	5 - 3° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.50	0.68 m ³	Viga estructural
V-106	5 - 3° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.96	0.74 m ³	Viga estructural
V-106	6 - 4° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.50	0.68 m ³	Viga estructural
V-106	6 - 4° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.96	0.74 m ³	Viga estructural
V-106	7 - 5° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.50	0.68 m ³	Viga estructural
V-106	7 - 5° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.96	0.74 m ³	Viga estructural
V-106	8 - 6° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.50	0.68 m ³	Viga estructural
V-106	8 - 6° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.96	0.74 m ³	Viga estructural
V-106	9 - 7° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.50	0.68 m ³	Viga estructural
V-106	9 - 7° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.96	0.74 m ³	Viga estructural
V-106	10 - 8° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.50	0.68 m ³	Viga estructural
V-106	10 - 8° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.86	0.73 m ³	Viga estructural
V-106	11 - AZOTEA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.02	0.60 m ³	Viga estructural
V-106	11 - AZOTEA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.94	0.74 m ³	Viga estructural
				12.76 m ³	
V-107					
V-107	3 - 1° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.25	0.79 m ³	Viga estructural
V-107	3 - 1° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.14	0.77 m ³	Viga estructural
V-107	4 - 2° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.25	0.79 m ³	Viga estructural
V-107	4 - 2° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.14	0.77 m ³	Viga estructural
V-107	5 - 3° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.25	0.79 m ³	Viga estructural
V-107	5 - 3° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.14	0.77 m ³	Viga estructural
V-107	6 - 4° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.25	0.79 m ³	Viga estructural
V-107	6 - 4° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.14	0.77 m ³	Viga estructural
V-107	7 - 5° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.25	0.79 m ³	Viga estructural
V-107	7 - 5° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.14	0.77 m ³	Viga estructural
V-107	8 - 6° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.25	0.79 m ³	Viga estructural
V-107	8 - 6° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.14	0.77 m ³	Viga estructural
V-107	9 - 7° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.25	0.79 m ³	Viga estructural
V-107	9 - 7° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.14	0.77 m ³	Viga estructural
V-107	10 - 8° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.25	0.79 m ³	Viga estructural
V-107	10 - 8° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.14	0.77 m ³	Viga estructural
V-107	11 - AZOTEA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.14	0.77 m ³	Viga estructural
V-107	11 - AZOTEA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.24	0.79 m ³	Viga estructural
				14.02 m ³	

V-108					
V-108	3 - 1° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.35	0.95 m ²	Viga estructural
V-108	3 - 1° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.35	0.95 m ²	Viga estructural
V-108	4 - 2° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.35	0.95 m ²	Viga estructural
V-108	4 - 2° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.35	0.95 m ²	Viga estructural
V-108	5 - 3° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.35	0.95 m ²	Viga estructural
V-108	5 - 3° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.35	0.95 m ²	Viga estructural
V-108	6 - 4° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.35	0.95 m ²	Viga estructural
V-108	6 - 4° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.35	0.95 m ²	Viga estructural
V-108	7 - 5° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.35	0.95 m ²	Viga estructural
V-108	7 - 5° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.35	0.95 m ²	Viga estructural
V-108	8 - 6° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.35	0.95 m ²	Viga estructural
V-108	8 - 6° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.35	0.95 m ²	Viga estructural
V-108	9 - 7° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.35	0.95 m ²	Viga estructural
V-108	9 - 7° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.35	0.95 m ²	Viga estructural
V-108	10 - 8° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.35	0.95 m ²	Viga estructural
V-108	10 - 8° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.35	0.95 m ²	Viga estructural
V-108	11 - AZOTEA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.35	0.95 m ²	Viga estructural
V-108	11 - AZOTEA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	6.50	0.98 m ²	Viga estructural
				17.17 m ²	
V-109					
V-109	3 - 1° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.95	0.74 m ²	Viga estructural
V-109	3 - 1° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.49	0.67 m ²	Viga estructural
V-109	4 - 2° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.95	0.74 m ²	Viga estructural
V-109	4 - 2° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.49	0.67 m ²	Viga estructural
V-109	5 - 3° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.95	0.74 m ²	Viga estructural
V-109	5 - 3° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.49	0.67 m ²	Viga estructural
V-109	6 - 4° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.95	0.74 m ²	Viga estructural
V-109	6 - 4° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.49	0.67 m ²	Viga estructural
V-109	7 - 5° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.95	0.74 m ²	Viga estructural
V-109	7 - 5° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.49	0.67 m ²	Viga estructural
V-109	8 - 6° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.95	0.74 m ²	Viga estructural
V-109	8 - 6° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.49	0.67 m ²	Viga estructural
V-109	9 - 7° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.95	0.74 m ²	Viga estructural
V-109	9 - 7° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.49	0.67 m ²	Viga estructural
V-109	10 - 8° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.95	0.74 m ²	Viga estructural
V-109	10 - 8° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.49	0.67 m ²	Viga estructural
V-109	11 - AZOTEA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.05	0.76 m ²	Viga estructural
V-109	11 - AZOTEA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.02	0.60 m ²	Viga estructural
				12.69 m ²	
V-110					
V-110	3 - 1° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.37	0.81 m ²	Viga estructural
V-110	4 - 2° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.39	0.81 m ²	Viga estructural
V-110	5 - 3° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.39	0.81 m ²	Viga estructural
V-110	6 - 4° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.38	0.81 m ²	Viga estructural
V-110	7 - 5° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.39	0.81 m ²	Viga estructural
V-110	8 - 6° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.38	0.81 m ²	Viga estructural
V-110	9 - 7° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.39	0.81 m ²	Viga estructural
V-110	10 - 8° PLANTA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	5.38	0.81 m ²	Viga estructural
V-110	11 - AZOTEA	Concreto $f_c=210$ kg/cm ²	4.93	0.74 m ²	Viga estructural
				7.20 m ²	

V-111					
V-111	3 - 1° PLANTA	Concreto f _c =210 kg/cm ²	6.49	0.97 m ²	Viga estructural
V-111	4 - 2° PLANTA	Concreto f _c =210 kg/cm ²	6.48	0.97 m ²	Viga estructural
V-111	5 - 3° PLANTA	Concreto f _c =210 kg/cm ²	6.48	0.97 m ²	Viga estructural
V-111	6 -4° PLANTA	Concreto f _c =210 kg/cm ²	6.48	0.97 m ²	Viga estructural
V-111	7 -5° PLANTA	Concreto f _c =210 kg/cm ²	6.48	0.97 m ²	Viga estructural
V-111	7 -5° PLANTA	Concreto f _c =210 kg/cm ²	0.03	0.00 m ²	Viga estructural
V-111	8 - 6° PLANTA	Concreto f _c =210 kg/cm ²	6.48	0.97 m ²	Viga estructural
V-111	9 - 7° PLANTA	Concreto f _c =210 kg/cm ²	6.48	0.97 m ²	Viga estructural
V-111	10 - 8° PLANTA	Concreto f _c =210 kg/cm ²	6.48	0.97 m ²	Viga estructural
V-111	11 - AZOTEA	Concreto f _c =210 kg/cm ²	6.52	0.98 m ²	Viga estructural
				8.76 m ²	
V-112					
V-112	3 - 1° PLANTA	Concreto f _c =210 kg/cm ²	4.33	0.64 m ²	Viga estructural
V-112	4 - 2° PLANTA	Concreto f _c =210 kg/cm ²	4.33	0.64 m ²	Viga estructural
V-112	5 - 3° PLANTA	Concreto f _c =210 kg/cm ²	4.33	0.64 m ²	Viga estructural
V-112	6 -4° PLANTA	Concreto f _c =210 kg/cm ²	4.33	0.64 m ²	Viga estructural
V-112	7 -5° PLANTA	Concreto f _c =210 kg/cm ²	4.33	0.64 m ²	Viga estructural
V-112	8 - 6° PLANTA	Concreto f _c =210 kg/cm ²	4.33	0.64 m ²	Viga estructural
V-112	9 - 7° PLANTA	Concreto f _c =210 kg/cm ²	4.33	0.64 m ²	Viga estructural
V-112	10 - 8° PLANTA	Concreto f _c =210 kg/cm ²	4.33	0.64 m ²	Viga estructural
V-112	11 - AZOTEA	Concreto f _c =210 kg/cm ²	4.02	0.60 m ²	Viga estructural
				5.70 m ²	
Grand total: 163				126.56 m ²	

4.6.2 ARQUITECTURA:

La cuantificación u obtención de metrados de la especialidad de Arquitectura, se basa fundamentalmente en los siguientes elementos arquitectónicos:

- MUROS DE ALBAÑILERIA:

<MUROS DE ALBAÑILERIA>				
A	B	C	D	E
Base Constraint	Width	Length	Area	Volume
3 - 1° PLANTA	0.15 m	17.41 m	23.66 m ²	3.55 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	3.40 m	3.75 m ²	0.56 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	4.20 m	9.24 m ²	1.39 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	3.60 m	7.32 m ²	1.10 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	2.37 m	3.86 m ²	0.58 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	2.57 m	2.25 m ²	0.34 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	2.72 m	4.91 m ²	0.73 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	1.68 m	2.13 m ²	0.30 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	7.80 m	14.59 m ²	2.17 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	5.50 m	12.46 m ²	1.87 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	3.85 m	6.23 m ²	0.94 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	2.40 m	6.72 m ²	1.01 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	0.78 m	1.96 m ²	0.29 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	2.65 m	7.42 m ²	1.11 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	2.43 m	4.55 m ²	0.68 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	2.40 m	4.69 m ²	0.70 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	4.70 m	12.74 m ²	1.91 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	4.70 m	13.16 m ²	1.97 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	1.29 m	3.39 m ²	0.51 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	2.18 m	6.30 m ²	0.95 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	0.70 m	2.24 m ²	0.34 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	3.15 m	6.30 m ²	0.95 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	0.78 m	1.96 m ²	0.29 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	3.58 m	9.80 m ²	1.47 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	1.48 m	3.28 m ²	0.49 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	5.43 m	14.98 m ²	2.25 m ³
3 - 1° PLANTA	0.10 m	1.35 m	3.36 m ²	0.34 m ³
3 - 1° PLANTA	0.10 m	1.05 m	2.52 m ²	0.25 m ³
3 - 1° PLANTA	0.10 m	1.05 m	2.16 m ²	0.22 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	3.40 m	7.16 m ²	1.07 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	10.20 m	25.62 m ²	3.84 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	3.40 m	5.94 m ²	0.89 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	3.40 m	4.20 m ²	0.63 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	3.40 m	7.16 m ²	1.07 m ³

3 - 1° PLANTA	0.15 m	10.44 m	26.18 m ²	3.93 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	3.40 m	6.05 m ²	0.91 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	3.40 m	4.18 m ²	0.63 m ³
3 - 1° PLANTA	0.10 m	1.70 m	3.70 m ²	0.37 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	4.76 m	13.34 m ²	2.00 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	1.27 m	3.36 m ²	0.50 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	2.18 m	6.30 m ²	0.95 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	3.85 m	6.23 m ²	0.94 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	2.40 m	6.30 m ²	0.95 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	0.43 m	1.40 m ²	0.21 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	2.65 m	7.00 m ²	1.05 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	4.86 m	13.19 m ²	1.98 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	6.90 m	18.68 m ²	2.80 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	3.15 m	5.88 m ²	0.88 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	4.53 m	12.28 m ²	1.84 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	6.50 m	13.30 m ²	2.00 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	2.40 m	4.69 m ²	0.70 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	1.30 m	0.87 m ²	0.11 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	0.98 m	0.18 m ²	0.03 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	1.10 m	2.66 m ²	0.40 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	1.10 m	2.66 m ²	0.40 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	1.70 m	3.70 m ²	0.56 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	3.87 m	3.24 m ²	0.48 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	0.56 m	1.57 m ²	0.24 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	0.55 m	1.54 m ²	0.23 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	4.63 m	5.89 m ²	0.88 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	0.55 m	1.12 m ²	0.17 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	3.58 m	10.22 m ²	1.53 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	5.45 m	3.93 m ²	0.59 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	0.43 m	1.40 m ²	0.21 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	0.55 m	1.54 m ²	0.23 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	4.92 m	8.39 m ²	1.24 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	3.20 m	6.93 m ²	1.04 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	3.15 m	8.82 m ²	1.32 m ³
3 - 1° PLANTA	0.15 m	7.35 m	18.39 m ²	2.76 m ³
3 - 1° PLANTA: 69			483.14 m ²	

- PISOS:

<PISOS>			
A	B	C	D
Level	Perimeter	Area	Volume
1 - ESTACIONAMIENTOS	111.40 m	651 m ²	97.62 m ³
1 - ESTACIONAMIENTOS	67.11 m	37 m ²	7.48 m ³
1 - ESTACIONAMIENTOS	124.29 m	899 m ²	134.92 m ³
1 - ESTACIONAMIENTOS	3.92 m	1 m ²	0.06 m ³
1 - ESTACIONAMIENTOS	3.92 m	1 m ²	0.06 m ³
1 - ESTACIONAMIENTOS	65.52 m	31 m ²	3.06 m ³
2 - ENTRADA	79.00 m	78 m ²	13.65 m ³
3 - 1ª PLANTA	156.02 m	475 m ²	94.91 m ³
4 - 2ª PLANTA	162.03 m	426 m ²	85.14 m ³
5 - 3ª PLANTA	163.39 m	457 m ²	91.31 m ³
6 - 4ª PLANTA	161.43 m	432 m ²	86.31 m ³
7 - 5ª PLANTA	163.69 m	457 m ²	91.31 m ³
8 - 6ª PLANTA	161.23 m	432 m ²	86.33 m ³
9 - 7ª PLANTA	164.50 m	453 m ²	90.69 m ³
10 - 8ª PLANTA	163.56 m	406 m ²	81.15 m ³
11 - AZOTEA	171.28 m	424 m ²	63.67 m ³
Grand total: 16		5658 m ²	

Se consideran estos elementos como fundamentales, ya que la mayoría de las partidas de un presupuesto de la especialidad de Arquitectura, se basan principalmente en los muros de albañilería y los pisos, es decir que una vez que se tienen los metrados de los muros y pisos, las demás partidas se pueden metrar en base al valor obtenido inicialmente, ya que se tratan de partidas como tarrajeos, vidrios, pintura, pisos de porcelanato, pisos de cerámico, piso de parquet, etc. Así también, a las tablas de cuantificación se les puede configurar con diferentes parámetros, para que en el caso por ejemplo, de los metrados de zócalos o contrazócalos, se definan los muros que constituyen los baños o cocinas por niveles, y se obtengan las tablas, de las cuales se pueden tomar las dimensiones de los muros para posteriormente calcular los valores de estas partidas.

4.6.3 INSTALACIONES SANITARIAS:

La cuantificación u obtención de metrados de la especialidad de Instalaciones Sanitarias, se basa fundamentalmente en los siguientes elementos sanitarios:

- TUBERÍA DE AGUA FRÍA - CALIENTE:

<TUBERÍA - AGUA FRÍA>		
A	B	C
System Name	Size	Length
AGUA FRÍA		
AGUA FRÍA	20 mmø	358.43 m
20 mmø: 1053		358.43 m
AGUA FRÍA	25 mmø	447.68 m
25 mmø: 567		447.68 m
AGUA FRÍA	60 mmø	77.28 m
60 mmø: 117		77.28 m
AGUA FRÍA	70 mmø	28.90 m
70 mmø: 13		28.90 m
AGUA FRÍA: 1750		912.30 m

<TUBERÍA - AGUA CALIENTE>		
A	B	C
System Name	Size	Length
20 mmø		
	20 mmø	575.68 m
20 mmø: 1082		575.68 m
25 mmø		
	25 mmø	32.42 m
25 mmø: 57		32.42 m
Grand total: 1139		608.10 m

- TUBERÍA DE DESAGÜE:

<TUBERÍA - DESAGÜE>	
A	B
Size	Length
60 mmø	
	413.47 m
60 mmø: 793	413.47 m
70 mmø	
	28.90 m
70 mmø: 13	28.90 m
100 mmø	
	313.43 m
100 mmø: 411	313.43 m
Grand total: 1217	755.80 m

- ACCESORIOS DE AGUA FRÍA – CALIENTE:

<ACCESORIOS - AGUA FRIA>		
A	B	C
Type	Count	Size
Codo PVC	733	20 mmø-20 mmø
Codo PVC	326	25 mmø-25 mmø
Codo PVC	76	60 mmø-60 mmø
Codo PVC	9	70 mmø-70 mmø
Reducción PVC	2	20 mmø-15 mmø
Reducción PVC	3	20 mmø-20 mmø
Reducción PVC	134	25 mmø-20 mmø
Reducción PVC	23	60 mmø-25 mmø
Reducción PVC	4	70 mmø-60 mmø
Tee PVC	101	20 mmø-20 mmø-20 mmø
Tee PVC	120	25 mmø-25 mmø-25 mmø
Tee PVC	19	60 mmø-60 mmø-60 mmø
Tee PVC	3	70 mmø-70 mmø-70 mmø

<ACCESORIOS - AGUA CALIENTE>		
A	B	C
Type	Count	Size
Codo PVC	755	20 mmø-20 mmø
Codo PVC	42	25 mmø-25 mmø
Codo PVC	14	60 mmø-60 mmø
Reducción PVC	1	20 mmø-15 mmø
Reducción PVC	38	25 mmø-20 mmø
Reducción PVC	93	60 mmø-33 mmø
Reducción PVC	4	60 mmø-60 mmø
Tee PVC	134	20 mmø-20 mmø-20 mmø
Tee PVC	1	25 mmø-25 mmø-25 mmø
Tee PVC	15	60 mmø-60 mmø-60 mmø

4.7 ANÁLISIS APLICADO A LA CONSTRUCTABILIDAD

4.7.1 BIM APLICADO A LOS PRINCIPIOS DE CONSTRUCTABILIDAD

Según el “Manual de la Constructabilidad”, desarrollado por el CII¹³, se identifican 12 principios de la constructabilidad que se aplican durante todas las etapas del ciclo de vida de un proyecto:



Figura 4.23: Principios de la Constructabilidad

¹³ CII: Construction Industry Institute

De estos 12 principios para aplicar y poder implementar la constructabilidad con éxito en los proyectos durante sus diferentes etapas, podemos notar que todos se relacionan directamente con la metodología BIM. Es decir que si el objetivo de la constructabilidad es facilitar el proceso de construcción del proyecto, así como también de crear un sistema con el cual se busque la facilidad constructiva y así lograr la mejora del producto resultante; la tecnología BIM presenta muchas herramientas que se ajustan a estos fines.

La constructabilidad mediante la aplicación del BIM nos permite desarrollar los proyectos de tal forma que se puedan aplicar los principios, ya que como se observa en la Figura 4.23, la integración es el pilar más importante sobre el cual se establece la metodología BIM; el conocimiento constructivo, el equipo experto y los métodos constructivos son principios que se constituyen en el BIM como la base para la ejecución de programaciones, modelos y simulaciones que permitan reflejar la realidad del proyecto; así mismo los recursos disponibles, factores externos, accesibilidad e innovaciones constructivas, representan la innovación en la forma de trabajo que plantea la metodología BIM, ya que con la metodología tradicional, estos principios no se consideran en la mayoría de proyectos.

Es así que la metodología BIM aplicada a la constructabilidad, representa una forma de trabajar en la que se desarrollan los principales objetivos de la constructabilidad, aportando diversas herramientas que hacen efectivos los procesos de trabajo.

4.8 INTERACCIÓN LEAN-BIM

En la actualidad, el Lean y el BIM están siendo consideradas en la industria de la construcción por ser iniciativas muy poderosas, pero a su vez con propiedades claramente marcadas una de la otra, sin embargo ambas se relacionan de manera tal que es posible se genere una sinergia.

El Lean Construction, es una filosofía que nos permite cambiar la forma de pensar, es decir nos orienta hacia una nueva forma de producción en la construcción, que tiene como objetivo principal eliminar todas las

actividades que no aporten valor al proyecto, es decir una construcción sin pérdidas.

La tecnología BIM, es una metodología de trabajo que nos permite cambiar por completo la forma en la que trabajan los proyectos en la actualidad, con el principal objetivo de integrar a todos los involucrados en el proyecto optimizando el producto desde el principio hasta la fase de Operación y Mantenimiento.

Entonces, podemos decir que el Lean Construction involucra cambiar nuestra forma de pensar, mientras que BIM involucra cambiar nuestra forma de hacer las cosas.

En un estudio realizado por los miembros del LCI¹⁴, se publicó un artículo denominado “The interaction of Lean and Building Information Modeling in Construction”, en el cual se muestra una matriz (Anexo A), la cual relaciona los principios del Lean Construction con las funcionalidades del BIM. Según esta publicación se identificaron 56 interacciones, en las que se puede resaltar las siguientes:

Tabla 4.2: Principales interacciones

PRINCIPIOS LEAN	FUNCIONALIDADES BIM
Reducir la variabilidad del producto	Estética y evaluación funcional
Reducir la variabilidad de la producción	Visualización multi-disciplinaria de los modelos integrados
Reducir la duración del ciclo de producción	Visualización 4D de los procesos de construcción
	Comunicación del producto y procesos de información mediante plataformas online.

¹⁴ Lean Construction Institute

CAPÍTULO 5 : ANÁLISIS COMPARATIVO

5.1 COMPARACIÓN DE DOCUMENTACIÓN

La documentación es uno de los principales medios por el cual se transmiten la información de todo el proyecto en su etapa de ejecución, es esta documentación la que debe contener toda la información necesaria para el completo entendimiento del proyecto, para que todos los involucrados en la construcción puedan tener el dominio y la concepción espacial de cada elemento que componen las especialidades.

Los planos del proyecto, divididos por especialidades (Arquitectura, Estructuras, Instalaciones Sanitarias y Eléctricas), según la metodología de trabajo tradicional, se realizan en distintos softwares 2-D.

Cabe mencionar que actualmente la documentación de la especialidad de Arquitectura se realiza mayormente en softwares 3-D, pero solo con propósitos de visualización y de orientar al cliente en cómo se vería su proyecto cuando éste haya culminado, la distribución de espacios, los acabados, etc., más no con fines de mantener información de los objetos modelados.

El análisis comparativo en este aspecto de documentación, se basa principalmente en el tiempo, ya que éste es el que define la principal diferencia entre el método tradicional y la metodología BIM. Esto se da porque al momento de realizar el modelamiento de las diferentes especialidades, mientras se van modelando los objetos que componen las diferentes especialidades, estos objetos no solo se van creando gráficamente, sino que también van manteniendo y almacenando información acerca de sus propiedades físicas, ubicación, volumen espacial, etc; lo que representa que mientras los objetos van siendo modelados, el software ya va manteniendo la relación y coordinación entre ellos. En un software 2D al que estamos acostumbrados, el dibujante solo va creando líneas, polígonos, bloques, todos estos en el plano, lo que significa que solo se van ubicando en dos dimensiones y no representan elementos precisos.

Cuando el modelo va siendo creado, el software aplicativo al BIM, nos permite poder visualizar los elementos en diferentes vistas, ya sean en el plano, o en tres dimensiones. Así mismo, nos da la opción de crear diferentes secciones o elevaciones, y ubicar estos en donde el modelador crea conveniente; teniendo la facilidad de reducir o ampliar los cuadros de

vista. De igual forma, la generación de estas vistas es de manera automática, es decir que uno crea una sección, y la misma se genera al instante; , como se observa en la Figura 5.1, esto representa una ventaja considerable frente a la metodología de trabajo con software 2-D, ya que en estos, como se han creado solo elementos gráficos, luego se debe de generar las secciones, cortes o elevaciones siguiendo el mismo procedimiento de generación de líneas y polígonos, haciéndose complicado ubicar los elementos que presentan una elevación definida, ya sean ventanas, puertas, escaleras, rampas, etc.; muchas veces el dibujo de estas secciones o elevaciones, no reflejan precisamente lo que se tiene en planta, ya que no se tiene claro la ubicación y altura de los elementos. Esto mayormente genera confusiones al momento de la ejecución de la obra, y no agiliza los procesos de documentación, ocasionando también retrasos.



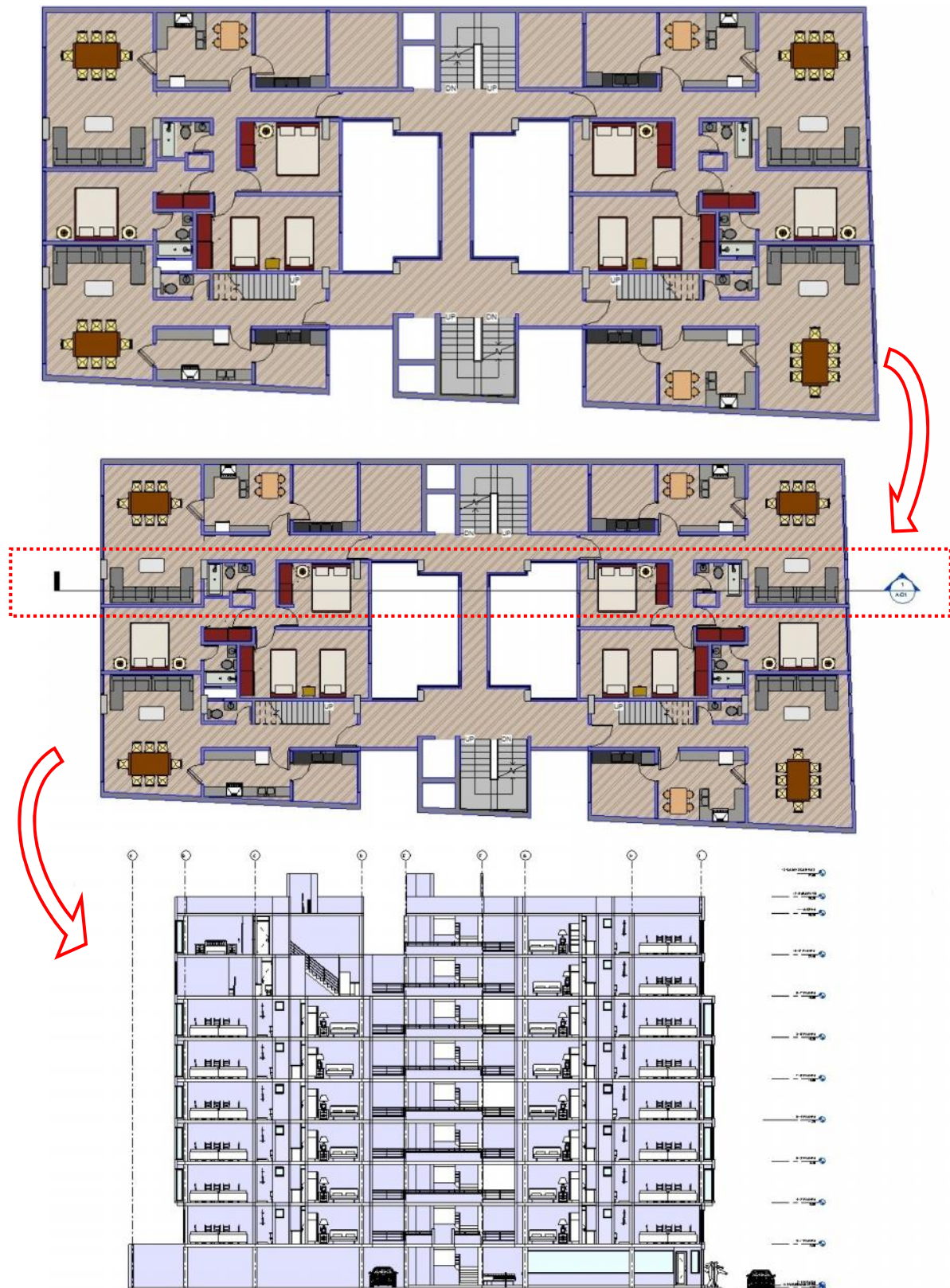


Figura 5.1: Generación de Secciones Automática

En cuestión de la presentación de planos, ambos presentan mucha calidad en sus presentaciones, es decir tanto en software tradicional como en software aplicativo a la tecnología BIM, ambos pueden desempeñarse de igual forma al momento de presentar una lámina. Esto se debe primordialmente a que ambos métodos pueden ser configurados de forma tal que se visualicen de la misma manera.

La etapa de documentación, es una de las etapas que demanda mayor tiempo; la documentación muchas veces es la principal herramienta de trabajo para la ejecución, por lo tanto debe ser una etapa que se desarrolle en el menor tiempo posible. La tecnología BIM ofrece esta herramienta para agilizar el proceso de documentación, es así que también representa una ventaja al momento de armar las láminas y configurar las escalas, el software permite crear las láminas de manera interactiva sin que las escalas representen un problema como sucede cuando se utiliza el programa tradicional, se tiene que configurar las diferentes escalas, y ajustar las diferentes vistas que se quieren obtener a dichas escalas. Es sabido que esto representa una ligera complicación para aquellos que no dominan el software con agilidad y experiencia. La metodología BIM mediante los diferentes softwares aplicativos, representa una gran diferencia al momento de generar o reproducir la documentación, ya que no sólo la diferencia se aprecia en el tiempo que demoran ambos en realizarse, sino también en la interacción que permite a los diferentes involucrados su participación en esta importante etapa del proyecto.

5.2 COMPARACIÓN DE METRADOS (CUANTIFICACIONES)

El análisis comparativo de las cuantificaciones o metrados, se basa principalmente en determinar la variación en cuanto a las dos metodologías que se están comparando. Esto con el fin de darnos un valor que nos permita tener una idea de qué tan acertadas son estas metodologías, para así poder darnos cuenta de la utilidad de esta nueva tecnología y su amplio beneficio frente a la tradicional forma de trabajar que se lleva a cabo en la actualidad.

Como se indicó antes, las cuantificaciones u obtención de metrados es un proceso extenso y muchas veces demanda tener conocimientos acerca de los diferentes procesos constructivos para las diversas especialidades que se desarrollan en un proyecto, es por eso que la tecnología BIM aporta a esta importante etapa del ciclo de vida del proyecto, una manera mucho

más sencilla de obtener dichos metrados. En el presente trabajo se tiene como objeto realizar una comparación entre la obtención de metrados mediante la metodología tradicional versus la metodología BIM. Para este análisis comparativo se ha tomado en cuenta las partidas que son frecuentemente las más influyentes, como son el concreto armado de las diferentes estructuras que componen la edificación; así también se ha considerado la parte de Arquitectura, con las cuantificaciones de las cuales se pueden tomar como base para obtener los metrados de las partidas de dicha especialidad.

A continuación se muestra un cuadro comparativo en el cual se exhiben los resultados para las diferentes cuantificaciones realizadas con ambas metodologías:

5.2.1 ESTRUCTURAS:

Tabla 5.1: Comparativo metrados - Estructuras

ELEMENTO	UNIDAD	METRADO		COMPARACION	
		METODO TRADICIONAL	METODO APLICANDO BIM	Variación	% Variación
Sub-zapatas	m3	77.37	77.34	0.03	0.04%
Solados	m3	9.11	8.99	0.12	1.32%
Zapatas	m3	77.38	77.34	0.04	0.05%
Vigas de cimentación	m3	19.79	19.81	0.02	0.10%
Muro de contención	m3	33.20	33.72	0.52	1.57%
Placas y Columnas	m3	486.88	490.76	3.88	0.80%
Vigas	m3	126.75	126.56	0.19	0.15%
Losa Aligerada	m3	15.83	16.06	0.23	1.45%
Losa Maciza	m3	10.94	11.17	0.23	2.10%
TOTAL	m3	857.25	861.75	4.50	0.52%

5.2.2 ARQUITECTURA:

Tabla 5.2: Comparativo Metrados - Arquitectura

ELEMENTO	UNIDAD	METRADO		COMPARACION	
		METODO TRADICIONAL	METODO APLICANDO BIM	Variación	% Variación
Muros de albañilería (Primer piso)	m2	486.31	483.14	3.17	0.65%
Pisos (primer piso)	m2	472.09	475.00	2.91	0.62%
TOTAL	m2	958.40	958.14	0.26	0.63%

Como se observa, los valores obtenidos para los diferentes ítems considerados, no presentan una diferencia notable, sino más bien se denotan valores bastante cercanos, por no decir semejantes. El porcentaje de variación en total de la especialidad de Estructuras es de 0.52%, mientras que en Arquitectura es de 0.63%; lo que se podría considerar como una mínima diferencia.

Los ítems en los que se presentan mayores diferencias, se pueden deber a diversos factores, como son los siguientes:

- El modelamiento puede no representar precisamente la metodología del procedimiento constructivo, como se explicó en el punto 5.2, los objetos modelados deben reflejar lo más cercanamente posible al método constructivo, para que de esta misma forma sea interpretado al momento de obtener las cuantificaciones y que estos valores representen lo que durante la ejecución se realice verdaderamente.
- El software aplicativo a la tecnología BIM, puede considerar a los elementos como estructurales o como arquitectónicos; es en este caso en el que los elementos presentan diferentes características, por ejemplo, las columnas físicamente pueden presentar una altura hasta el fondo de la viga peraltada, pero el software, al considerar este elemento como estructural, podría asumir la altura hasta el punto de unión con la viga, por lo que se estaría presentando una diferencia de alturas. Para evitar estas diferencias, se debe especificar claramente si el elemento se va a considerar como estructural o como arquitectónico, o de otra manera, al momento de

obtener las cuantificaciones, regir las cantidades bajo estas condiciones, para que de esta forma nos arrojen valores más cercanos.

El análisis comparativo realizado a la obtención de metrados de la metodología BIM con la metodología tradicional, nos ha dado resultados bastante parecidos y con un rango de diferencia bastante bajo, lo que significa que esta nueva metodología es confiable, siempre y cuando se sigan los lineamientos antes descritos. Este análisis comparativo no debe basarse solo en los valores obtenidos, sino también, al igual que la comparación en documentación, se debe basar en el tiempo, ya que en esta etapa, la diferencia de ambas metodologías es bastante. Como ya se indicó, la obtención de metrados es una etapa que demanda de personal capacitado, y así también de un tiempo considerable; mientras que la metodología BIM solo se basa en el modelo, es decir el modelo debe estar correctamente modelado, aunque este no sirva exclusivamente para la obtención de metrados, es como un repositorio del cual se puede obtener todo tipo de información relacionada a la edificación. En este caso, la comparación del factor tiempo, es superada considerablemente por esta nueva metodología, lo que representa una gran ventaja frente a la metodología tradicional.

5.3 VISUALIZACIÓN BIM 3-4-5-D vs. VISUALIZACIÓN CAD

Como ya anteriormente se ha descrito, un modelo tridimensional mantiene muchas ventajas frente a dibujos hechos en 2D. Más aún, si el modelo 3D es un modelo 3D-BIM, el modelo representa no solo una vasta amplitud al momento de la visualización, sino también en cuanto a la información contenida dentro del mismo. Pero es en este ítem, en el que se va a profundizar en los aspectos visibles para poder determinar una comparación en cuanto a ambas metodologías.

Actualmente, la metodología tradicional aplica los modelos 3D solamente a la especialidad de Arquitectura, en la metodología BIM encontramos un modelo que integra todas las especialidades comprendidas en el proyecto. Es en la parte arquitectónica, en la que el mercado ofrece una enorme variedad de programas de diseño, capaces de lograr modelos altamente realísticos. Tanto para ambas metodologías, estos programas tienen la versatilidad de importar archivos con distintos formatos, por lo que se hace mucho más fácil su uso incluso con nuevas tecnologías como son el BIM.

En la presente tesis, se tiene como caso de estudio un edificio de 9 pisos, el cual ha sido modelado en un software dinámico de modelado (aplicativo al BIM), pero así mismo nos permite exportarlo a softwares más desarrollados en cuanto a diseño, para crear imágenes renderizadas del modelo mucho más reales.

La visualización de un modelo BIM, puede darse de diversas formas y así también, de cualquier especialidad. Esto representa una amplia ventaja sobre la metodología de trabajo tradicional, ya que en esta sólo se aplica en una especialidad y de manera muy básica. En un modelo BIM-3D podemos aislar los objetos de las diferentes especialidades si queremos visualizar con mayor detalle alguna unión, intersección, etc; y ver cómo estos interactúan entre sí. De esta forma, es mucho más sencillo interpretar los planos y sirve de mucha ayuda durante la ejecución del proyecto.

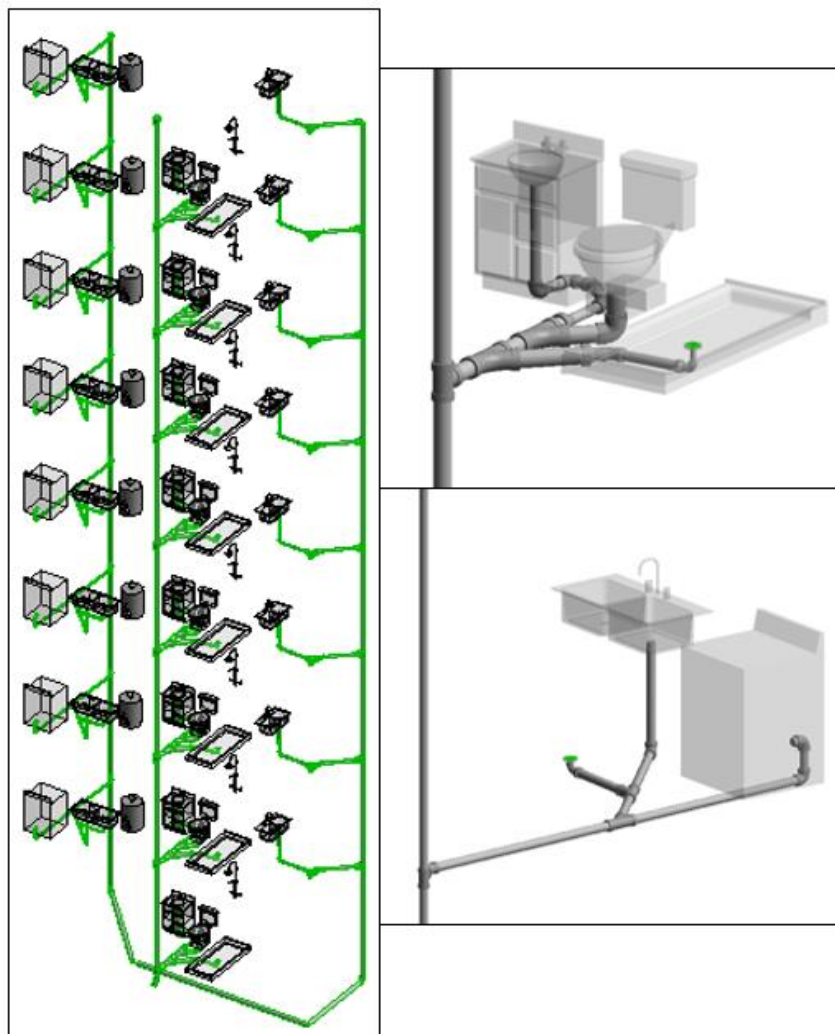


Figura 5.2: Visualización de la distribución de desagüe – Bloque 1

Por ejemplo, en la Figura 5.2, podemos observar la distribución del desagüe en uno de los bloques del edificio, se denotan los aparatos sanitarios, los ramales y montantes, así como también los detalles por separado para cada nivel.

Esto es una gran ventaja frente a la metodología tradicional, ya que en esta, para la especialidad de Sanitarias, se presentan los llamados “levantamientos isométricos”, en los cuales se representan las distribuciones de agua fría, caliente y desagüe, mediante un dibujo isométrico, el cual solo está compuesto de líneas y detalles simbólicos; lo cual representa una gran desventaja frente a una visualización 3D-BIM, en la que se puede visualizar las instalaciones sanitarias, y a su vez observar la arquitectura en la cual se contienen; a diferencia de un “levantamiento isométrico” en el cual simplemente se tiene que asumir la ubicación de acuerdo al recorrido que toman las diferentes tuberías. Cabe indicar en este punto, que estos “levantamientos isométricos”, se usaban antiguamente, en la actualidad ya no se hacen debido a lo tedioso y complicado que resulta.

Los modelos en 3D-BIM nos permiten visualizaciones que incorporan diferentes parámetros, es decir que ya no sólo se basa en la visualización gráfica y espacial, sino que también se suman aspectos como el tiempo y el costo. Esto referido al modelamiento 4D y 5D, ya que mediante estas herramientas, uno puede visualizar como se va a desarrollar el proyecto a través del tiempo, así como también la forma en que los costos van influyendo a lo largo del mismo. Esto representa una gran herramienta en la gestión del tiempo y costos, y a su vez la gestión de la construcción. Estos aspectos van manteniendo una relación constante, por lo que llevar un manejo así de específico agiliza los procesos, y mejor aún, ayuda a determinar cómo se está llevando a cabo el proyecto; es decir, es fácil predecir si se generarán atrasos y de la misma forma determinar las posibles soluciones y acciones a tomar para evitar que esto suceda.

CAPÍTULO 6 : CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 CONCLUSIONES

- La tecnología BIM ha sido analizada en sus principales aspectos en cuanto a la gestión de la construcción, habiéndose encontrado potentes herramientas, las cuales representan una ventaja bastante amplia con respecto a la metodología de trabajo tradicional. En este análisis se pudo comprobar, mediante la aplicación de esta tecnología a un edificio multifamiliar, que dichas herramientas se pueden aplicar directamente para una mejor gestión de la construcción. La actual metodología de trabajo presenta muchos vacíos en la comunicación que traen consigo consecuencias innecesarias, que de trabajarse mediante la metodología BIM se podrían ahorrar y muchas veces mejorar los flujos de trabajo integrando completamente a todos los involucrados.
- En el análisis de la aplicación de esta tecnología en la gestión de la construcción, se concluyó que esta metodología BIM se aplica a proyectos durante todo el ciclo de vida, pudiendo de esta forma, integrar las diferentes especialidades con los diferentes involucrados; a diferencia de la metodología tradicional, la cual tiene un flujo de trabajo diferente, en el cual se aíslan los procesos de diseño, documentación; lo cual como ya se analizó, generan diversos problemas.
- En la actualidad, son diversas las empresas que están optando por la implementación de esta nueva tecnología, que por sus beneficios y amplias ventajas, han representado mayores ganancias y una mejor forma de desarrollar los proyectos; nuestro país ya está en proceso de mejora de los estándares BIM con los que se espera en unos años, todos los proyectos se puedan llevar a cabo y de esta forma se mantenga un orden y no se trabaje con BIM sin una guía ni un flujo establecido.
- Mediante un modelo 3D-BIM integrado (compuesto por todas las especialidades), se pudo hacer un análisis de las interferencias e incompatibilidades detectadas en el proyecto, debido a que los diseños al haberse realizado de manera tradicional, nos han permitido detectar estos problemas.

- La tecnología BIM nos permite realizar un modelamiento 4-D que consiste en la simulación de la construcción del edificio, esto se puede realizar mediante un modelo 3D-BIM integrado asociado a una programación Gantt, esta herramienta nos permite mantener un control con respecto al tiempo, poder seguir la construcción de manera didáctica y eficaz; así como llevar balances de retrasos o adelantos.
- La tecnología BIM también nos permite mantener un control de los costos mediante su metodología de modelos 5D, los cuales incluyen el costo para su gestión y mejor manejo durante la ejecución del proyecto, y de esta forma nos da la capacidad de poder llevar el control de los costos mediante diversas herramientas que nos ayudan a determinar si el proyecto a lo largo de su ejecución se está manteniendo según lo planeado, o si se está perdiendo o ganando.
- Mediante esta tecnología, se ha demostrado que de acuerdo a los principios de la constructabilidad, la metodología BIM representa una herramienta fundamental para que los proyectos se desarrollen de manera eficaz y siguiendo los objetivos de la constructabilidad. Así mismo, se concluyó que la interacción Lean-BIM se relaciona mediante los principios Lean y las funcionalidades del BIM, por lo que se puede considerar que ambos se pueden aplicar a un proyecto y de esta forma mejorar la productividad.
- Del análisis comparativo realizado en la presente tesis entre la metodología BIM y la metodología tradicional, se concluye que en los diferentes aspectos en los cuales se hizo la comparación, la metodología BIM representa una forma de trabajo mucho más eficaz, permitiendo automatizar ciertas etapas en las que en la metodología tradicional se suele invertir mucho tiempo así como recurso humano, así mismo, la tecnología BIM mediante sus diversos softwares aplicativos, se convierte en una metodología más dinámica, no solo gráficamente, sino también que engloba factores como el recurso humano, la logística, la interrelación y la constructabilidad en los proyectos. Así mismo, en la comparación de metrados, se obtuvo un porcentaje de variación del 0.52% para la especialidad de Estructuras y de un 0.63% para la especialidad de Arquitectura; los cuales se consideran como diferencias con poca variación, lo que representa una herramienta bastante confiable para la obtención de metrados.

6.2 RECOMENDACIONES

- Se recomienda a las autoridades, docentes y demás participantes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Católica de Santa María, incluir en los planes de estudio esta metodología de trabajo, que representa una alternativa ventajosa en el desarrollo de un proyecto.
- Así mismo, se recomienda difundir estos temas mediante seminarios, conferencias o charlas hacia todos los profesionales y estudiantes de la carrera, que permitan la capacitación de los mismos, para que puedan mantenerse a la vanguardia de los avances en este rubro de la construcción.



BIBLIOGRAFÍA

- Alcántara, V., (s.f.). *Modelando en BIM 3D y 4D para la construcción: Caso Proyecto Universidad del Pacífico*. Recuperado de: <https://es.scribd.com/doc/243849198/Modelando-en-BIM-3D-y-4D-para-la-construccion-docx>
- Alcántara, V., (2013). *Metodología para minimizar las deficiencias de diseño basada en la Construcción Virtual usando Tecnologías BIM*. (Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil). Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería.
- Aliaga, G., (2012). *Implementación y metodología para la elaboración de modelos BIM para su aplicación en Proyectos Industriales Multidisciplinarios*, (Tesis para optar al título de Ingeniero Civil). Departamento de Ingeniería Civil, Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas, Universidad de Chile.
- Altez Villanueva, Luis Fernando (2009) *Asegurando el Valor en Proyectos de Construcción: Un estudio de Técnicas y Herramientas de Gestión de Riesgos en la Etapa de Construcción* (Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil) Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Artica, P. y López, M. (2013). *Aplicación de Modelos 4D para la Comunicación de la Programación durante la Construcción de Estructuras de Concreto Armado*. Tesis para optar el Grado Académico de: Magíster en Dirección de la Construcción). Programa de Maestría en Dirección de la Construcción, Escuela de Postgrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Baker, Beliveau, Nica Sylvia, Machell Williams, (2012) *Construction Management Through 5D Building Information Modeling with Alternative Design Considerations*. Worcester Polytechnic Institute
- Berdillana, F., (2008). *Tecnologías Informáticas para la Visualización de la Información y su uso en la Construcción: Los Sistemas 3D Inteligente*. (Tesis para optar el grado de maestro con mención en: Gestión y Administración de la Construcción). Sección de Postgrado, Facultad de Ingeniería Civil, Universidad Nacional de Ingeniería.
- BIM Forum (2013) Level of Development Specification for Building Information Models (www.bimforum.org/lod)
- Björk, B., (2007). *3D and 4D Modeling for Design and Construction Coordination: Issues and Lessons Learned*. Recuperado de: <http://itcon.org/2007/26/>
- Conover, D., (2009), *An Introduction To Building Information Modeling (BIM)-A Guide for ASHRAE Members*, Atlanta, Georgia:

American Society of Heating Refrigeration and Air-Conditioning Engineers.

- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R. y Liston, K. (2008), *BIM Handbook: A Guide to Building Information, Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*, New Jersey, United States of America: Jhon Wiley & Sons
- Echevarría Cavalié, Fernando (2007). *Asegurando el valor en proyectos de Construcción: Una guía estratégica para la selección y contratación del equipo del proyecto* (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil) Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Espinoza, J. y Pacheco, R. (2014). *Mejoramiento de la Constructabilidad mediante herramientas BIM*. (Tesis para optar el Grado Académico de: Magíster en Dirección de la Construcción). Programa de Maestría en Dirección de la Construcción, Escuela de Postgrado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Gómez, I. (2013). *Interacción de Procesos BIM sobre una vivienda del Movimiento Moderno: La Ville Savoye*. Escola Universitaria de Arquitectura Técnica.
- Gonzáles Guzmán, Fernanda Paz (2014). *Beneficios de la Coordinación de Proyectos BIM en Edificios Habitacionales* (Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil) Universidad de Chile.
- Hartmann, T., (2009). *How to link and present a 4D Model using Navisworks*. VISICO Center, University of Twente.
- Jernigan, F., (2008), *BIG BIM Little Bim: the practical approach to building information model*, Salysbury Maryland, United States: 4Site Press
- McKinney, K., Kim, J., Fischer, M. y Howard C., (s.f.). *Interactive 4D-CAD*. Recuperado de: <http://web.stanford.edu/group/4D/workspace/papers/asce-96.pdf>
- Orihuela A., Pablo y Orihuela A., Jorge (2003) *Constructabilidad en Pequeños Proyectos Inmobiliarios – Motiva S.A*. VII Congreso Iberoamericano de Construcción y Desarrollo Inmobiliario M.D.I. Perú 2003.
- Quiroz, J., DCV Consultores, (s.f.). *BIM: Infraestructura y Vivienda para Construir Mejores Ciudades*. Recuperado de: http://www.fiic.la/28_Congreso_FIIC_Peru/12%20Jorge%20QuirQu%20-%20DCV%20Consultores%20-%20-%20BIM%20-%20Peru.pdf
- Riccer Salvatierra, Damarys Madaleine y Solórzano Esparza, Milton Alejandro (2014). *Modelo de Gestión integrando nuevas tecnologías de Información para gestionar eficientemente el proyecto*

- “*Condominio Residencial Sol de Villa*” Trujillo-Perú. (Tesis para optar el título de Ingeniero Civil) Universidad Privada Antenor Orrrego
- Rondón Villareal, Denny Tatiana y Muñoz Trillos, Gustavo Adolfo (2010) *Análisis de los Problemas de Constructabilidad en Proyectos de Edificación aplicados a la etapa de diseño e Ingeniería*. Universidad Pontificia Bolivariana – Especialización en Gerencia e Interventoría de Obras Civiles.
 - Rojas, R., René Lagos Engineers, (s.f.). *BIM (Building Information Modeling): Un cambio de Paradigmas*. Recuperado de: http://www.fiic.la/fiic_chile/2%20-%201%20Ricardo%20Rojas%20-%20BIM.pdf
 - Sacks, Koskela, Dave and Owen, (2009). *The Interaction of Lean and Building Information Modeling in Construction*
 - Salinas, J. y Ulloa K., (2014). *Implementación de BIM en Proyectos Inmobiliarios*. Recuperado de: <http://repositorioacademico.upc.edu.pe/upc/bitstream/10757/324941/1/ImplementacionBIM.pdf>
 - Taboada, G.; Alcántara, V.; Lovera, D., Santos, R. y Diego, J. (2011). (s.f.). *Detección de interferencias e incompatibilidades en el diseño de proyectos de edificaciones usando tecnologías BIM*. Recuperado de: <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/iigeo/article/view/672>
 - Tapia García María Teresa, (2012). *La Constructibilidad y su Administración de Empresas de Infraestructura en México* (Tesis para optar el Grado de Maestro en Ingeniería (Construcción), Programa de Maestría Y Doctorado en Ingeniería, Universidad Nacional Autónoma de México.
 - The Construction Users Roundtable (2010), *Bim Implementation: An Owners Guide to Getting Started*, Cincinnati, Ohio: CURT.
 - Trujillo Minaya, Julio César (2014) *Desarrollo de un Proyecto Inmobiliario de Oficinas Prime en el Distrito de Magdalena del Mar, Lima-Perú*. (Tesis para optar el Grado de Magíster en Gestión y Dirección de Empresas Constructoras e Inmobiliarias, Pontificia Universidad Católica del Perú.
 - Ulloa Román, Karem y Salinas Saavedra (2013) *Mejoras en la Implementación de BIM en los Procesos de Diseño y Construcción de la Empresa Marcan* (Tesis para optar el Grado de Magíster en Dirección de la Construcción, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Escuela de Postgrado.
 - Vargas Sota, Jorge Carlos (2007) *Aplicación de Herramientas para la Visualización y para el Flujo de la Información en un Proyecto de*

Edificación. Ventajas de los Sistemas 4D en la Construcción de Edificios (Tesis para Optar el Título de Ingeniero Civil) Pontificia Universidad Católica del Perú.

- Vásquez, J., (2006). *El Lean Design y su aplicación a los proyectos de edificación*, (Tesis para optar el Título de Ingeniero Civil). Facultad de Ciencias e Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Wang, L., (2003). *Using 4D Modeling to advance Construction Visualization in Engineering Education*. Computer Integrated Construction Research Program, Department of Architectural Engineering, The Pennsylvania State University.
- Zaje, S., Autodesk, (2011). *BIM (Modelos de información para la construcción)*. Recuperado de: http://www.sonda-mcolatam.com/pdfs/BIM-ExpoConstruccion_Sonda-Autodesk.pdf



ANEXO A

LEAN – BIM: MATRIZ DE INTERACCION

Lean Principles	BIM Functionality		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	
	1	2																									
Visualization of form	1	1,2																									
	2	1	22																								
Rapid generation and evaluation of multiple design alternatives	3	9	22	51																							
	4		10	12																							
Maintenance of information and design model integrity	5	1,2	1	12																							
	6	11	11																								
Automated generation of drawings and documents	7	12	12	22																							
	8	11	22	(52)	53																						
Collaboration in design and construction	9		23																								
	10	2,13	24																								
Rapid generation and evaluation of multiple construction plan alternatives	11	14	25	(29)																							
	12		25	(29)																							
Online/electronic object-based communication	13	2	40	25	(29)																						
	14		29	26	30	30																					
	15	18	26	30	30																						
	16	19	27																								
	17		20	28																							
	18		21		30	30																					

ANEXO B

PRESUPUESTO - EDIFICIO ROOSEVELT

Costos a: **Noviembre 2015**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	P.U. (S./)	PARCIAL (S./)
01.00	ESTRUCTURAS				
01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
01.01.01	Excavación de cimentación	m3	389.24	46.48	18,091.88
01.01.02	Relleno con material simple	m3	205.76	30.72	6,320.95
01.02	CONCRETO SIMPLE				
01.02.01	SUB-ZAPATAS				
01.02.01.01	Concreto f'c=175 kg/cm2 para sub-zapatatas	m3	54.94	212.72	11,686.84
01.02.02	Concreto f'c=175 kg/cm2 para sub-zapatatas muro de contención	m3	22.40	212.72	4,764.93
01.02.03	Solado para vigas de cimentación	m3	8.99	235.23	2,114.72
01.03	CONCRETO ARMADO				
01.03.01	ZAPATAS				
01.03.01.01	Concreto f'c=210 kg/cm2 para zapatas	m3	77.34	290.83	22,492.79
01.03.01.02	Acero f'y=4200 kg/cm2 para zapatas	kg	4,517.12	4.44	20,056.01
01.03.02	VIGAS DE CIMENTACION				
01.03.02.01	Concreto f'c=210 kg/cm2 para vigas de cimentación	m3	19.81	311.55	6,171.81
01.03.02.02	Acero f'y=4200 kg/cm2 para vigas de cimentación	kg	2,347.13	4.44	10,421.26
01.03.02.03	Encofrado y desencofrado de vigas de cimentación	m2	49.68	38.93	1,934.04
01.03.03	MURO DE CONTENCION				
01.03.03.01	Concreto f'c=210 kg/cm2 para muro de contención	m3	33.72	439.97	14,835.79
01.03.03.02	Acero f'y=4200 kg/cm2 para muro de contención	kg	2,044.03	4.44	9,075.49
01.03.03.03	Encofrado y desencofrado de muro de contención	m2	121.41	41.61	5,051.87
01.03.04	COLUMNAS				
01.03.04.01	Concreto f'c=210 kg/cm2 para columnas	m3	541.34	463.17	250,732.45
01.03.04.02	Acero f'y=4200 kg/cm2 para columnas	kg	14,811.40	4.44	65,762.62
01.03.04.03	Encofrado y desencofrado de columnas	m2	8,161.42	50.11	408,968.76
01.03.05	VIGAS				
01.03.05.01	Concreto f'c=210 kg/cm2 para vigas	m3	126.56	335.57	42,469.74
01.03.05.02	Acero f'y=4200 kg/cm2 para vigas	kg	22,794.69	4.44	101,208.42
01.03.05.03	Encofrado y desencofrado para vigas	m2	1,209.13	70.08	84,735.83
01.03.06	LOSAS ALIGERADAS				
01.03.06.01	Concreto f'c=210 kg/cm2 para losas aligeradas	m3	286.07	315.60	90,283.69
01.03.06.02	Acero f'y=4200 kg/cm2 para losas aligeradas	kg	15,507.17	4.44	68,851.83

Costos a: **Noviembre 2015**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	METRADO	P.U. (S/.)	PARCIAL (S/.)
01.03.06.03	Encofrado y desencofrado para losas aligeradas	m2	3,163.72	53.37	168,847.74
01.03.06.04	Ladrillo hueco de arcilla para losas aligeradas	und	26,895.00	3.18	85,526.10
01.03.07	LOSAS MACIZAS				
01.03.07.01	Concreto f'c=210 kg/cm2 para losas macizas	m3	83.42	335.57	27,993.25
01.03.07.02	Acero f'y=4200 kg/cm2 para losas macizas	kg	3,638.72	4.44	16,155.92
01.03.07.03	Encofrado y desencofrado para losas macizas	m2	283.06	57.47	16,267.46
01.03.08	ESCALERAS				
01.03.08.01	Concreto f'c=210 kg/cm2 para escaleras	m3	56.35	476.53	26,852.47
01.03.08.02	Acero f'y=4200 kg/cm2 para escaleras	kg	2,609.59	4.44	11,586.58
01.03.08.03	Encofrado y desencofrado para escaleras	m2	197.34	62.59	12,351.51
02.00	ARQUITECTURA				
02.01	Muros de albañilería	m2	7,001.07	52.92	370,496.62
02.02	Piso de parquet	m2	5,658.00	51.98	294,102.84
02.03	Puertas	m2	856.00	190.42	162,999.52
02.04	Ventanas	m2	1,898.00	141.31	268,206.38
	COSTO DIRECTO				2,707,418.09
	GASTOS GENERALES (10%)				270,741.81
	UTILIDAD (8%)				216,593.45
	SUB TOTAL				3,194,753.34
	IGV (18%)				575,055.60
	TOTAL				3,769,808.95

ANEXO C

PRESUPUESTO DESAGREGADO - EDIFICIO ROOSEVELT

Costos a: **Noviembre 2015**

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	Costo unit. Materiales	Costo Unit. Mano de Obra	Costo Unit. Equipos	Costo Total Materiales	Costo Total Mano de Obra	Costo Total Equipos
01.00	ESTRUCTURAS							
01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS							
01.01.01	Excavación de cimentación	m3	-	44.27	2.21	-	17,231.65	860.22
01.01.02	Relleno con material simple	m3	0.68	21.17	8.87	139.92	4,355.94	1,825.09
01.02	CONCRETO SIMPLE							
01.02.01	SUB-ZAPATAS							
01.02.01.01	Concreto f'c=175 kg/cm2 para sub-zapatras	m3	140.82	61.54	10.36	7,736.65	3,381.01	569.18
01.02.02	Concreto f'c=175 kg/cm2 para sub-zapatras muro de contención	m3	140.82	61.54	10.36	3,154.37	1,378.50	232.06
01.02.03	Solado para vigas de cimentación	m3	216.3	17.7	1.23	1,944.54	159.12	11.06
01.03	CONCRETO ARMADO							
01.03.01	ZAPATAS							
01.03.01.01	Concreto f'c=210 kg/cm2 para zapatas	m3	209.58	67.62	13.63	16,208.92	5,229.73	1,054.14
01.03.01.02	Acero f'y=4200 kg/cm2 para zapatas	kg	3.19	1.07	0.18	14,409.61	4,833.32	813.08
01.03.02	VIGAS DE CIMENTACION							
01.03.02.01	Concreto f'c=210 kg/cm2 para vigas de cimentación	m3	209.98	84.52	17.05	4,159.70	1,674.34	337.76
01.03.02.02	Acero f'y=4200 kg/cm2 para vigas de cimentación	kg	3.19	1.07	0.18	7,487.34	2,511.43	422.48
01.03.02.03	Encofrado y desencofrado de vigas de cimentación	m2	7.21	28.26	3.46	358.19	1,403.96	171.89
01.03.03	MURO DE CONTENCION							
01.03.03.01	Concreto f'c=210 kg/cm2 para muro de contención	m3	211.63	195.27	33.07	7,136.16	6,584.50	1,115.12
01.03.03.02	Acero f'y=4200 kg/cm2 para muro de contención	kg	3.19	1.07	0.18	6,520.46	2,187.11	367.93
01.03.03.03	Encofrado y desencofrado de muro de contención	m2	16.17	24.70	0.74	1,963.20	2,998.83	89.84
01.03.04	COLUMNAS							
01.03.04.01	Concreto f'c=210 kg/cm2 para columnas	m3	211.99	214.8	36.38	114,758.67	116,279.83	19,693.95
01.03.04.02	Acero f'y=4200 kg/cm2 para columnas	kg	3.19	1.07	0.18	47,248.37	15,848.20	2,666.05
01.03.04.03	Encofrado y desencofrado de columnas	m2	19.75	29.48	0.88	161,188.05	240,598.66	7,182.05
01.03.05	VIGAS							
01.03.05.01	Concreto f'c=210 kg/cm2 para vigas	m3	209.98	107.4	18.19	26,575.07	13,592.54	2,302.13
01.03.05.02	Acero f'y=4200 kg/cm2 para vigas	kg	3.19	1.07	0.18	72,715.06	24,390.32	4,103.04
01.03.05.03	Encofrado y desencofrado para vigas	m2	24.54	44.21	1.33	29,672.05	53,455.64	1,608.14
01.03.06	LOSAS ALIGERADAS							
01.03.06.01	Concreto f'c=210 kg/cm2 para losas aligeradas	m3	209.79	91.01	14.8	60,014.63	26,035.23	4,233.84
01.03.06.02	Acero f'y=4200 kg/cm2 para losas aligeradas	kg	3.19	1.07	0.18	49,467.87	16,592.67	2,791.29
01.03.06.03	Encofrado y desencofrado para losas aligeradas	m2	16.94	35.37	1.06	53,593.42	111,900.78	3,353.54
01.03.06.04	Ladrillo hueco de arcilla para losas aligeradas	und	2.33	0.83	0.02	62,665.35	22,322.85	537.90
01.03.07	LOSAS MACIZAS							
01.03.07.01	Concreto f'c=210 kg/cm2 para losas macizas	m3	209.98	107.4	18.19	17,516.53	8,959.31	1,517.41
01.03.07.02	Acero f'y=4200 kg/cm2 para losas macizas	kg	3.19	1.07	0.18	11,607.52	3,893.43	654.97
01.03.07.03	Encofrado y desencofrado para losas macizas	m2	27.11	29.48	0.88	7,673.76	8,344.61	249.09

ITEM	DESCRIPCION	UNIDAD	Costo unit. Materiales	Costo Unit. Mano de Obra	Costo Unit. Equipos	Costo Total Materiales	Costo Total Mano de Obra	Costo Total Equipos
01.03.08	ESCALERAS							
01.03.08.01	Concreto f'c=210 kg/cm ² para escaleras	m ³	211.99	227.52	37.02	11,945.64	12,820.75	2,086.08
01.03.08.02	Acero f'y=4200 kg/cm ² para escaleras	kg	3.19	1.07	0.18	8,324.59	2,792.26	469.73
01.03.08.03	Encofrado y desencofrado para escaleras	m ²	26.16	35.37	1.06	5,162.41	6,979.92	209.18
02.00	ARQUITECTURA							
02.01	Muros de albañilería	m ²	26.2	25.45	1.27	183,428.03	178,177.23	8,891.36
02.02	Piso de parquet	m ²	21.41	28.63	1.94	121,137.78	161,988.54	10,976.52
02.03	Puertas	m ²	68.11	108.9	13.41	58,302.16	93,218.40	11,478.96
02.04	Ventanas	m ²	126.79	14.21	0.31	240,647.42	26,970.58	588.38
	COSTO DIRECTO					1,414,863.43	1,199,091.19	93,463.47
	GASTOS GENERALES (10%)					141,486.34	119,909.12	9,346.35
	UTILIDAD (8%)					113,189.07	95,927.30	7,477.08
	SUB TOTAL					1,669,538.84	1,414,927.60	110,286.90
	IGV (18%)					300,516.99	254,686.97	19,851.64
	TOTAL					1,970,055.84	1,669,614.57	130,138.54



ANEXO D
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Análisis de precios unitarios

Presupuesto	EDIFICIO ROOSEVELT					Fecha presupuesto	30/11/2015
Subpresupuesto	001 ESTRUCTURAS						
Partida	01.01.01	EXCAVACION DE CIMENTACION					
Rendimiento	m3/DIA	2.9500	EQ. 2.8600	Costo unitario directo por : m3		46.47	
	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
	CAPATAZ		hh	0.1000	0.2712	23.08	6.26
	PEON		hh	1.0000	2.7119	14.33	38.86
							45.12
	Equipos						
	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	1.35	1.35
							1.35
Partida	01.01.02	RELLENO COMPACTADO A MANO-MAT. PROPIO					
Rendimiento	m3/DIA	17.000	EQ. 17.0000	Costo unitario directo por : m3		30.72	
	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0467	23.08	1.08
	PEON		hh	3.0000	1.4019	14.33	20.09
							21.17
	Materiales						
	ACEITE PARA MOTOR SAE-30		gl		0.0143	47.21	0.68
							0.68
	Equipos						
	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	0.64	0.64
	COMPACTADORA 5.8 HP		hm	1.0000	0.4673	17.62	8.24
							8.87
Partida	01.02.01	CONCRETO F'C=175 KG/CM2 PARA SUB-ZAPATAS					
Rendimiento	m3/DIA	20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m3		212.72	
	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		hh	1.0000	0.5522	19.23	10.62
	CAPATAZ		hh	0.2000	0.1104	23.08	2.55
	OFICIAL			1.0000	0.5522	15.94	8.80
	PEON		hh	5.0000	2.7611	14.33	39.57
							61.54
	Materiales						

ACEITE PARA MOTOR SAE-30	gl		0.0061	47.21	0.29
CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 KG)	bol		5.6000	19.50	109.06
GASOLINA 84 OCTANOS	gl		0.2500	9.50	2.38
HORMIGON	m3		1.0500	27.00	28.35
AGUA	m3		0.1500	5.00	0.75
					140.82
Equipos					
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.85	1.85
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.0000	0.40	4.90	1.96
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.0000	0.40	16.38	6.55
					10.36

Partida 01.02.01.01 CONCRETO F'c=175 KG/CM2 PARA SUB-ZAPATAS MURO CONTENCIÓN

Rendimiento	m3/DIA	20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m3	212.72	
Descripción Recurso	Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh		1.0000	0.5522	19.23	10.62
CAPATAZ	hh		0.2000	0.1104	23.08	2.55
OFICIAL			1.0000	0.5522	15.94	8.80
PEON	hh		5.0000	2.7611	14.33	39.57
						61.54
Materiales						
ACEITE PARA MOTOR SAE-30	gl			0.0061	47.21	0.29
CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 KG)	bol			5.6000	19.50	109.06
GASOLINA 84 OCTANOS	gl			0.2500	9.50	2.38
HORMIGON	m3			1.0500	27.00	28.35
AGUA	m3			0.1500	5.00	0.75
						140.82
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			3.0000	1.85	1.85
VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.0000		0.40	4.90	1.96
MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.0000		0.40	16.38	6.55
						10.36

Partida 01.02.03 SOLADO PARA VIGAS DE CIMENTACION

Rendimiento	m3/DIA	13.0000	EQ. 13.0000	Costo unitario directo por : m3	235.23	
Descripción Recurso	Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh		1.0000	0.6154	19.23	11.83
CAPATAZ	hh		0.1000	0.0615	23.08	1.42
OFICIAL			2.0000	1.2308	15.94	19.62
PEON	hh		5.0000	3.0769	14.33	44.09
						76.96
Materiales						
ACEITE PARA MOTOR SAE-30	gl			0.0051	47.21	0.24
CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 KG)	bol			5.7000	19.50	111.15
GASOLINA 84 OCTANOS	gl			0.2500	9.50	2.38
HORMIGON	m3			1.0500	27.00	28.35
AGUA	m3			0.1500	5.00	0.75

						142.86
Equipos						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	3.0000	2.31	2.31	
	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50*	hm	1.0000	0.62	4.90	3.02
	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.0000	0.62	16.38	10.08
						15.40
Partida	01.03.01.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA ZAPATAS				
Rendimiento	m3/DIA	15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m3	290.83	
	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.5286	19.23	10.16
	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0529	23.08	1.22
	OPERARIO	hh	1.0000	0.5286	18.80	9.94
	OFICIAL	hh	1.0000	0.5286	15.94	8.43
	PEON	hh	5.0000	2.6429	14.33	37.87
						67.62
	Materiales					
	ARENA GRUESA	m3		0.4200	37.14	15.60
	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.8400	42.85	35.99
	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 KG)	bol		8.1000	19.50	157.09
	AGUA	m3		0.1800	5.00	0.90
						209.58
	Equipos					
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.29	2.29
	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50*	hm	1.0000	0.53	4.90	2.61
	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.0000	0.53	16.38	8.73
						13.63
Partida	01.03.01.02	ACERO F'Y=4200 KG/CM2 PARA ZAPATAS				
Rendimiento	kg/DIA	260.0000	EQ. 260.0000	Costo unitario directo por : m3	4.44	
	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
	OPERARIO	hh	1.0000	0.0308	18.80	0.58
	OFICIAL	hh	1.0000	0.0308	15.94	0.49
						1.07
	Materiales					
	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO	kg		0.0600	3.45	0.21
	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60	kg		1.1000	2.65	2.92
	DISCO DE CORTE DE FIERRO	und		0.0080	8.00	0.06
						3.19
	Equipos					
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.03	0.03
	AMOLADORA ANGULAR DE 9"	hm	1.0000	0.03	4.90	0.15
						0.18
Partida	01.03.02.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA VIGAS DE CIMENTACION				

Rendimiento	m3/DIA	15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m3	311.55		
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.5196	19.23	9.99	
	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0520	23.08	1.20	
	OPERARIO	hh	2.0000	1.0392	18.80	19.54	
	OFICIAL	hh	2.0000	1.0392	15.94	16.56	
	PEON	hh	5.0000	2.5979	14.33	37.23	
						84.52	
Materiales							
	ARENA GRUESA	m3		0.4200	37.14	15.60	
	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.8400	42.85	35.99	
	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 KG)	bol		8.1000	19.50	157.48	
	AGUA	m3		0.1800	5.00	0.90	
						209.98	
Equipos							
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.54	2.54	
	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.0000	0.68	4.90	3.35	
	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.0000	0.68	16.38	11.17	
						17.05	

Partida 01.03.02.02 ACERO F'Y=4200 KG/CM2 PARA VIGAS DE CIMENTACION

Rendimiento	kg/DIA	260.0000	EQ. 260.0000	Costo unitario directo por : m3	4.44		
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
	OPERARIO	hh	1.0000	0.0308	18.80	0.58	
	OFICIAL	hh	1.0000	0.0308	15.94	0.49	
						1.07	
Materiales							
	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO	kg		0.0600	3.45	0.21	
	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60	kg		1.1000	2.65	2.92	
	DISCO DE CORTE DE FIERRO	und		0.0080	8.00	0.06	
						3.19	
Equipos							
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.03	0.03	
	AMOLADORA ANGULAR DE 9"	hm	1.0000	0.03	4.90	0.15	
						0.18	

Partida 01.03.02.03 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS DE CIMENTACION

Rendimiento	m2/DIA	15.0000	EQ. 15.0000	Costo unitario directo por : m2	38.93		
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra							
	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0533	23.08	1.23	
	OPERARIO	hh	1.0000	0.5333	18.80	10.03	
	OFICIAL	hh	2.0000	1.0667	15.94	17.00	

							28.26
Materiales							
	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO	kg		0.3500	3.50	1.23	
	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"	kg		0.0500	3.50	0.18	
	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1300	3.50	0.46	
	LISTONES DE 2"x3"x10'	und		0.2600	10.10	2.63	
	DURMIENTE DE ROLLIZO 3"x10"	und		0.2700	10.10	2.73	
							7.21
Equipos							
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.85	0.85	
	SIERRA CIRCULAR	hm	1.0000	0.53	4.90	2.61	
							3.46
Partida	01.03.03.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA MURO DE CONTENCIÓN					
Rendimiento	m3/DIA	8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : m3		439.97	
	Descripción Recurso	Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh		1.0000	0.9965	19.23	19.16
	CAPATAZ	hh		0.3000	0.2990	23.08	6.90
	OPERARIO	hh		2.0000	1.9931	18.80	37.47
	OFICIAL	hh		2.0000	1.9931	15.94	31.77
	PEON	hh		7.0000	6.9758	14.33	99.96
							195.27
Materiales							
	ARENA GRUESA	m3		0.4200	37.14	15.60	
	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.8400	42.85	35.99	
	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 KG)	bol		8.2000	19.50	159.14	
	AGUA	m3		0.1800	5.00	0.90	
							211.63
Equipos							
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	5.86	5.86	
	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.0000	1.28	4.90	6.27	
	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.0000	1.28	16.38	20.94	
							33.07
	01.03.03.02	ACERO FY=4200 KG/CM2 PARA MURO DE CONTENCIÓN					
	kg/DIA	260.0000	EQ. 260.0000	Costo unitario directo por : m3		4.44	
	Descripción Recurso	Unidad		Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
	OPERARIO	hh		1.0000	0.0308	18.80	0.58
	OFICIAL	hh		1.0000	0.0308	15.94	0.49
							1.07
Materiales							
	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO	kg		0.0600	3.45	0.21	
	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60	kg		1.1000	2.65	2.92	
	DISCO DE CORTE DE FIERRO	und		0.0080	8.00	0.06	
							3.19

Equipos						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.03	0.03
	AMOLADORA ANGULAR DE 9"	hm	1.0000	0.03	4.90	0.15
						0.18
01.03.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MURO DE CONTENCION					
m2/DIA	12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m2		41.61	
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra						
	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0667	23.08	1.54
	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	18.80	12.53
	OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	15.94	10.63
						24.70
Materiales						
	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO	kg		0.2000	3.50	0.70
	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"	kg		0.2000	3.50	0.70
	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1500	3.50	0.53
	MADERA TORNILLO	p2		3.5000	4.07	14.25
						16.17
Equipos						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.74	0.74
						0.74
Partida	01.03.04.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA COLUMNAS				
Rendimiento	m3/DIA	8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : m3		463.16
Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
Mano de Obra						
	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	1.0215	19.23	19.64
	CAPATAZ	hh	0.3000	0.3065	23.08	7.07
	OPERARIO	hh	2.0000	2.0430	18.80	38.41
	OFICIAL	hh	2.0000	2.0430	15.94	32.57
	PEON	hh	8.0000	8.1721	14.33	117.11
						214.80
Materiales						
	ARENA GRUESA	m3		0.4200	37.14	15.60
	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.8400	42.85	35.99
	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 KG)	bol		8.2000	19.50	159.49
	AGUA	m3		0.1800	5.00	0.90
						211.99
Equipos						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	6.44	6.44
	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.5000	1.41	4.90	6.89
	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.5000	1.41	16.38	23.04
						36.38
01.03.04.02	ACERO F'Y=4200 KG/CM2 PARA COLUMNAS					

kg/DIA	260.0000	EQ. 260.0000	Costo unitario directo por : m3		4.44	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
OPERARIO		hh	1.0000	0.0308	18.80	0.58
OFICIAL		hh	1.0000	0.0308	15.94	0.49
						1.07
Materiales						
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO		kg		0.0600	3.45	0.21
ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60		kg		1.1000	2.65	2.92
DISCO DE CORTE DE FIERRO		und		0.0080	8.00	0.06
						3.19
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	0.03	0.03
AMOLADORA ANGULAR DE 9"		hm	1.0000	0.03	4.90	0.15
						0.18
01.03.04.03			ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS DE COLUMNAS			
m2/DIA	12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m2		50.11	
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0667	23.08	1.54
OPERARIO		hh	1.0000	0.6667	18.80	12.53
OFICIAL		hh	1.0000	0.6667	15.94	10.63
PEON		hh	0.5000	0.3333	14.33	4.78
						29.48
Materiales						
ALAMBRE NEGRO RECOCIDO		kg		0.3000	3.50	1.05
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"		kg		0.2500	3.50	0.88
CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0.1500	3.50	0.53
MADERA TORNILLO		p2		4.2500	4.07	17.30
						19.75
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	0.88	0.88
						0.88
Partida	01.03.05.01		CONCRETO FC=210 KG/CM2 PARA VIGAS			
Rendimiento	m3/DIA	12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m3		335.57
Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra						
OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO		hh	1.0000	0.6602	19.23	12.70
CAPATAZ		hh	0.1000	0.0660	23.08	1.52
OPERARIO		hh	2.0000	1.3205	18.80	24.82
OFICIAL		hh	2.0000	1.3205	15.94	21.05
PEON		hh	5.0000	3.3011	14.33	47.31

							107.40
		Materiales					
		ARENA GRUESA	m3		0.4200	37.14	15.60
		PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.8400	42.85	35.99
		CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 KG)	bol		8.0000	19.50	157.48
		AGUA	m3		0.1800	5.00	0.90
							209.98
		Equipos					
		HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	3.22	3.22
		VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.0000	0.72	4.90	3.53
		MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.0000	0.70	16.38	11.44
							18.19
Partida	01.03.05.02	ACERO F'Y=4200 KG/CM2 PARA VIGAS					
Rendimiento	kg/DIA	260.0000	EQ. 260.0000		Costo unitario directo por : m3	4.44	
	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
	OPERARIO		hh	1.0000	0.0308	18.80	0.58
	OFICIAL		hh	1.0000	0.0308	15.94	0.49
							1.07
	Materiales						
	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO		kg		0.0600	3.45	0.21
	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60		kg		1.1000	2.65	2.92
	DISCO DE CORTE DE FIERRO		und		0.0080	8.00	0.06
							3.19
	Equipos						
	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	0.03	0.03
	AMOLADORA ANGULAR DE 9"		hm	1.0000	0.03	4.90	0.15
							0.18
Partida	01.03.05.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE VIGAS					
Rendimiento	m2/DIA	8.0000	EQ. 8.0000		Costo unitario directo por : m2	70.08	
	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra						
	CAPATAZ		hh	0.1000	0.1000	23.08	2.31
	OPERARIO		hh	1.0000	1.0000	18.80	18.80
	OFICIAL		hh	1.0000	1.0000	15.94	15.94
	PEON		hh	0.5000	0.5000	14.33	7.17
							44.21
	Materiales						
	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO		kg		0.3000	3.50	1.05
	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"		kg		0.2500	3.50	0.88
	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg		0.1700	3.50	0.60
	MADERA TORNILLO		p2		5.4100	4.07	22.02
							24.54
	Equipos						
	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	1.33	1.33

1.33

Partida	01.03.06.01 CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA LOSAS ALIGERADAS					
Rendimiento	m3/DIA	12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m3	315.60	
	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.6874	19.23	13.22
	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0687	23.08	1.59
	OPERARIO	hh	2.0000	1.3748	18.80	25.85
	OFICIAL	hh	1.0000	0.6874	15.94	10.96
	PEON	hh	4.0000	2.7496	14.33	39.40
						91.01
	Materiales					
	ARENA GRUESA	m3		0.4200	37.14	15.60
	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.8400	42.85	35.99
	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 KG)	bol		8.0000	19.50	157.30
	AGUA	m3		0.1800	5.00	0.90
						209.79
	Equipos					
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	2.73	2.73
	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.0000	0.57	4.90	2.79
	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.0000	0.57	16.38	9.28
						14.80

Partida	01.04.02.01 ACERO F'Y=4200 KG/CM2 PARA LOSAS ALIGERADAS					
Rendimiento	kg/DIA	260.0000	EQ. 260.0000	Costo unitario directo por : m3	4.44	
	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra					
	OPERARIO	hh	1.0000	0.0308	18.80	0.58
	OFICIAL	hh	1.0000	0.0308	15.94	0.49
						1.07
	Materiales					
	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO	kg		0.0600	3.45	0.21
	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60	kg		1.1000	2.65	2.92
	DISCO DE CORTE DE FIERRO	und		0.0080	8.00	0.06
						3.19
	Equipos					
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.03	0.03
	AMOLADORA ANGULAR DE 9"	hm	1.0000	0.03	4.90	0.15
						0.18

Partida	01.03.06.03 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE LOSAS ALIGERADAS					
Rendimiento	m2/DIA	10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m2	53.37	
	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.

Mano de Obra							
	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0800	23.08	1.85	
	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	18.80	15.04	
	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	15.94	12.75	
	PEON	hh	0.5000	0.4000	14.33	5.73	
						35.37	
Materiales							
	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO	kg		0.3000	3.50	1.05	
	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"	kg		0.2500	3.50	0.88	
	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"	kg		0.1500	3.50	0.53	
	MADERA TORNILLO	p2		3.5600	4.07	14.49	
						16.94	
Equipos							
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.06	1.06	
						1.06	
Partida	01.03.06.04	LADRILLO HUECO DE ARCILLA PARA LOSAS ALIGERADAS					
Rendimiento	und/DIA	1,600.0000	EQ. 1,600.0000	Costo unitario directo por : und		3.18	
	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0005	23.08	0.01	
	OPERARIO	hh	1.0000	0.0050	18.80	0.09	
	OFICIAL	hh	1.0000	0.0050	15.94	0.08	
	PEON	hh	9.0000	0.0450	14.33	0.64	
						0.83	
	Materiales						
	LADRILLO PARA TECHO	und		1.0500	2.22	2.33	
						2.33	
	Equipos						
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.02	0.02	
						0.02	
Partida	01.03.07.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA LOSAS MACIZAS					
Rendimiento	m3/DIA	12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m3		335.57	
	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
	Mano de Obra						
	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.6602	19.23	12.70	
	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0660	23.08	1.52	
	OPERARIO	hh	2.0000	1.3205	18.80	24.82	
	OFICIAL	hh	2.0000	1.3205	15.94	21.05	
	PEON	hh	5.0000	3.3011	14.33	47.31	
						107.40	
	Materiales						
	ARENA GRUESA	m3		0.4200	37.14	15.60	
	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.8400	42.85	35.99	
	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 KG)	bol		8.0000	19.50	157.48	
	AGUA	m3		0.1800	5.00	0.90	

	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	1.1063	19.23	21.27
	CAPATAZ	hh	0.1000	0.1106	23.08	2.55
	OPERARIO	hh	2.0000	2.2126	18.80	41.60
	OFICIAL	hh	2.0000	2.2126	15.94	35.27
	PEON	hh	8.0000	8.8503	14.33	126.82
						227.52
	Materiales					
	ARENA GRUESA	m3		0.4200	37.14	15.60
	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.8400	42.85	35.99
	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 KG)	bol		8.2000	19.50	159.49
	AGUA	m3		0.1800	5.00	0.90
						211.99
	Equipos					
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	6.83	6.83
	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.0000	1.42	4.90	6.96
	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3	hm	1.0000	1.42	16.38	23.24
						37.02
Partida	01.03.08.02	ACERO FY=4200 KG/CM2 PARA ESCALERAS				
Rendimiento	kg/DIA	260.0000	EQ. 260.0000		Costo unitario directo por : m3	4.44
	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
	OPERARIO	hh	1.0000	0.0308	18.80	0.58
	OFICIAL	hh	1.0000	0.0308	15.94	0.49
						1.07
	Materiales					
	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO	kg		0.0600	3.45	0.21
	ACERO CORRUGADO FY=4200 KG/CM2 GRADO 60	kg		1.1000	2.65	2.92
	DISCO DE CORTE DE FIERRO	und		0.0080	8.00	0.06
						3.19
	Equipos					
	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.03	0.03
	AMOLADORA ANGULAR DE 9"	hm	1.0000	0.03	4.90	0.15
						0.18
Partida	01.03.08.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE ESCALERAS				
Rendimiento	m2/DIA	10.0000	EQ. 10.0000		Costo unitario directo por : m2	62.59
	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.
	Mano de Obra					
	CAPATAZ	hh	0.1000	0.0800	23.08	1.85
	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	18.80	15.04
	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	15.94	12.75
	PEON	hh	0.5000	0.4000	14.33	5.73
						35.37

Materiales							
	ALAMBRE NEGRO RECOCIDO		kg	0.3000	3.50	1.05	
	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"		kg	0.2500	3.50	0.88	
	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 3"		kg	0.2500	3.50	0.88	
	MADERA TORNILLO		p2	5.7400	4.07	23.36	
							26.16
Equipos							
	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO	3.0000	1.06	1.06	
							1.06
Subpresupuesto	001 ARQUITECTURA						
Partida	02.01 MURO DE LADRILLO KK DE SOGA						
Rendimiento	m2/DIA	10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m2		52.92	
	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
	CAPATAZ		hh	0.1000	0.0789	23.08	1.82
	OPERARIO		hh	1.0000	0.7889	18.80	14.83
	OFICIAL		hh	0.7000	0.5522	15.94	8.80
							25.45
	Materiales						
	ARENA GRUESA		m3		0.0422	37.14	1.57
	LADRILLO KK DE 9*12*24		und		37.0000	0.50	18.63
	CEMENTO PORTLAND TIPO IP (42.5 KG)		bol		0.3040	19.50	5.93
	AGUA		m3		0.0143	5.00	0.07
							26.20
	Equipos						
	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	0.74	0.74
	MEZCLADORA DE CONCRETO TAMBOR 18 HP 11 p3		und		0.01	50.00	0.53
							1.26
Partida	02.02 PISO DE PARQUET						
Rendimiento	m2/DIA	8.0000	EQ. 8.0000	Costo unitario directo por : m2		51.98	
	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	Mano de Obra						
	CAPATAZ		hh	0.1000	0.1013	23.08	2.34
	OPERARIO		hh	1.0000	1.0127	18.80	19.04
	PEON		hh	0.5000	0.5063	14.33	7.26
							28.63
	Materiales						
	BREA INDUSTRIAL		kg		0.0510	8.00	0.41
	PARQUET HUAYACAN		m2		1.0500	20.00	21.00
							21.41
	Equipos						
	HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		3.0000	0.84	0.84
	CEPILLADORA ELECTRICA PARA PARQUET		hm		0.04	25.00	1.10
							1.94
Partida	02.03 PUERTA CONTRAPLACADA DE MADERA						

Rendimiento	m2/DIA	3.0000	EQ. 3.0000	Costo unitario directo por : m2		190.42	
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
CAPATAZ			hh	0.2500	0.6720	23.08	15.51
OPERARIO			hh	1.0000	2.6882	18.80	50.54
OFICIAL			hh	1.0000	2.6882	15.94	42.85
							108.90
Materiales							
MADERA CEDRO			p2		8.0000	5.30	42.40
CLAVO C/CABEZA			kg		0.0520	2.45	0.13
TRIPLAY LUPUNA 4x8x4 mm			pza		1.0000	23.50	23.50
LIJA P/MADERA			hja		1.0000	0.86	0.86
COLA SINTETICA			gal		0.0800	15.25	1.22
							68.11
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES			%MO	3.00	3.0000	3.20	3.20
SIERRA CIRCULAR			hm	0.50	1.34	4.67	6.28
CEPILLADORA ELECTRICA			hm	0.50	1.34	2.93	3.94
							13.42
Partida	02.04	VENTANA DE VIDRIO TEMPLADO 6 MM					
Rendimiento	m2/DIA	10.5000	EQ. 10.5000	Costo unitario directo por : m2		141.31	
Descripción Recurso			Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
Mano de Obra							
OPERARIO			hh	1.0000	0.7558	18.80	14.21
							14.21
Materiales							
VIDRIO TEMPLADO 6 MM			p2		8.0000	5.30	42.40
MARCO DE MADERA 2"X4"			ml		2.2796	37.02	84.39
							126.79
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES			%MO		3.0000	0.31	0.31
							0.31



ANEXO E

PLANILLA DE METRADOS – ANÁLISIS COMPARATIVO

Partida	Unidad	# elem.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
CONCRETO SIMPLE						
SUB ZAPATAS						77.37
Z-1	m3	10	2.00	1.80	0.45	16.20
Z-2	m3	2	2.12	área	0.45	1.91
Z-3	m3	2	5.97	1.50	0.45	8.06
Z-4	m3	2	1.50	1.00	0.45	1.35
Z-5	m3	2	1.80	1.80	0.45	2.92
Z-6	m3	1	1.30	2.00	0.45	1.17
	m3	1	1.30	2.00	0.45	1.17
	m3	1	21.94	área	0.45	9.87
Z-6'	m3	1	1.30	2.00	0.45	1.17
	m3	1	1.30	2.00	0.45	1.17
	m3	1	21.89	área	0.45	9.85
M-1	m3	1	14.93	1.50	0.45	10.08
	m3	1	18.45	1.50	0.45	12.45
SOLADOS						
VIGAS DE CIMENTACION						9.11
VC-1	m3					6.30
EJE 4			2.19	0.40	0.80	0.70
			1.94	0.40	0.80	0.62
			1.95	0.40	0.80	0.62
			2.20	0.40	0.80	0.70
EJE I			2.70	0.40	0.80	0.86
			4.35	0.40	0.80	1.39
			4.37	0.40	0.80	1.40
VC-2	m3					2.81
EJE B			2.70	0.10	0.50	0.14
			4.35	0.10	0.50	0.22
			1.90	0.10	0.50	0.10
EJE C			2.70	0.10	0.50	0.14
			4.35	0.10	0.50	0.22
			2.12	0.10	0.50	0.11
EJE D			2.70	0.10	0.50	0.14
			4.35	0.10	0.50	0.22
			2.10	0.10	0.50	0.11
EJE E			4.48	0.10	0.50	0.22
EJE F			4.48	0.10	0.50	0.22
EJE G			2.70	0.10	0.50	0.14
			4.35	0.10	0.50	0.22
			2.58	0.10	0.50	0.13

Partida	Unidad	# elem.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
EJE H			2.70	0.10	0.50	0.14
			4.35	0.10	0.50	0.22
			3.25	0.10	0.50	0.16
MUROS DE CONTENCION						
M-1	m3		38.66	1.50	0.45	26.10
PLACAS						
P-1	m3		2.00	87.76	0.05	8.78
CONCRETO ARMADO						
ZAPATAS						77.38
Z-1	m3	10	2.00	1.80	0.45	16.20
Z-2	m3	2	2.12	area	0.45	1.91
Z-3	m3	2	5.98	1.50	0.45	8.07
Z-4	m3	2	1.50	1.00	0.45	1.35
Z-5	m3	2	1.80	1.80	0.45	2.92
Z-6	m3	1	1.30	2.00	0.45	1.17
	m3	1	1.30	2.00	0.45	1.17
	m3	1	21.94	Area	0.45	9.87
Z-6'	m3	1	1.30	2.00	0.45	1.17
	m3	1	1.30	2.00	0.45	1.17
	m3	1	21.89	Area	0.45	9.85
M-1	m3	1	14.93	1.50	0.45	10.08
	m3	1	18.45	1.50	0.45	12.45
VIGAS DE CIMENTACION						19.79
VC-1	m3					4.76
EJE 4		1	3.04	0.30	0.60	0.55
		1	3.01	0.30	0.60	0.54
		1	2.98	0.30	0.60	0.54
		1	2.99	0.30	0.60	0.54
EJE I		1	4.05	0.30	0.60	0.73
		1	5.43	0.30	0.60	0.98
		1	4.92	0.30	0.60	0.89
VC-2	m3	1				15.04
EJE B		1	4.05	0.30	0.60	0.73
		1	5.44	0.30	0.60	0.98
		1	3.23	0.30	0.60	0.58
EJE C		1	4.05	0.30	0.60	0.73
		1	5.44	0.30	0.60	0.98
		1	3.43	0.30	0.60	0.62
EJE D		1	4.05	0.30	0.60	0.73
		1	5.44	0.30	0.60	0.98
		1	3.72	0.30	0.60	0.67

Partida	Unidad	# elem.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
EJE E		1	1.15	0.30	0.60	0.21
		1	5.64	0.30	0.60	1.02
		1	1.68	0.30	0.60	0.30
EJE F		1	1.15	0.30	0.60	0.21
		1	5.64	0.30	0.60	1.02
		1	1.68	0.30	0.60	0.30
EJE G		1	4.05	0.30	0.60	0.73
		1	5.44	0.30	0.60	0.98
		1	4.20	0.30	0.60	0.76
EJE H		1	4.05	0.30	0.60	0.73
		1	5.44	0.30	0.60	0.98
		1	4.57	0.30	0.60	0.82
MURO DE CONTENCIÓN						
M-1	m3					33.20
			3.09	0.25	6.25	4.83
			3.03	0.25	6.25	4.73
			2.72	0.25	6.25	4.25
			2.72	0.25	6.25	4.25
			3.03	0.25	6.25	4.73
			3.10	0.25	6.25	4.84
			3.56	0.25	6.25	5.56
PLACAS Y COLUMNAS						
C-1	m3					46.55
De cimentación a Piso 1		8	3.15	0.30	0.90	6.80
De Piso 2 a Piso 9		64	2.30	0.30	0.90	39.74
C-2	m3					18.10
De cimentación a Piso 1		4	3.15	0.30	0.70	2.65
De Piso 2 a Piso 9		32	2.30	0.30	0.70	15.46
C-3	m3					17.24
De cimentación a Piso 1		4	3.15	0.80	0.25	2.52
De Piso 2 a Piso 9		32	2.30	0.80	0.25	14.72
C-4	m3					12.93
De cimentación a Piso 1		4	3.15	0.30	0.50	1.89
De Piso 2 a Piso 9		32	2.30	0.30	0.50	11.04
C-5	m3					23.27
De cimentación a Piso 1		4	3.15	0.90	0.30	3.40
De Piso 2 a Piso 9		32	2.30	0.90	0.30	19.87
P-1	m3					226.92
De cimentación a Piso 1		2	3.45	area	4.21	29.05
De Piso 2 a Piso 9		16	2.60	area	4.21	175.14
Azotea		2	2.70	area	4.21	22.73

Partida	Unidad	# elem.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
P-2 - derecha	m3					48.02
De cimentación a Piso 1		1	3.45	area	1.98	6.83
De Piso 2 a Piso 9		8	2.60	area	1.98	41.18
P-2 - izquierda	m3					46.32
De cimentación a Piso 1		1	3.45	area	1.91	6.59
De Piso 2 a Piso 9		8	2.60	area	1.91	39.73
P-2' - derecha	m3					47.05
De cimentación a Piso 1		1	3.45	area	1.94	6.69
De Piso 2 a Piso 9		8	2.60	area	1.94	40.35
P-2' - izquierda	m3					46.80
De cimentación a Piso 1		1	3.45	area	1.93	6.66
De Piso 2 a Piso 9		8	2.60	area	1.93	40.14
VIGAS						126.75
V-101	m3					4.97
Primer nivel		1	3.68	0.30	0.50	0.55
Segundo nivel		1	3.68	0.30	0.50	0.55
Tercer nivel		1	3.68	0.30	0.50	0.55
Cuarto nivel		1	3.68	0.30	0.50	0.55
Quinto nivel		1	3.68	0.30	0.50	0.55
Sexto nivel		1	3.68	0.30	0.50	0.55
Septimo nivel		1	3.68	0.30	0.50	0.55
Octavo nivel		1	3.68	0.30	0.50	0.55
Azotea		1	3.68	0.30	0.50	0.55
V-102	m3					8.56
Primer nivel		1	6.34	0.30	0.50	0.95
Segundo nivel		1	6.34	0.30	0.50	0.95
Tercer nivel		1	6.34	0.30	0.50	0.95
Cuarto nivel		1	6.34	0.30	0.50	0.95
Quinto nivel		1	6.34	0.30	0.50	0.95
Sexto nivel		1	6.34	0.30	0.50	0.95
Septimo nivel		1	6.34	0.30	0.50	0.95
Octavo nivel		1	6.34	0.30	0.50	0.95
Azotea		1	6.34	0.30	0.50	0.95
V-103	m3					6.08
Primer nivel		1	4.50	0.30	0.50	0.68
Segundo nivel		1	4.50	0.30	0.50	0.68
Tercer nivel		1	4.50	0.30	0.50	0.68
Cuarto nivel		1	4.50	0.30	0.50	0.68
Quinto nivel		1	4.50	0.30	0.50	0.68
Sexto nivel		1	4.50	0.30	0.50	0.68
Septimo nivel		1	4.50	0.30	0.50	0.68
Octavo nivel		1	4.50	0.30	0.50	0.68
Azotea		1	4.50	0.30	0.50	0.68

Partida	Unidad	# elem.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
V-104	m3					11.49
Primer nivel		1	3.88	0.30	0.50	0.58
		1	4.63	0.30	0.50	0.69
Segundo nivel		1	3.88	0.30	0.50	0.58
		1	4.63	0.30	0.50	0.69
Tercer nivel		1	3.88	0.30	0.50	0.58
		1	4.63	0.30	0.50	0.69
Cuarto nivel		1	3.88	0.30	0.50	0.58
		1	4.63	0.30	0.50	0.69
Quinto nivel		1	3.88	0.30	0.50	0.58
		1	4.63	0.30	0.50	0.69
Sexto nivel		1	3.88	0.30	0.50	0.58
		1	4.63	0.30	0.50	0.69
Septimo nivel		1	3.88	0.30	0.50	0.58
		1	4.63	0.30	0.50	0.69
Octavo nivel		1	3.88	0.30	0.50	0.58
		1	4.63	0.30	0.50	0.69
Azotea		1	3.88	0.30	0.50	0.58
		1	4.63	0.30	0.50	0.69
V-105	m3					17.12
Primer nivel			6.34	0.30	0.50	0.95
			6.34	0.30	0.50	0.95
Segundo nivel			6.34	0.30	0.50	0.95
			6.34	0.30	0.50	0.95
Tercer nivel			6.34	0.30	0.50	0.95
			6.34	0.30	0.50	0.95
Cuarto nivel			6.34	0.30	0.50	0.95
			6.34	0.30	0.50	0.95
Quinto nivel			6.34	0.30	0.50	0.95
			6.34	0.30	0.50	0.95
Sexto nivel			6.34	0.30	0.50	0.95
			6.34	0.30	0.50	0.95
Septimo nivel			6.34	0.30	0.50	0.95
			6.34	0.30	0.50	0.95
Octavo nivel			6.34	0.30	0.50	0.95
			6.34	0.30	0.50	0.95
Azotea			6.34	0.30	0.50	0.95
			6.34	0.30	0.50	0.95
V-106	m3					12.84
Primer nivel			4.50	0.30	0.50	0.68
			5.19	0.30	0.50	0.78
Segundo nivel			4.50	0.30	0.50	0.68
			5.19	0.30	0.50	0.78

Partida	Unidad	# elem.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
Tercer nivel			4.50	0.30	0.50	0.68
			4.96	0.30	0.50	0.74
Cuarto nivel			4.50	0.30	0.50	0.68
			4.96	0.30	0.50	0.74
Quinto nivel			4.50	0.30	0.50	0.68
			4.96	0.30	0.50	0.74
Sexto nivel			4.50	0.30	0.50	0.68
			4.96	0.30	0.50	0.74
Septimo nivel			4.50	0.30	0.50	0.68
			4.96	0.30	0.50	0.74
Octavo nivel			4.50	0.30	0.50	0.68
			4.96	0.30	0.50	0.74
Azotea			4.50	0.30	0.50	0.68
			4.96	0.30	0.50	0.74
V-107	m3					14.03
Primer nivel			5.25	0.30	0.50	0.79
			5.14	0.30	0.50	0.77
Segundo nivel			5.25	0.30	0.50	0.79
			5.14	0.30	0.50	0.77
Tercer nivel			5.25	0.30	0.50	0.79
			5.14	0.30	0.50	0.77
Cuarto nivel			5.25	0.30	0.50	0.79
			5.14	0.30	0.50	0.77
Quinto nivel			5.25	0.30	0.50	0.79
			5.14	0.30	0.50	0.77
Sexto nivel			5.25	0.30	0.50	0.79
			5.14	0.30	0.50	0.77
Septimo nivel			5.25	0.30	0.50	0.79
			5.14	0.30	0.50	0.77
Octavo nivel			5.25	0.30	0.50	0.79
			5.14	0.30	0.50	0.77
Azotea			5.25	0.30	0.50	0.79
			5.14	0.30	0.50	0.77
V-108	m3					17.14
Primer nivel			6.34	0.30	0.50	0.95
			6.34	0.30	0.50	0.95
Segundo nivel			6.34	0.30	0.50	0.95
			6.34	0.30	0.50	0.95
Tercer nivel			6.34	0.30	0.50	0.95
			6.34	0.30	0.50	0.95
Cuarto nivel			6.34	0.30	0.50	0.95
			6.34	0.30	0.50	0.95
Quinto nivel			6.34	0.30	0.50	0.95
			6.34	0.30	0.50	0.95

Partida	Unidad	# elem.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
Sexto nivel			6.34	0.30	0.50	0.95
			6.34	0.30	0.50	0.95
Septimo nivel			6.34	0.30	0.50	0.95
			6.34	0.30	0.50	0.95
Octavo nivel			6.34	0.30	0.50	0.95
			6.34	0.30	0.50	0.95
Azotea			6.34	0.30	0.50	0.95
			6.49	0.30	0.50	0.97
V-109	m3					12.68
Primer nivel			4.94	0.30	0.50	0.74
			4.50	0.30	0.50	0.68
Segundo nivel			4.94	0.30	0.50	0.74
			4.50	0.30	0.50	0.68
Tercer nivel			4.94	0.30	0.50	0.74
			4.50	0.30	0.50	0.68
Cuarto nivel			4.94	0.30	0.50	0.74
			4.50	0.30	0.50	0.68
Quinto nivel			4.94	0.30	0.50	0.74
			4.50	0.30	0.50	0.68
Sexto nivel			4.94	0.30	0.50	0.74
			4.50	0.30	0.50	0.68
Septimo nivel			4.94	0.30	0.50	0.74
			4.50	0.30	0.50	0.68
Octavo nivel			4.94	0.30	0.50	0.74
			4.50	0.30	0.50	0.68
Azotea			5.00	0.30	0.50	0.75
			4.00	0.30	0.50	0.60
V-110	m3					7.25
Primer nivel			5.37	0.30	0.50	0.81
Segundo nivel			5.37	0.30	0.50	0.81
Tercer nivel			5.37	0.30	0.50	0.81
Cuarto nivel			5.37	0.30	0.50	0.81
Quinto nivel			5.37	0.30	0.50	0.81
Sexto nivel			5.37	0.30	0.50	0.81
Septimo nivel			5.37	0.30	0.50	0.81
Octavo nivel			5.37	0.30	0.50	0.81
Azotea			5.37	0.30	0.50	0.81
V-111	m3					8.76
Primer nivel			6.49	0.30	0.50	0.97
Segundo nivel			6.49	0.30	0.50	0.97
Tercer nivel			6.49	0.30	0.50	0.97
Cuarto nivel			6.49	0.30	0.50	0.97
Quinto nivel			6.49	0.30	0.50	0.97
Sexto nivel			6.49	0.30	0.50	0.97

Partida	Unidad	# elem.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
Septimo nivel			4.33	0.30	0.50	0.65
Octavo nivel			4.33	0.30	0.50	0.65
Azotea			4.33	0.30	0.50	0.65
LOSA ALIGERADA	m3					15.83
Entre ejes BC - 34			área	19.39	0.05	0.97
Entre ejes BC - 32 superior			área	7.85	0.05	0.39
Entre ejes BC - 32 medio			área	13.01	0.05	0.65
Entre ejes BC - 32 inferior			área	4.16	0.05	0.21
Entre ejes CD - 34 superior			área	21.97	0.05	1.10
Entre ejes CD - 34 inferior			área	7.82	0.05	0.39
Entre ejes CD - 23 superior			área	7.49	0.05	0.37
Entre ejes CD - 23 superior			área	4.13	0.05	0.21
superior			área	10.58	0.05	0.53
Entre ejes CD - 23 medio inferior			área	15.72	0.05	0.79
Entre ejes CD - 23 inferior			área	19.18	0.05	0.96
Entre ejes CD - 12 superior			área	6.42	0.05	0.32
Entre ejes GH - 34			área	15.84	0.05	0.79
Entre ejes GH - 23 superior			área	4.30	0.20	0.86
Entre ejes GH - 23 inferior			área	4.94	0.20	0.99
Entre ejes GH - 12 superior			área	4.84	0.20	0.97
Entre ejes GH - 12 inferior			área	3.71	0.20	0.74
Entre ejes HI - 34			área	3.58	0.20	0.72
Entre ejes HI - 23 superior			área	5.83	0.20	1.17
Entre ejes HI - 23 inferior			área	7.74	0.20	1.55
Entre ejes HI - 12			área	5.83	0.20	1.17
LOSA MACIZA	m3					10.94
Entre ejes DE - 34			área	7.51	0.20	1.50
Entre ejes DE - 12			área	2.87	0.20	0.57
Entre ejes EF - 34			área	4.98	0.20	1.00
Entre ejes EF - 23			área	2.85	0.20	0.57
Entre ejes EF - 21			área	6.15	0.20	1.23
Entre ejes FG - 34			área	6.98	0.20	1.40
Entre ejes FG - 12			área	8.86	0.20	1.77
Entre ejes CD - 12			área	6.98	0.20	1.40
Entre ejes GH - 12			área	7.52	0.20	1.50

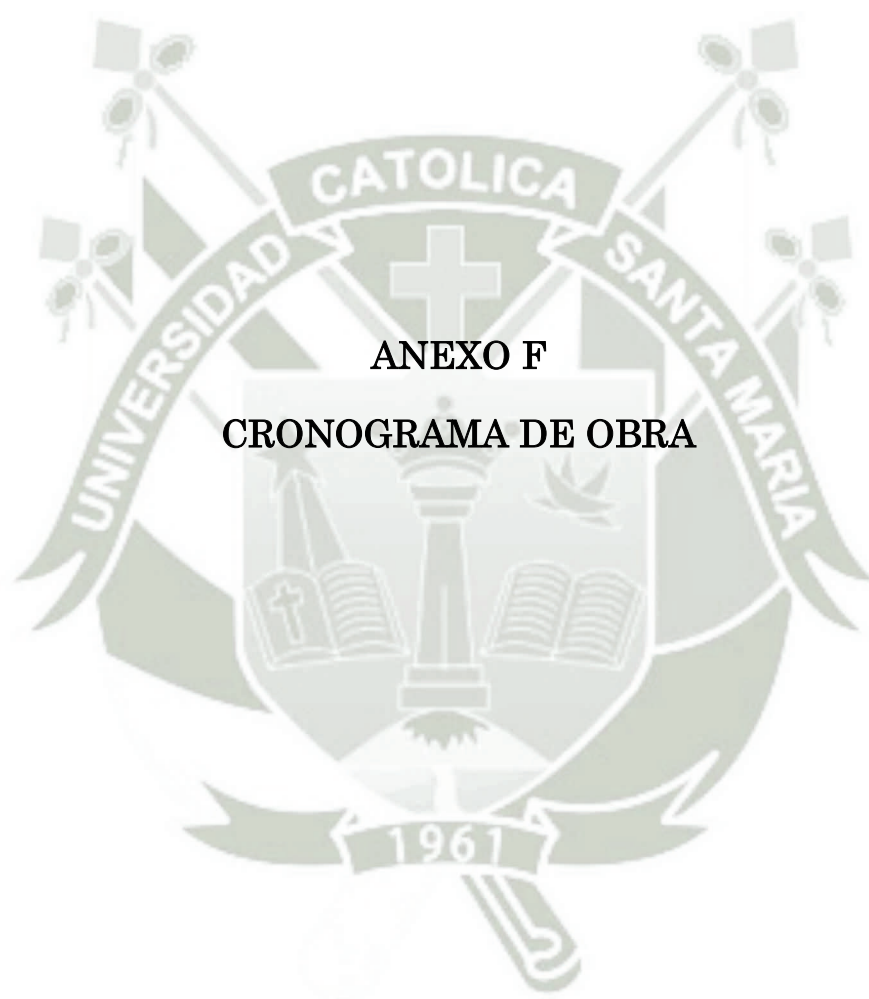
Partida	Unidad	# elem.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
ARQUITECTURA						
MUROS ALBAÑILERIA						
Primer piso						493.02
Eje B-1						22.97
		1.00		2.44	2.8	6.82
		1.00		0.90	2.8	2.52
		1.00		0.90	2.8	2.52
		1.00		1.46	2.8	4.09
		1.00		3.21	0.6	1.93
		1.00		5.45	0.6	3.27
		1.00		3.04	0.6	1.82
Eje B-2						3.84
		1.00		1.55	1.1	1.71
		1.00		0.90	0.5	0.45
		1.00		0.60	2.8	1.68
Eje B-3						9.27
		1.00		0.90	0.5	0.45
		1.00		3.15	2.8	8.82
Eje B-4						7.37
		1.00		0.65	2.8	1.82
		1.00		0.80	0.5	0.40
		1.00		1.84	2.8	5.15
Eje B-1 / centro izquierda						4.14
		1.00		0.65	2.8	1.82
		1.00		0.80	0.5	0.40
		1.00		0.69	2.8	1.92
Eje B-2 / centro izquierda						2.42
		1.00		0.60	1.4	0.84
		1.00		0.90	0.5	0.45
		1.00		0.81	1.4	1.13
Eje B-2 / centro derecha						4.70
		1.00		1.98	1.7	3.36
		1.00		0.48	2.8	1.34
Eje B-2 / centro derecha						2.18
		1.00		0.60	2.8	1.68
		1.00		1.00	0.5	0.50
						14.40
Eje C, entre ejes 1-2						0.42
		1.00		0.15	2.8	0.42
		1.00		1.00	0.4	0.40
		1.00		1.55	2.8	4.34
		1.00		1.60	1.4	2.24
		1.00		0.15	2.8	0.42

Partida	Unidad	# elem.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
		1.00		1.60	1.4	2.24
		1.00		1.55	2.8	4.34
						12.91
Eje C, entre ejes 2-3		1.00		0.90	0.5	0.45
		1.00		4.45	2.8	12.46
						7.10
Eje C, entre ejes 3-4		1.00		0.85	2.8	2.38
		1.00		0.90	0.5	0.45
		1.00		0.80	2.8	2.24
		1.00		0.70	0.5	0.35
		1.00		0.60	2.8	1.68
						7.14
Entre ejes C-D / 3-4		1.00		2.55	2.8	7.14
						1.96
Entre ejes C-D / 2-3		1.00		0.70	2.8	1.96
						7.42
Entre ejes C-D / 1-2		1.00		2.65	2.8	7.42
						4.62
Entre ejes C-D/ izquierda 1-2		1.00		1.65	2.8	4.62
						4.90
Entre ejes C-D/ derecha 1-2		1.00		1.55	2.8	4.34
		1.00		0.70	0.2	0.14
		1.00		0.15	2.8	0.42
						12.74
Entre ejes C-D/ horizontal entre 2-3 derecha		1.00		4.55	2.8	12.74
						13.16
Entre ejes C-D/ horizontal entre 2-3 izquierda		1.00		4.70	2.8	13.16
						3.36
Entre ejes C-D/ vertical entre 3-4 derecha		1.00		1.20	2.8	3.36
						6.72
Entre ejes C-D/ vertical entre 3-4 izquierda		1.00		2.40	2.8	6.72
						2.24
Entre ejes C-D/ horizontal entre 1-2 izquierda		1.00		0.80	2.8	2.24
						6.30
Entre ejes C-D/ horizontal entre 1-2 derecha		1.00		2.25	2.8	6.30
						1.96
Eje D, entre ejes 1-2		1.00		0.70	2.8	1.96
						9.80
Eje D, entre ejes 2-3		1.00		3.50	2.8	9.80
						3.84

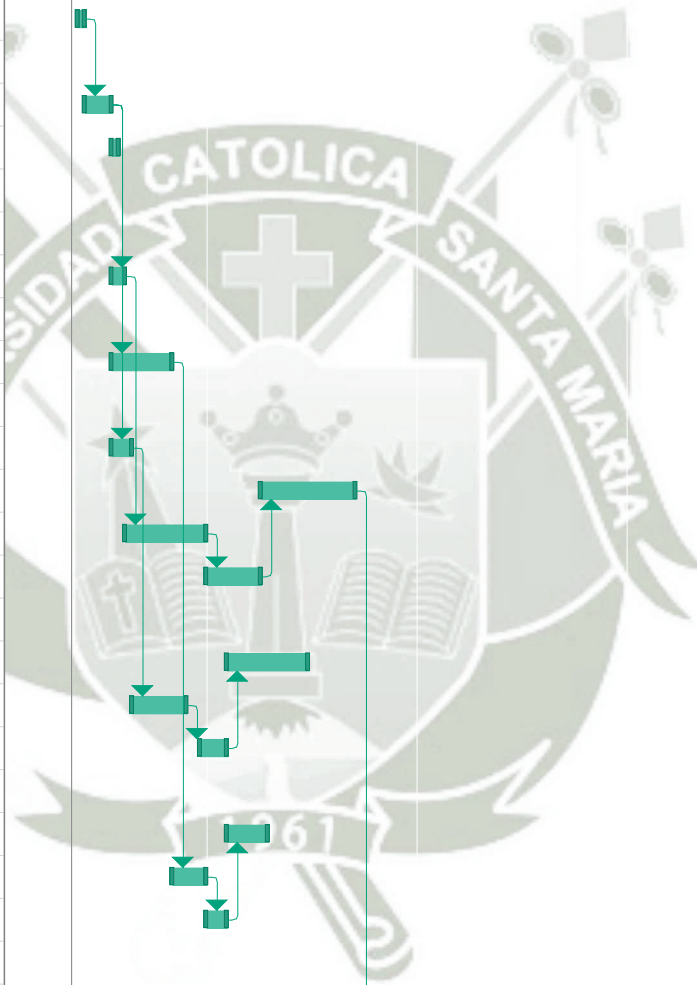
Partida	Unidad	# elem.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
Eje D, entre ejes 3-4		1.00		0.80	2.8	2.24
		1.00		0.80	2	1.60
						14.98
Entre ejes D-E/ izquierda 1-2		1.00		5.35	2.8	14.98
						3.36
Entre ejes D-E/ derecha 1-2		1.00		1.20	2.8	3.36
						2.52
Entre ejes D-E/ izquierda 2-3		1.00		0.90	2.8	2.52
						2.16
Entre ejes D-E/ derecha 2-3		1.00		0.30	2.8	0.84
		1.00		0.60	2.2	1.32
						7.30
Entre ejes D-E/ izquierda 3-4		1.00		0.75	2.8	2.10
		1.00		1.80	2.8	5.04
		1.00		0.80	0.2	0.16
						25.80
Entre ejes D-E/ derecha 3-4		1.00		6.00	2.8	16.80
		1.00		3.15	2.8	8.82
		1.00		0.90	0.2	0.18
						5.94
Eje F, entre ejes 1-2		1.00		0.45	2.8	1.26
		1.00		2.75	1.7	4.68
						4.36
Eje F, entre ejes 2-3		1.00		0.60	2.8	1.68
		1.00		0.80	0.2	0.16
		1.00		1.80	1.4	2.52
						7.12
Eje F, entre ejes 3-4		1.00		0.60	2.8	1.68
		1.00		1.80	2.8	5.04
		1.00		0.80	0.5	0.40
						25.80
Eje F, entre ejes 3-4/ superior		1.00		3.15	2.8	8.82
		1.00		0.90	0.2	0.18
		1.00		3.85	2.8	10.78
		1.00		2.15	2.8	6.02
						5.94
Eje F, entre ejes 3-4/ medio		1.00		0.45	2.8	1.26
		1.00		2.75	1.7	4.68
						4.36

Partida	Unidad	# elem.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
Eje F, entre ejes 3-4/ inferior		1.00		0.60	2.8	1.68
		1.00		0.80	0.2	0.16
		1.00		1.80	1.4	2.52
						3.54
Entre ejes F-G/ derecha 1-2		1.00		1.55	2.8	4.34
		1.00		-0.80	1	-0.80
						13.86
Entre ejes F-G/ izquierda 1-2		1.00		4.95	2.8	13.86
						3.78
Entre ejes F-G/ derecha 3-4		1.00		1.35	2.8	3.78
						6.62
Entre ejes F-G/ izquierda 3-4		1.00		3.85	2.8	10.78
		1.00		-0.70	2.6	-1.82
		1.00		-0.90	2.6	-2.34
						6.30
Eje G, entre ejes 1-2/ derecha		1.00		2.25	2.8	6.30
						6.30
Eje G, entre ejes 1-2/ izquierda		1.00		2.25	2.8	6.30
						1.40
Eje G, entre ejes 2-3/ superior		1.00		0.50	2.8	1.40
						7.00
Eje G, entre ejes 2-3/ inferior		1.00		2.50	2.8	7.00
						13.55
Eje G, entre ejes 3-4/ superior		1.00		4.84	2.8	13.55
						18.68
Eje G, entre ejes 3-4/ inferior		1.00		6.90	2.8	19.32
		1.00		-0.80	0.8	-0.64
						5.88
Entre ejes G-H/ eje 1-1		1.00		2.10	2.8	5.88
						12.46
Entre ejes G-H/ eje 2-2		1.00		4.45	2.8	12.46
						13.30
Entre ejes G-H/ ejes 2-3 izquierda		1.00		6.35	2.8	17.78
		2.00		-1.60	1.4	-4.48
						4.90
Entre ejes G-H/ ejes 2-3 derecha		1.00		2.40	2.8	6.72
		1.00		-0.70	2.6	-1.82
						2.66
Entre ejes G-H/ eje 3-3		1.00		0.95	2.8	2.66
						2.66
Entre ejes G-H/ ejes 3-4 izquierda		1.00		0.95	2.8	2.66
						3.70

Partida	Unidad	# elem.	Largo	Ancho	Alto	Subtotal
Entre ejes G-H/ ejes 3-4 derecha		1.00		1.55	2.8	4.34
		1.00		-0.80	0.8	-0.64
						3.25
Entre ejes G-H/ ejes 3-4 medio		1.00		3.70	2.8	10.36
		1.00		-3.23	2.2	-7.11
						1.12
Entre ejes G-H/ ejes 3-4 superior		1.00		0.40	2.8	1.12
						1.54
Eje H, entre ejes 1-2		1.00		0.55	2.8	1.54
						12.60
Eje H, entre ejes 2-3		1.00		4.50	2.8	12.60
		1.00		-3.05	2.2	-6.71
						1.12
Eje H, entre ejes 3-4		1.00		0.40	2.8	1.12
						10.22
Entre ejes H-V ejes 2-3 superior		1.00		3.65	2.8	10.22
						3.93
Entre ejes H-V ejes 2-3 inferior		1.00		5.45	2.8	15.26
		1.00		-0.95	2.2	-2.09
		1.00		-3.00	2.2	-6.60
		1.00		-1.20	2.2	-2.64
						1.40
Eje I/ entre ejes 1-2 superior		1.00		0.50	2.8	1.40
						1.54
Eje I/ entre ejes 1-2 inferior		1.00		0.55	2.8	1.54
						7.93
Eje I/ entre ejes 2-3 superior		1.00		4.67	2.8	13.08
		1.00		-2.45	1.1	-2.70
		1.00		-1.00	2.45	-2.45
						7.35
Eje I/ entre ejes 2-3 inferior		1.00		3.20	2.8	8.96
		1.00		-0.70	2.3	-1.61
						8.82
		1.00		3.15	2.8	8.82
						18.51
Eje I/ entre ejes 3-4		1.00		7.35	2.8	20.58
		1.00		-0.90	2.3	-2.07

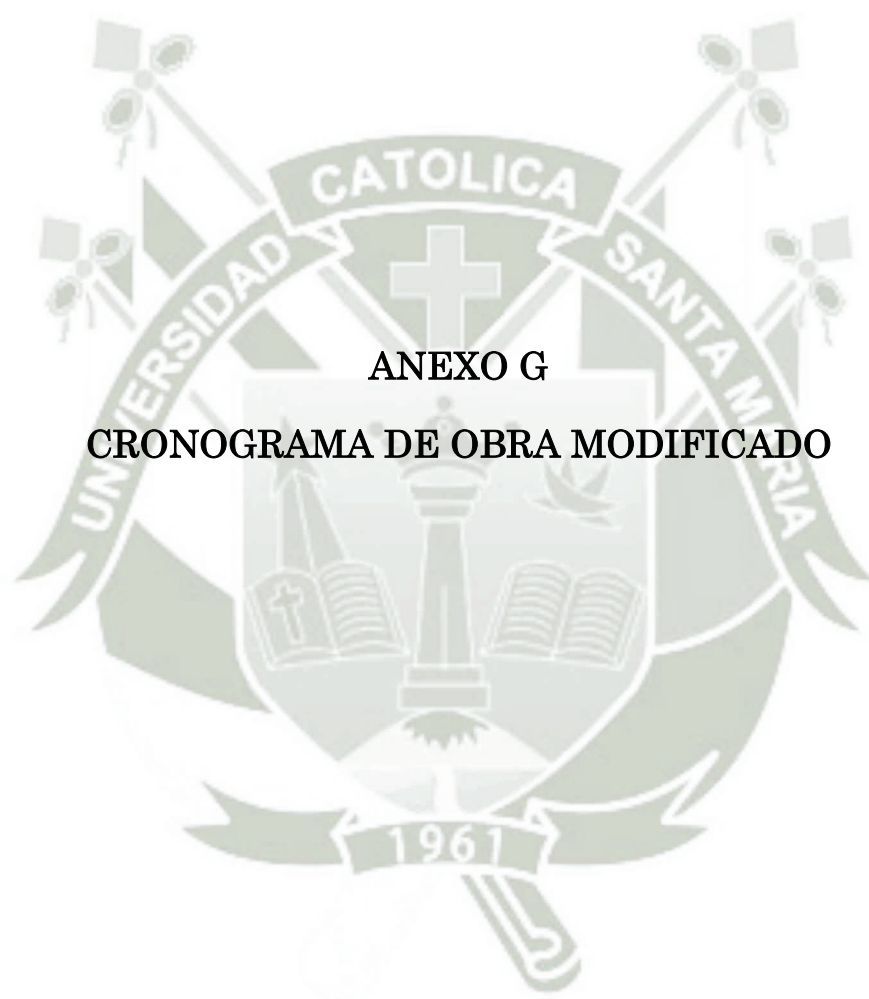


Id	Nombre de tarea	noviembre			diciembre			enero			febrero			marzo			abril			mayo
		P	M	F	P	M	F	P	M	F	P	M	F	P	M	F	P	M	F	
1	EDIFICIO ROOSEVELT	[Barra horizontal que cubre todo el periodo de noviembre a abril]																		
2	EDIFICIO ROOSEVELT																			
3	ESTRUCTURAS																			
4	OBRAS PROVISIONALES																			
5	Trazo y replanteo topográfico																			
6	MOVIMIENTO DE TIERRAS																			
7	Excavación de cimentación																			
8	Relleno																			
9	CONCRETO SIMPLE																			
10	SUB-ZAPATAS																			
11	Concreto f'c=175 kg/cm2 para sub-zapatatas																			
12	SUB-ZAPATAS MURO DE CONTENCION																			
13	Concreto f'c=175 kg/cm2 para sub-zapatatas muro de contención																			
14	SOLADO VIGAS DE CIMENTACION																			
15	Solado para vigas de cimentación																			
16	Concreto f'c=210 kg/cm2 para zapatas																			
17	Acero f'y=4200 kg/cm2 para zapatas																			
18	Encofrado y desencofrado para zapatas																			
19	VIGAS DE CIMENTACION																			
20	Concreto f'c=210 kg/cm2 para vigas de cimentación																			
21	Acero f'y=4200 kg/cm2 para vigas de cimentación																			
22	Encofrado y desencofrado de vigas de cimentación																			
23	MURO DE CONTENCION																			
24	Concreto f'c=210 kg/cm2 para muro de contención																			
25	Acero f'y=4200 kg/cm2 para muro de contención																			
26	Encofrado y desencofrado de muro de contención																			
27	COLUMNAS																			
28	Concreto f'c=210 kg/cm2 para columnas 1° Planta																			
29	Acero f'y=4200 kg/cm2 para columnas 1° Planta																			
30	Encofrado y desencofrado de columnas 1° Planta																			



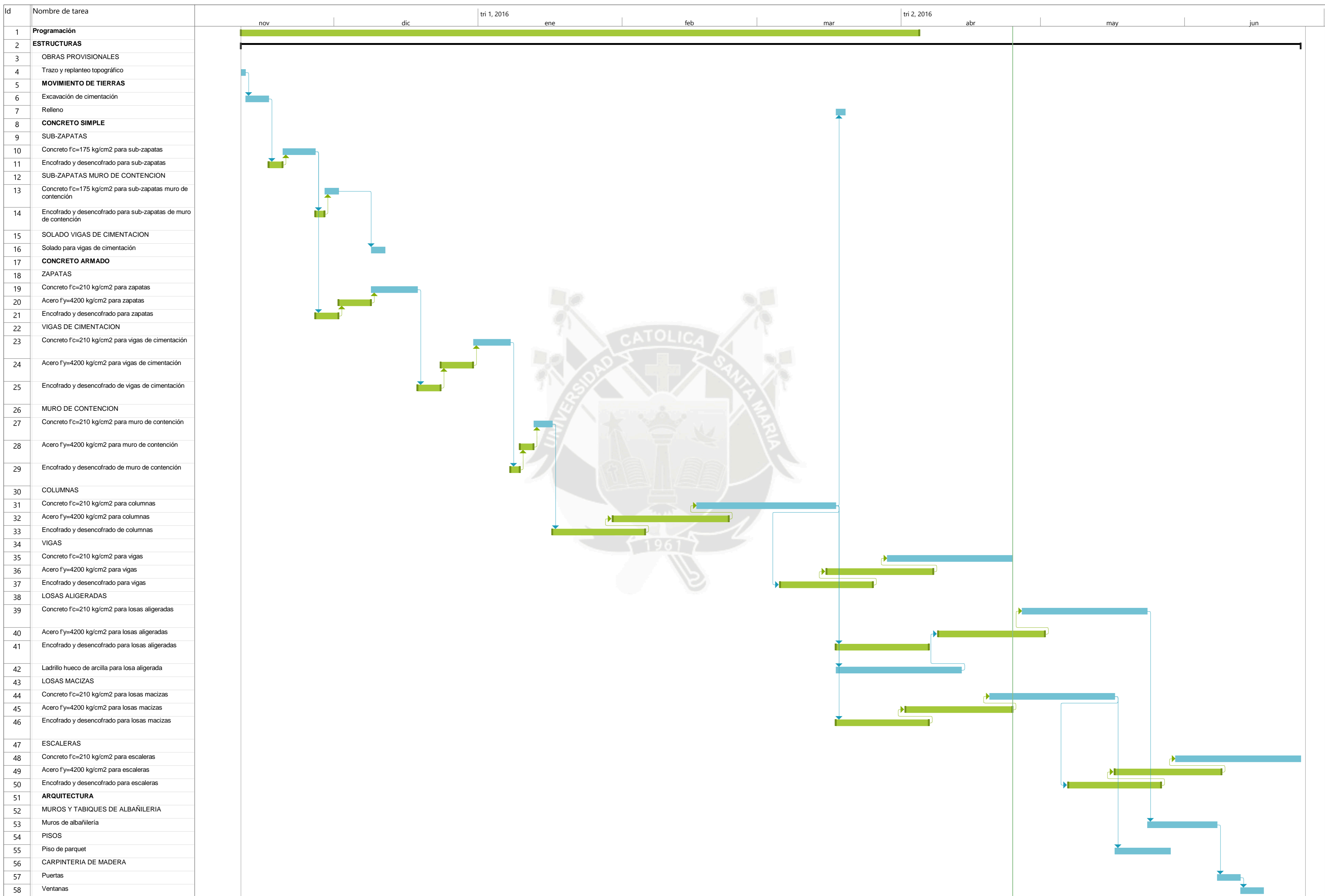
Id	Nombre de tarea	noviembre			diciembre			enero			febrero			marzo		abril			mayo
		P	M	F	P	M	F	P	M	F	P	M	F	P	M	F	P		
181	CARPINTERIA DE MADERA																		
182	Puertas																		
183	Ventanas																		



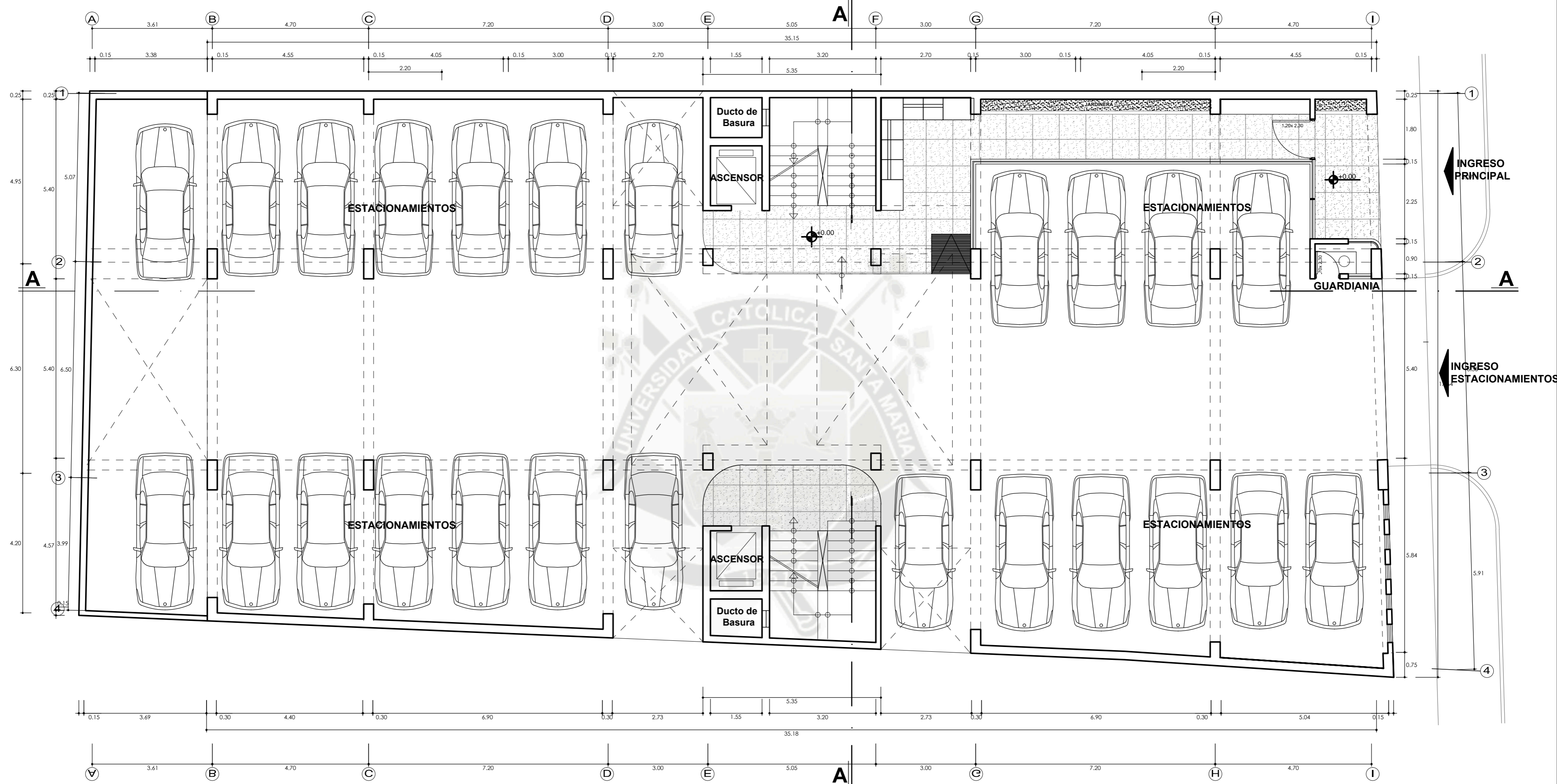


ANEXO G

CRONOGRAMA DE OBRA MODIFICADO








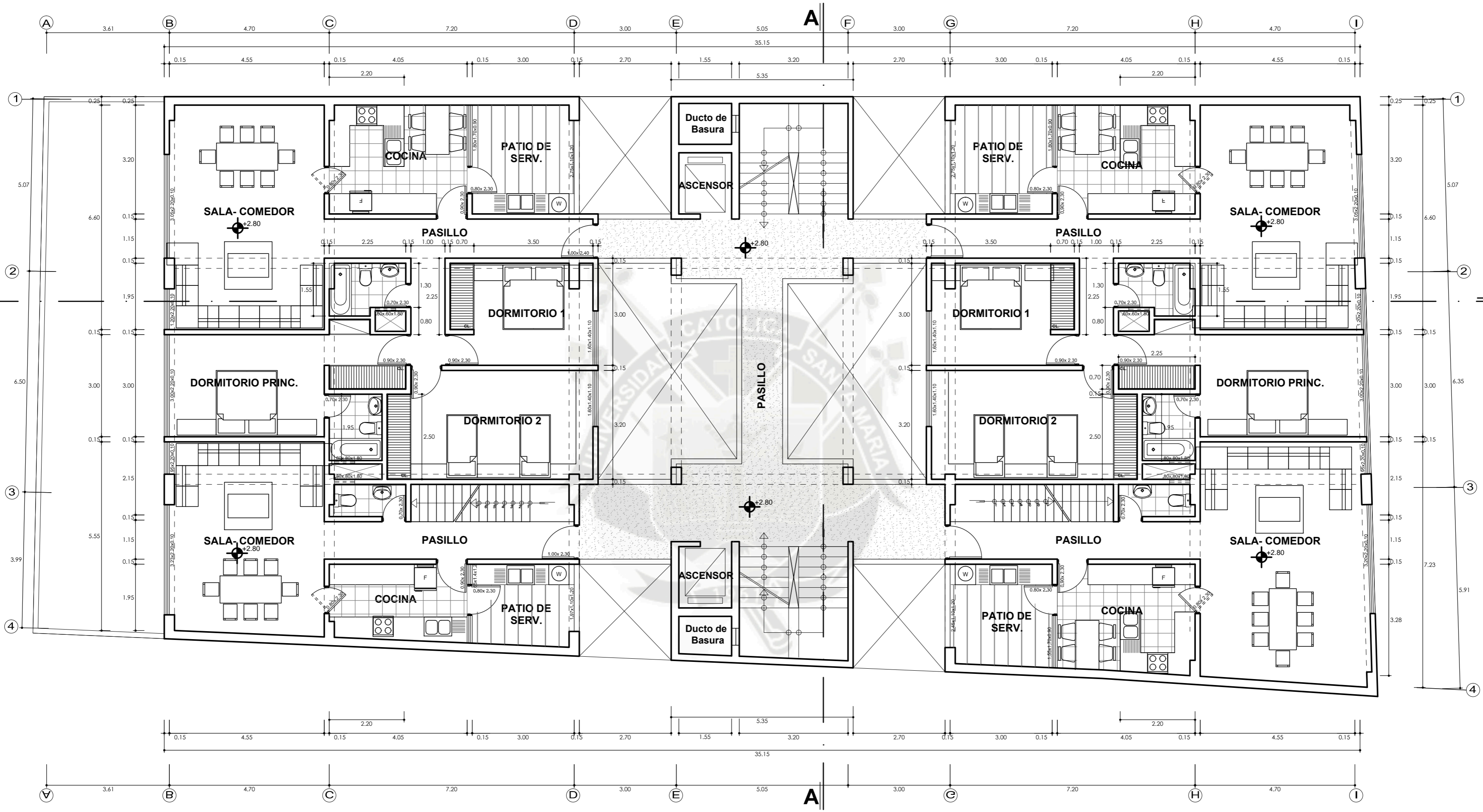
3.

SEMISOTANO PLANTA

CLAVE DE VANOS		
ANCHO	ALTO	ALFEIZAR

	UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA <small>*APLICACION DE LA TECNOLOGIA BIM EN LA GESTION DE LA CONSTRUCCION Y ANALISIS DE LOS BENEFICIOS DEL MODELAMIENTO 4D-5D (TIEMPO-COSTO) EN UN EDIFICIO DE 9 PISOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA*</small>	
	PRESENTA: Bach. SILVIA LUZ ENCALADA OJEDA	
UBICACION: AV. ROOSEVELT 103, DIST.: ALTO SELVA ALEGRE, PROV.: AREQUIPA		LAMINA N:
PLANO: ARQUITECTURA		A.01
DISEÑO:	ESCALA: 1:75	FECHA: ABR., 2016
ARCHIVO:	DIBUJO:	

VIVIENDA MULTIFAMILIAR AV, ROOSEVELT - ASA.



3.

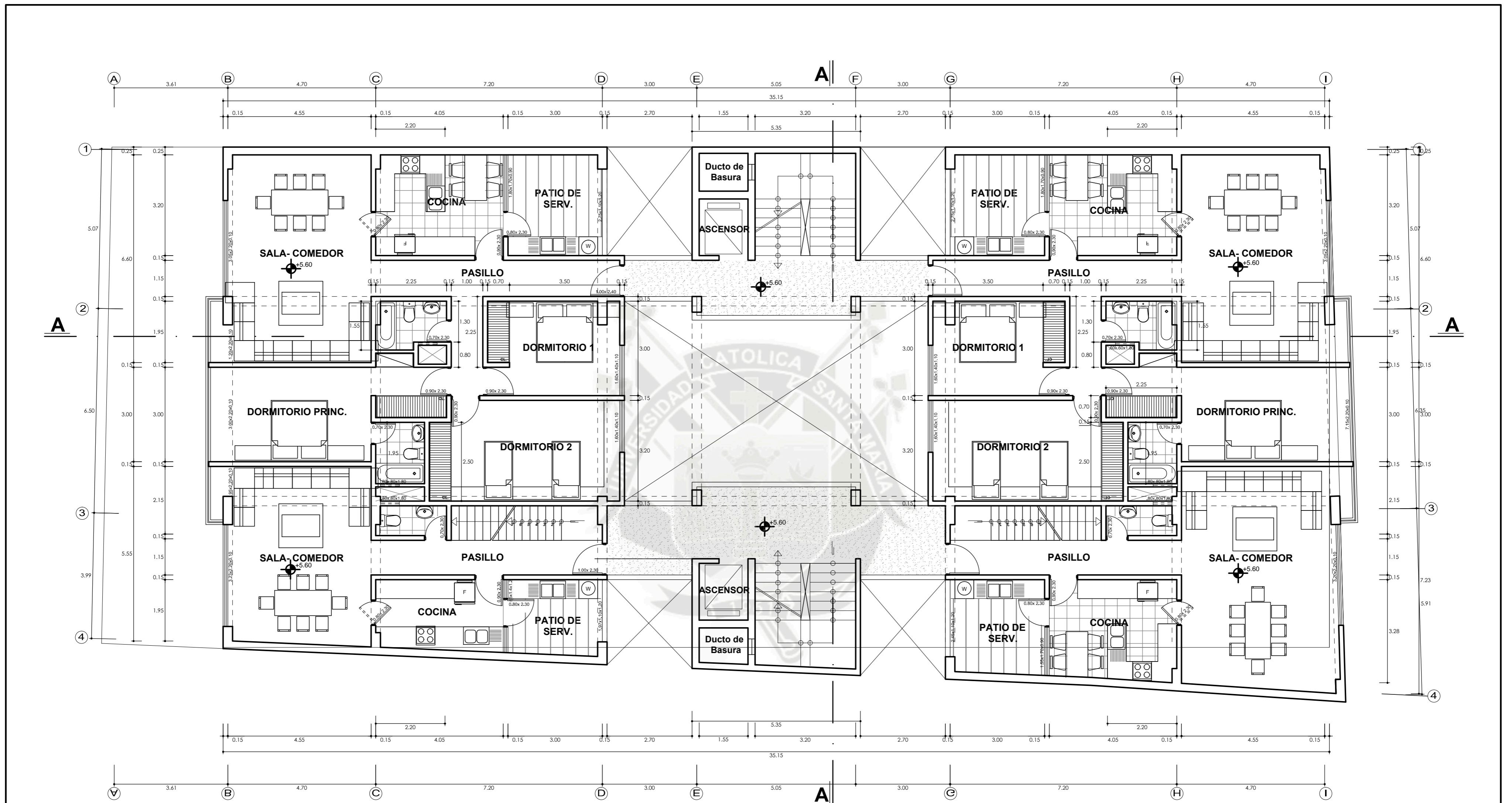
PRIMERA Y QUINTA PLANTA

1:75

CLAVE DE VANOS		
ANCHO	ALTO	ALFEIZAR

VIVIENDA MULTIFAMILIAR AV, ROOSEVELT - ASA.

	UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA <small>*APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA BIM EN LA GESTION DE LA CONSTRUCCION Y ANALISIS DE LOS BENEFICIOS DEL MODELAMIENTO 4D-5D (TIEMPO-COSTO) EN UN EDIFICIO DE 9 PISOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA*</small>	
	PRESENTA: Bach. SILVIA LUZ ENCALADA OJEDA	
UBICACION: AV. ROOSEVELT 103, DIST.: ALTO SELVA ALEGRE, PROV.: AREQUIPA		LAMINA N:
PLANO: ARQUITECTURA		A.02
DISEÑO:	ARCHIVO:	Escala: 1:75 Fecha: ABR. 2016 Dibujo:



3.

PLANTA TIPO 3RA y 5TA

1:75

CLAVE DE VANOS		
ANCHO	ALTO	ALFEIZAR



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

"APLICACION DE LA TECNOLOGIA BIM EN LA GESTION DE LA CONSTRUCCION Y ANALISIS DE LOS BENEFICIOS DEL MODELAMIENTO 4D-5D (TIEMPO-COSTO) EN UN EDIFICIO DE 9 PISOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA"

PRESENTA: Bach. SILVIA LUZ ENCALADA OJEDA

UBICACION: AV. ROOSEVELT 103, DIST.: ALTO SELVA ALEGRE, PROV.: AREQUIPA

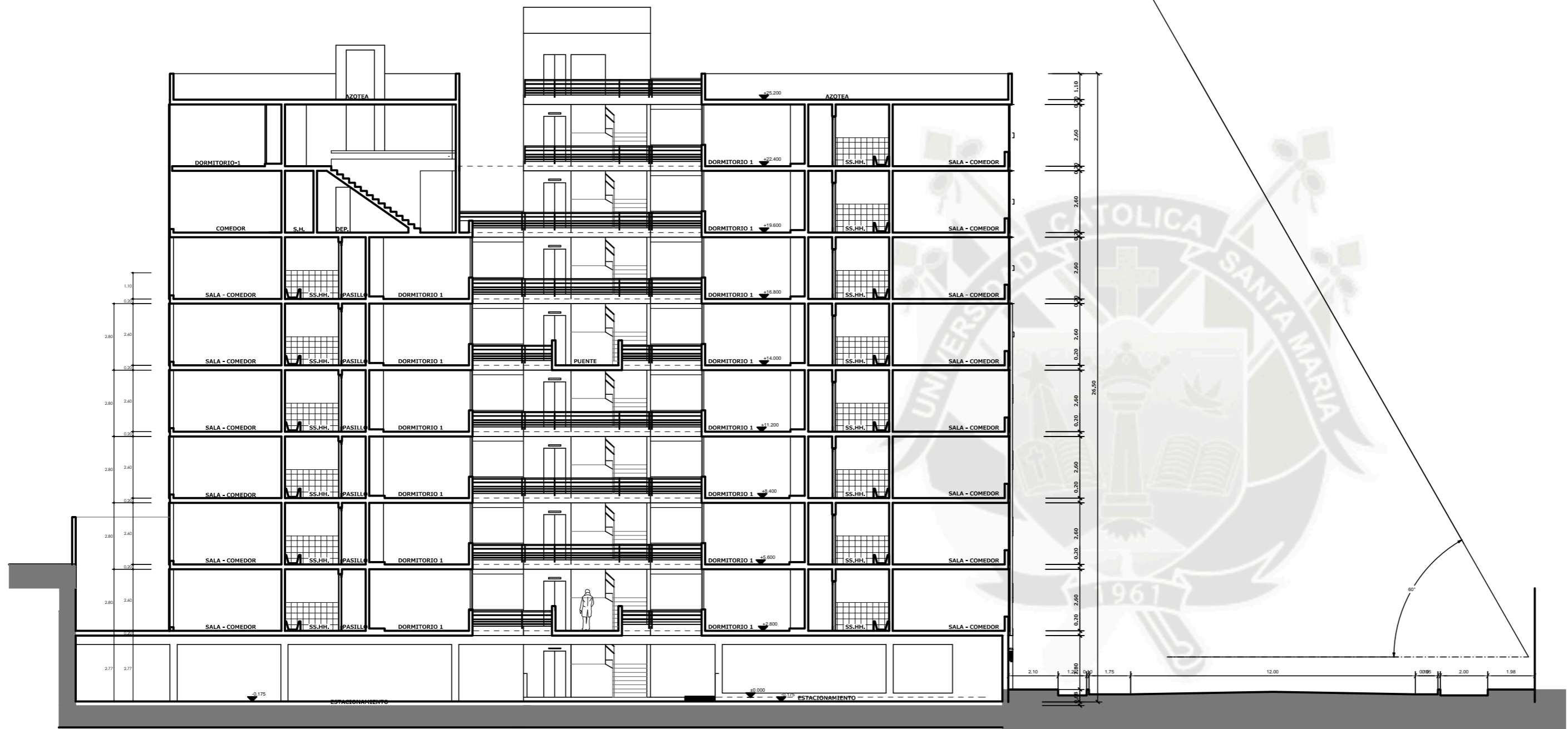
PLANO: ARQUITECTURA

LAMINA N:

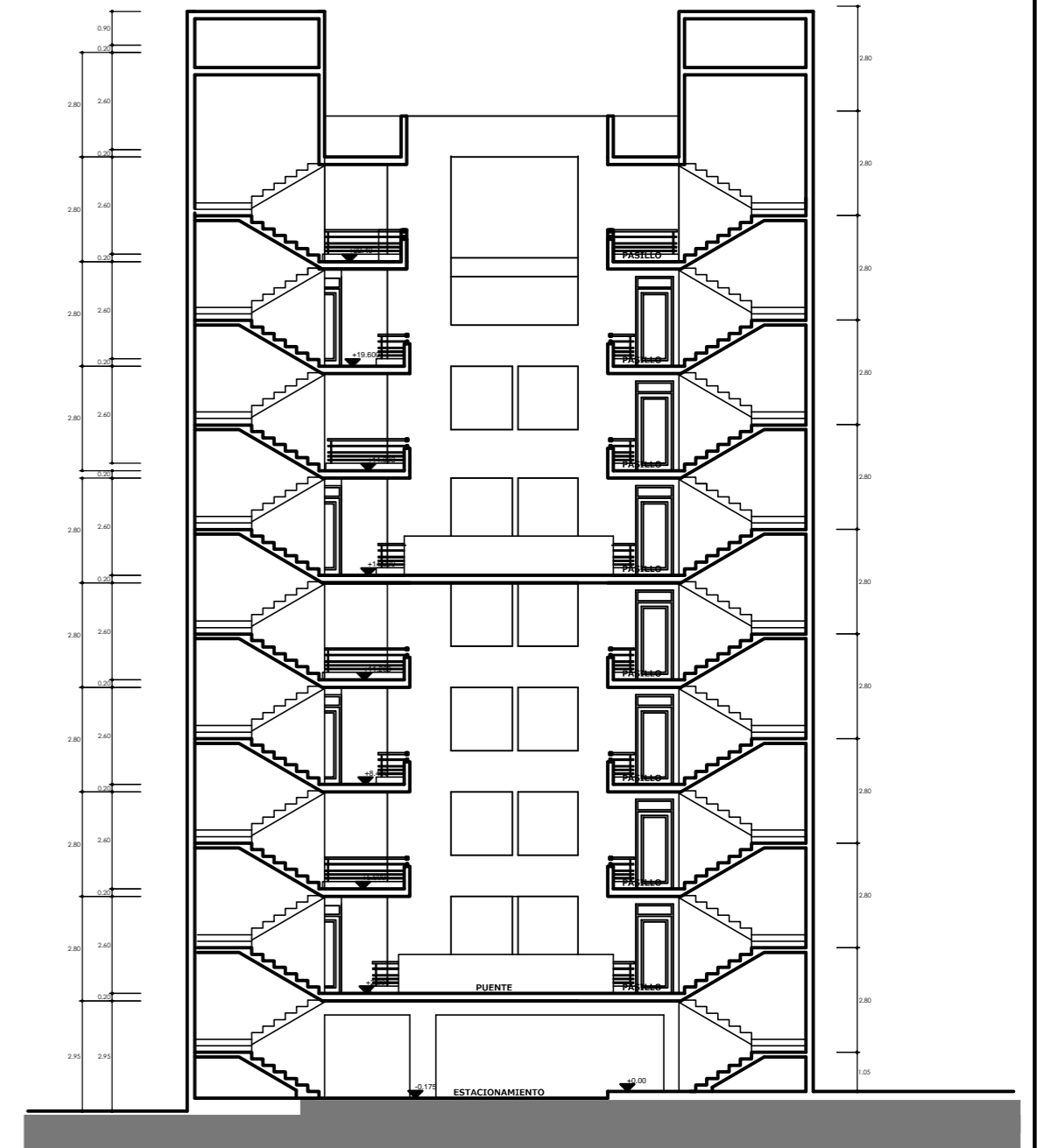
A.03

VIVIENDA MULTIFAMILIAR AV, ROOSEVELT - ASA.

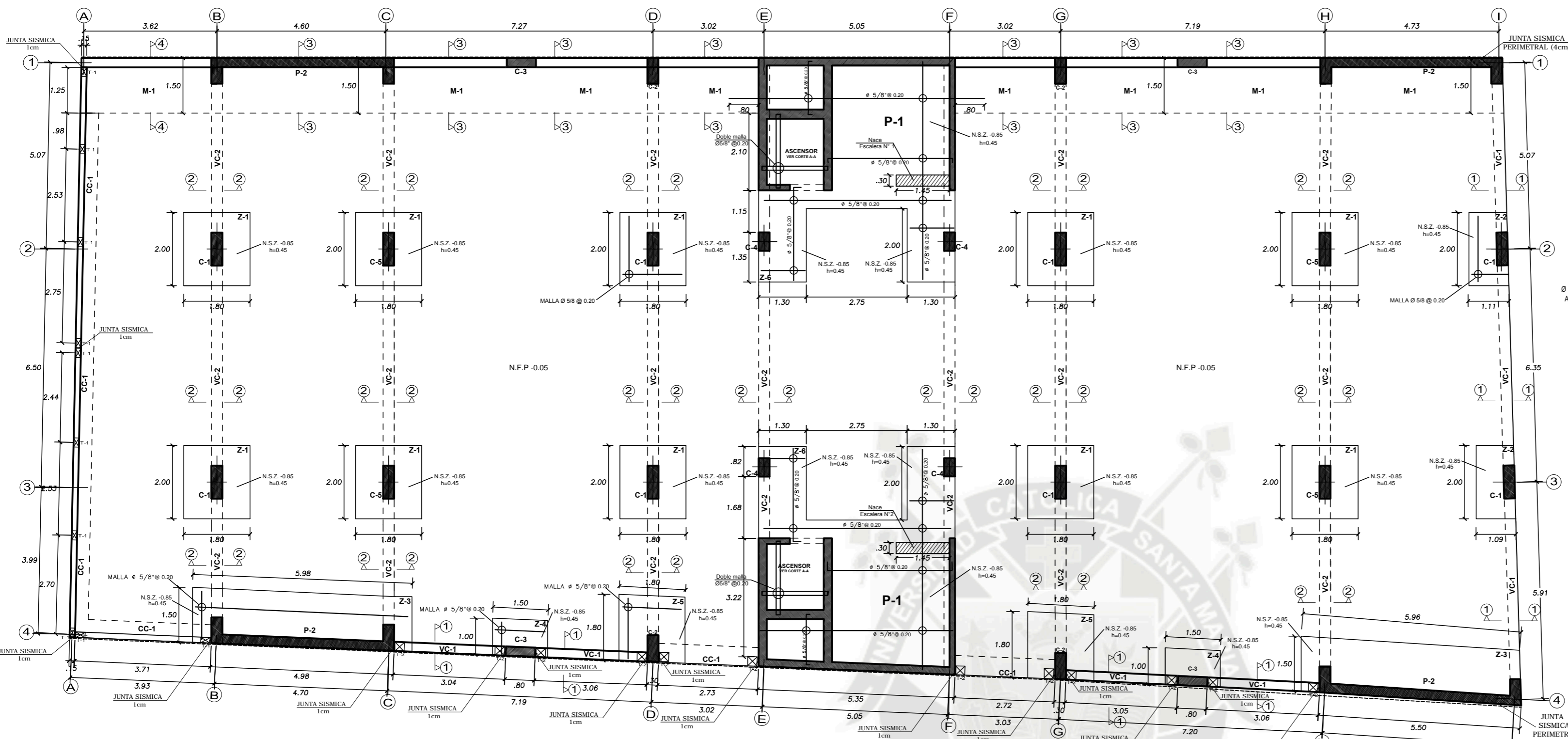
ARCHIVO: _____ Escala: 1:75 Fecha: ABR, 2016 Dibujo: _____



5. CORTE-A 1:100



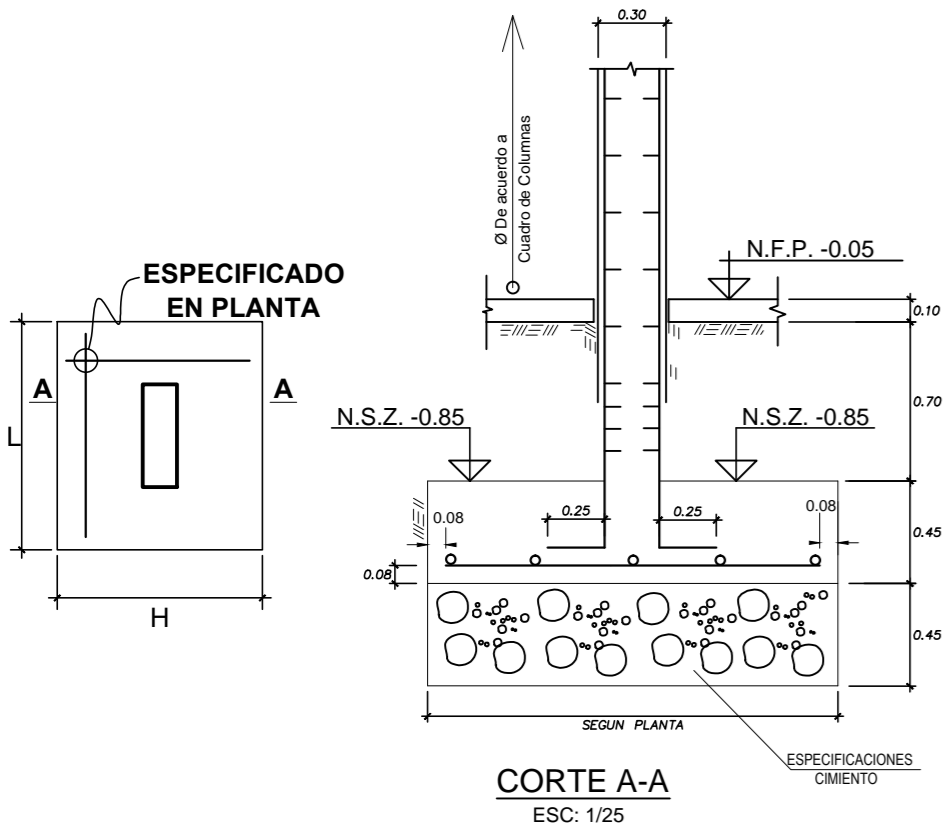
5. CORTE-B 1:100



CIMENTACION

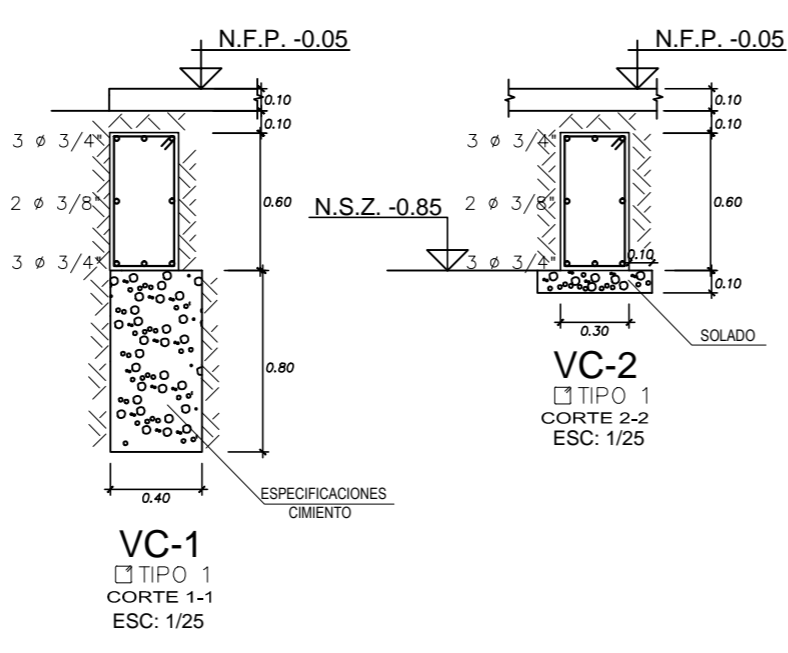
ESC: 1/75

CUADRO DE ESTRIBOS COLUMNAS Y MUROS DE CORTE		
TIPO	Ø	ESPACIAMIENTO A/C EXTREMO
1	3/8"	1 @ 0.05, 10 @ 0.10, 4 @ 0.15, Resto @ 0.25 C/Ext.
2	3/8"	1 @ 0.05, 8 @ 0.10, 4 @ 0.15, Resto @ 0.25 C/Ext.
3	1/4"	1 @ 0.05, 6 @ 0.10, 4 @ 0.15 Resto @ 0.25 C/Ext.
4	1/4"	1 @ 0.05, 4 @ 0.10, 2 @ 0.15 Resto @ 0.25 C/Ext.



DETALLE DE ZAPATAS

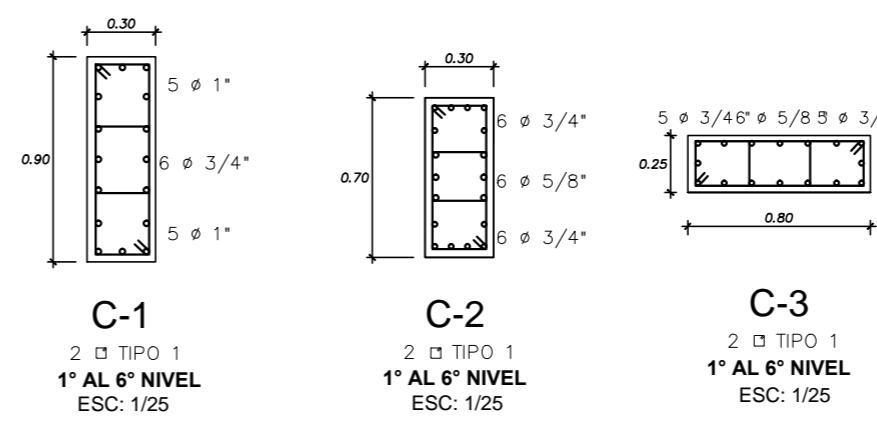
ESC: 1/25



VIGAS DE CIMENTACION

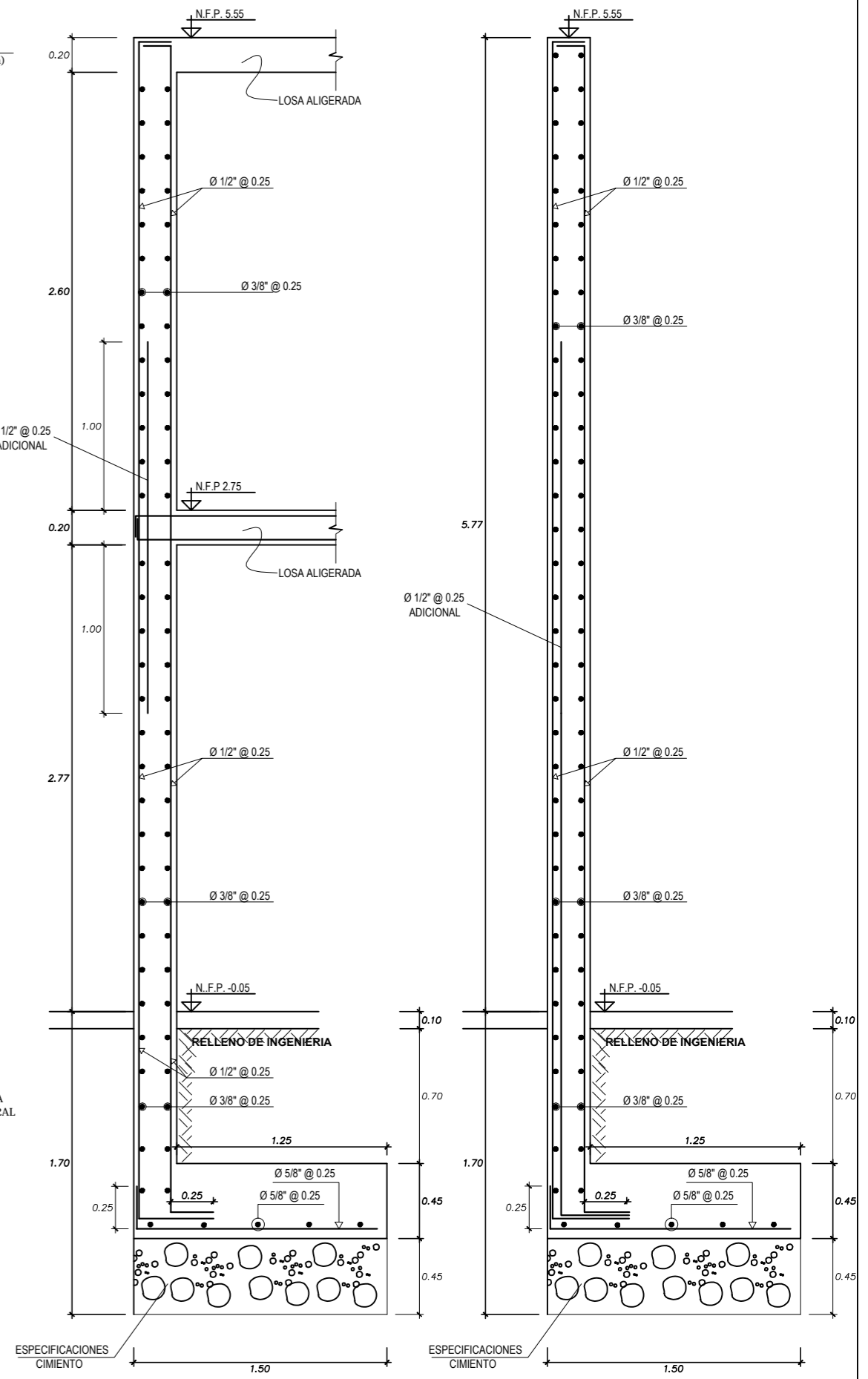
ESC: 1/25

CUADRO DE ESTRIBOS DE VIGAS		
TIPO	Ø	ESPACIAMIENTO A/C EXTREMO
1	3/8"	1 @ 0.05, 12 @ 0.10, 4 @ 0.15, Resto @ 0.25 C/Ext.
2	3/8"	1 @ 0.05, 10 @ 0.10, 3 @ 0.15, Resto @ 0.25 C/Ext.
3	3/8"	1 @ 0.05, 8 @ 0.10, 3 @ 0.15, Resto @ 0.20 C/Ext.
4	1/4"	1 @ 0.05, 8 @ 0.10, 2 @ 0.15, Resto @ 0.20 C/Ext.
5	1/4"	1 @ 0.05, 6 @ 0.10, 2 @ 0.15, Resto @ 0.20 C/Ext.



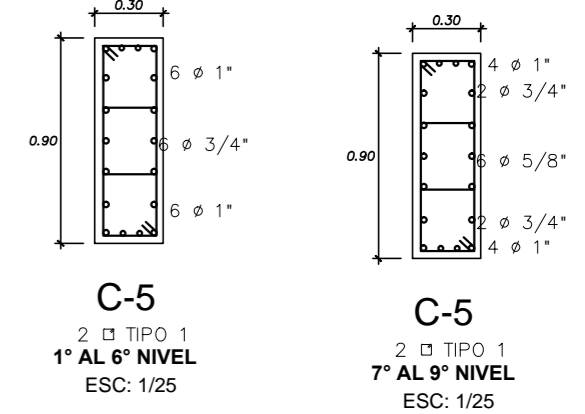
DETALLE DE COLUMNAS

ESC: 1/25



DETALLE DE MUROS DE CONTENCIÓN

ESC: 1/25



C-5
2 TIPO 1
1º AL 6º NIVEL
ESC: 1/25

C-5
2 TIPO 1
7º AL 9º NIVEL
ESC: 1/25

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

APLICACION DE LA TECNOLOGIA BIM EN LA GESTION DE LA CONSTRUCCION Y ANALISIS DE LOS BENEFICIOS DEL MODELAMIENTO 4D (TIEMPO-COSTO) EN UN EDIFICIO DE 9 PISOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA

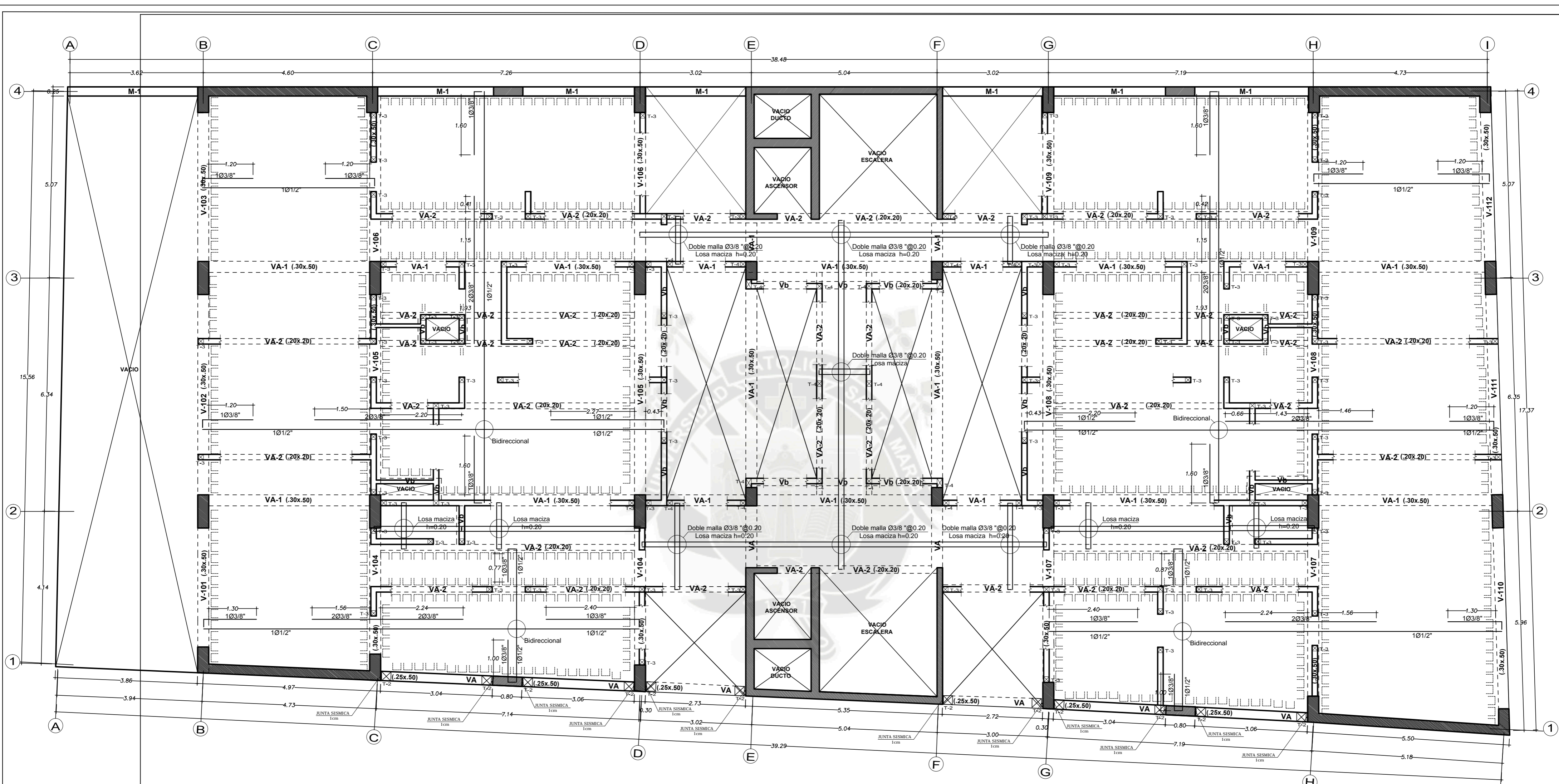
PRESENTE: Bach. SILVIA LUZ ENCALADA OJEDA

AL: ROQUELT 103, DIST. ALTO SELVA ALEREA, PROV. AREQUIPA

PLAZO: CIMENTACION

FECHA: ABRIL 2016

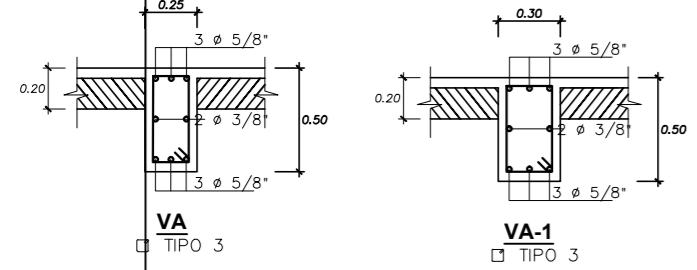
E.01



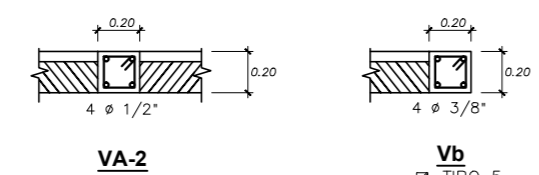
ALIGERADO 1ER NIVEL

1:50

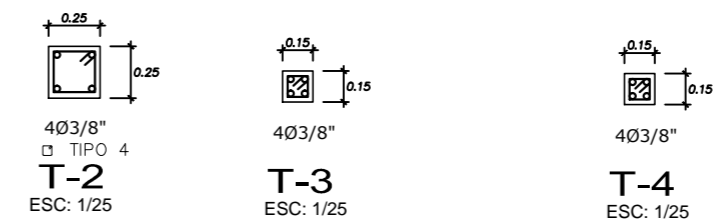
S/C 200Kg/m²



DETALLE DE VIGAS
ESC: 1/25



CUADRO DE ESTRIBOS DE VIGAS		
TIPO	Ø	ESPACIAMIENTO A/C EXTREMO
1	3/8"	1 @ 0.05, 12 @ 0.10, 4 @ 0.15, Resto @ 0.25 C/Ext.
2	3/8"	1 @ 0.05, 10 @ 0.10, 3 @ 0.15, Resto @ 0.25 C/Ext.
3	3/8"	1 @ 0.05, 8 @ 0.10, 3 @ 0.15, Resto @ 0.20 C/Ext.
4	1/4"	1 @ 0.05, 8 @ 0.10, 2 @ 0.15, Resto @ 0.20 C/Ext.
5	1/4"	1 @ 0.05, 6 @ 0.10, 2 @ 0.15, Resto @ 0.20 C/Ext.



DETALLE DE TENSORES

TENSOR PARAPETO

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

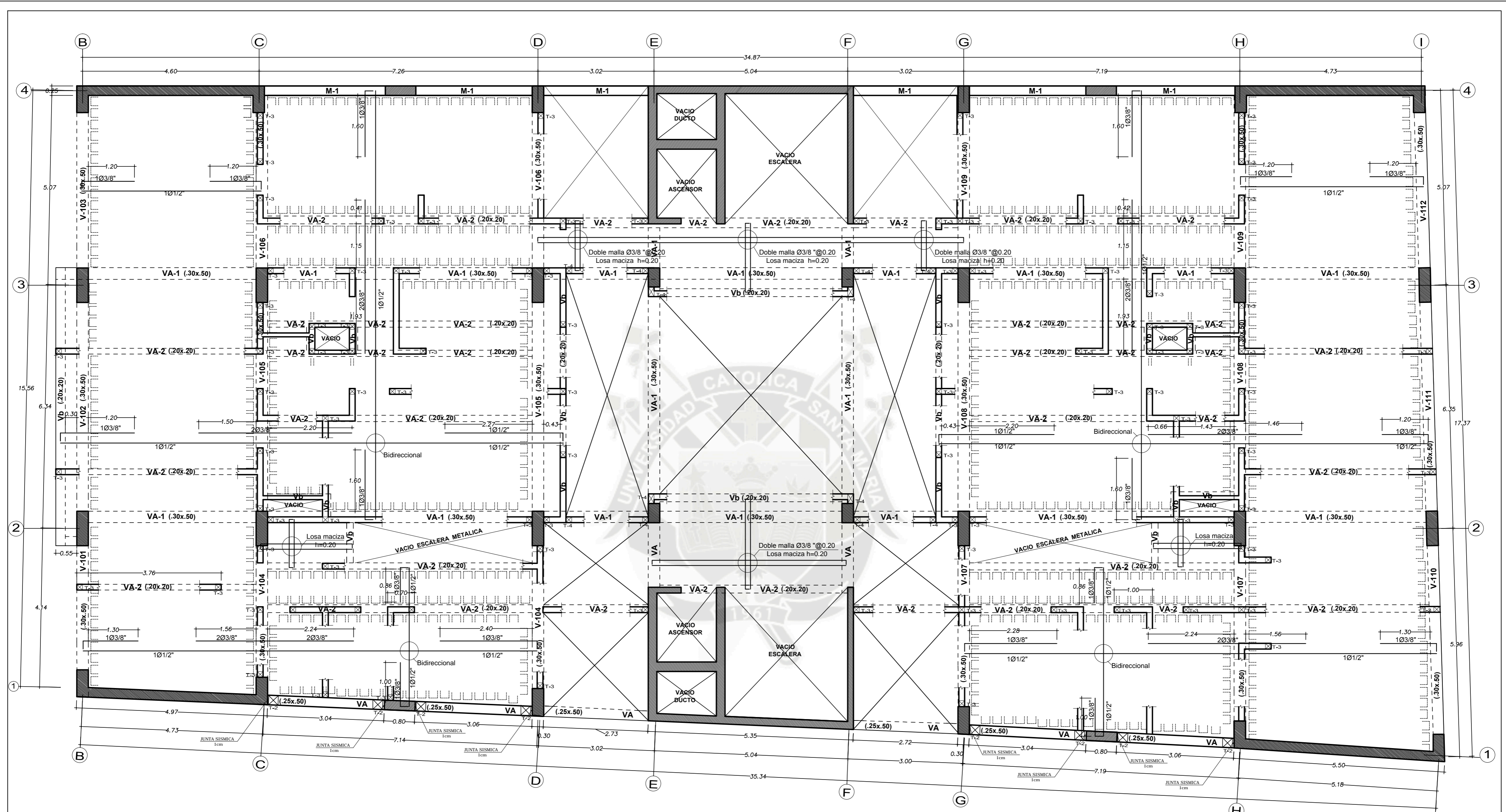
APLICACION DE LA TECNOLOGIA BIM EN LA GESTION DE LA CONSTRUCCION Y ANALISIS DE LOS BENEFICIOS DEL MODELAMIENTO 4D 5D TIEMPO-COSTO EN UN EDIFICIO DE 4 PISOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA

PROFESORA: BACH. SILVIA LUZ ENCALADA OJEDA

AL: RODRIGUEZ 103, DEPT. ALTO SELVA ALBERE, PROV. AREQUIPA

ALIGERADOS

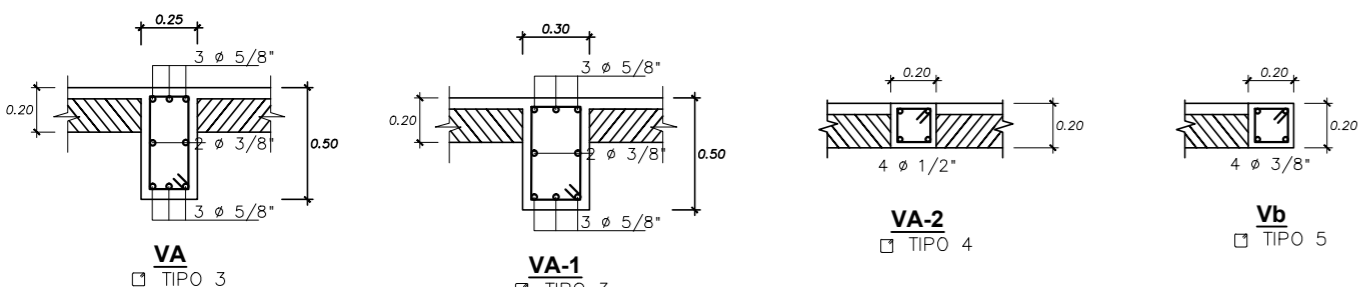
E.02



ALIGERADO 2DO Y 6TO NIVEL

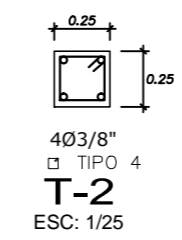
1:50

S/C 200Kg/m²

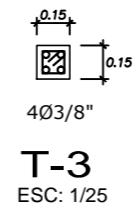


DETALLE DE VIGAS
ESC: 1/25

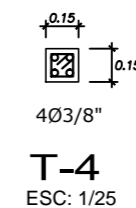
CUADRO DE ESTRIBOS DE VIGAS		
TIPO	Ø	ESPACIAMIENTO A/C EXTREMO
1	3/8"	1 @ 0.05 , 12 @ 0.10 , 4 @ 0.15 , Resto @ 0.25 C/Ext.
2	3/8"	1 @ 0.05 , 10 @ 0.10 , 3 @ 0.15 , Resto @ 0.25 C/Ext.
3	3/8"	1 @ 0.05 , 8 @ 0.10 , 3 @ 0.15 , Resto @ 0.20 C/Ext.
4	1/4"	1 @ 0.05 , 8 @ 0.10 , 2 @ 0.15 , Resto @ 0.20 C/Ext.
5	1/4"	1 @ 0.05 , 6 @ 0.10 , 2 @ 0.15 , Resto @ 0.20 C/Ext.



DETALLE DE TENSORES
ESC: 1/25



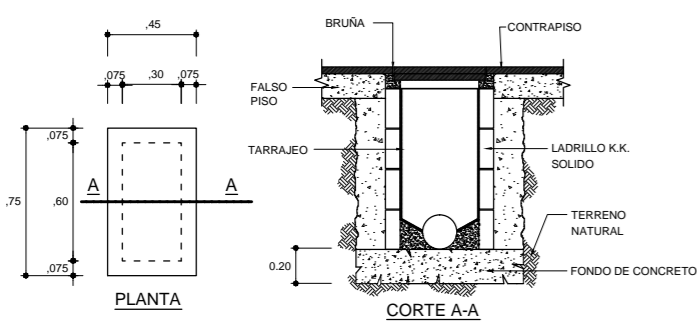
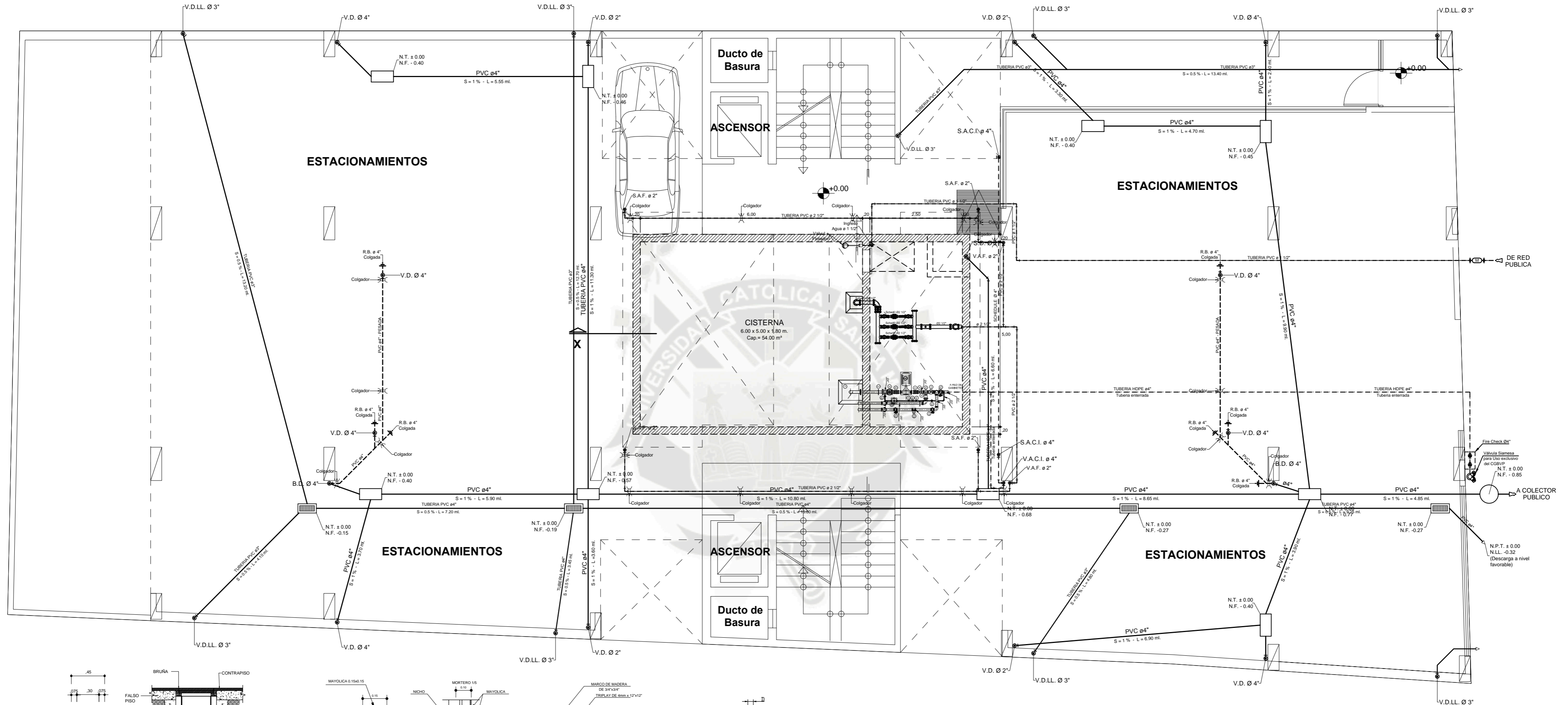
T-3
ESC: 1/25



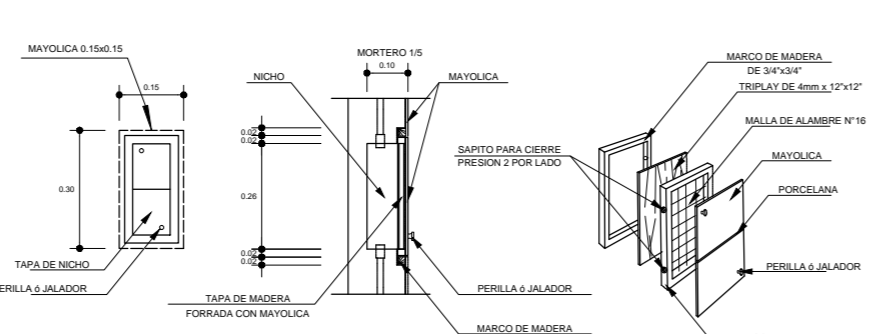
T-4
ESC: 1/25

TENSOR PARAPETO

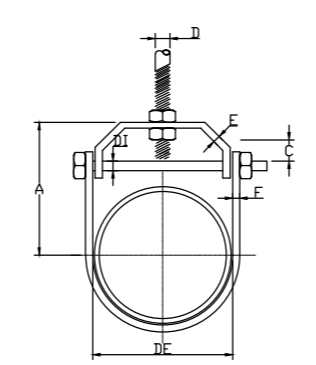
	UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA APLICACION DE LA TECNOLOGIA BIM EN LA GESTION DE LA CONSTRUCCION Y ANALISIS DE LOS BENEFICIOS DEL MODELAMIENTO 4D-5D (TIEMPO-COSTO) EN UN EDIFICIO DE 5 PISOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA
	PRESENTA: Bach. SILVIA LUZ ENCALADA OJEDA AV. ROOSEVELT 100, DES. ALTO SELVA AEREO, PROY. AREQUIPA
PLANO: ALIGERADOS	E.03



DETALLE DE CAJA DE REGISTRO

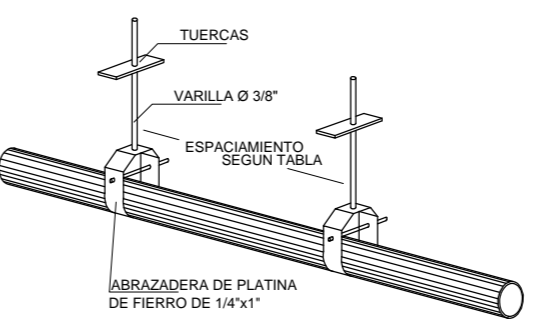


DETALLE CAJA DE VALVULAS



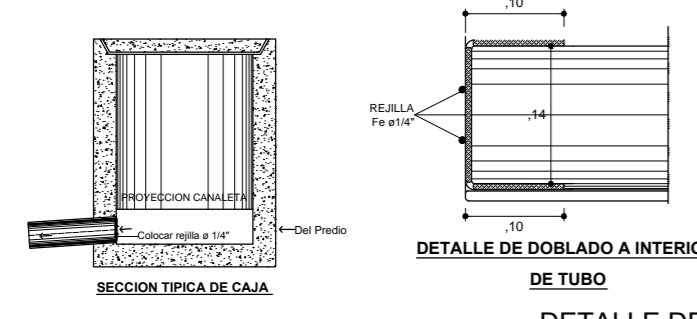
DIAMETRO DE LA TUBERIA	A	B	C	D	E		F		DE	DI
					ANCHO x ESP	ANCHO x ESP				
2"	4"	5 3/16"	1 1/2"	3/8"	1 1/4" x 3/16"	1 1/4" x 3/16"	2 3/8"	3/8"		
3"	5"	6 3/4"	1 3/4"	1/2"	1 1/4" x 3/16"	1 1/4" x 3/16"	3 1/2"	3/8"		
4"	5 3/4"	8"	1 3/4"	1/2"	1 1/2" x 1/4"	1 1/2" x 1/4"	4 1/2"	3/8"		

DETALLE DE COLGADORES PARA COLECTORES DE DESAGÜE S/E

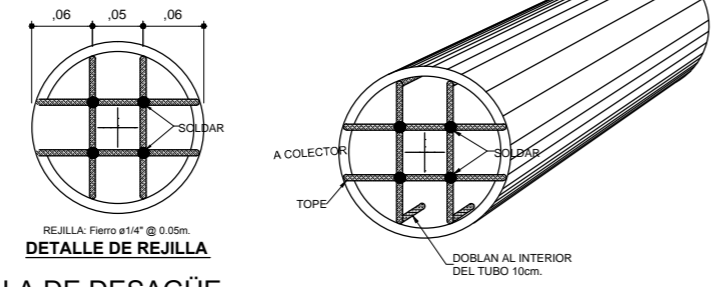


DIAMETRO DE LA TUBERIA	2"	3" a 4"
ESPACIAMIENTO ENTRE COLGADORES	2.50m	3.00m
TUBERIAS DE PLASTICO PVC.		

SEPARACION ENTRE COLGADORES EN TUBERIAS A LA VISTA S/E



DETALLE DE DOBLADO A INTERIOR DE TUBO



DETALLE DE REJILLA DE DESAGÜE

UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

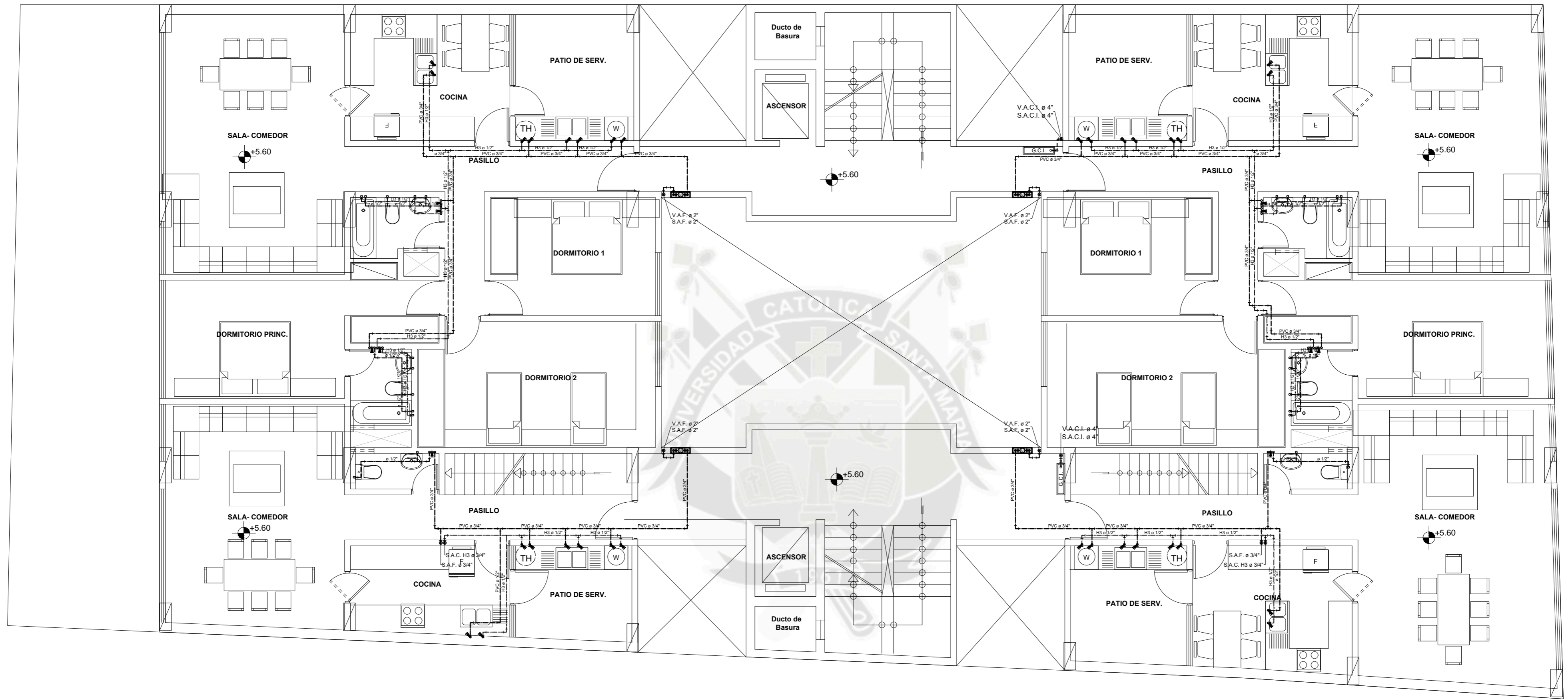
"APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA BIM EN LA GESTION DE LA CONSTRUCCION Y ANALISIS DE LOS BENEFICIOS DEL MODELAMIENTO 4D-5D (TIEMPO-COSTO) EN UN EDIFICIO DE 9 PISOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA"

PRESENTA: **Bach. SILVIA LUZ ENCALADA OJEDA**

UBICACION: **AV. ROOSEVELT N° 103 - ASA, AREQUIPA**

PLANO: **REDES DE AGUA Y DESAGÜE**

LAMINA N°: **IS.01**



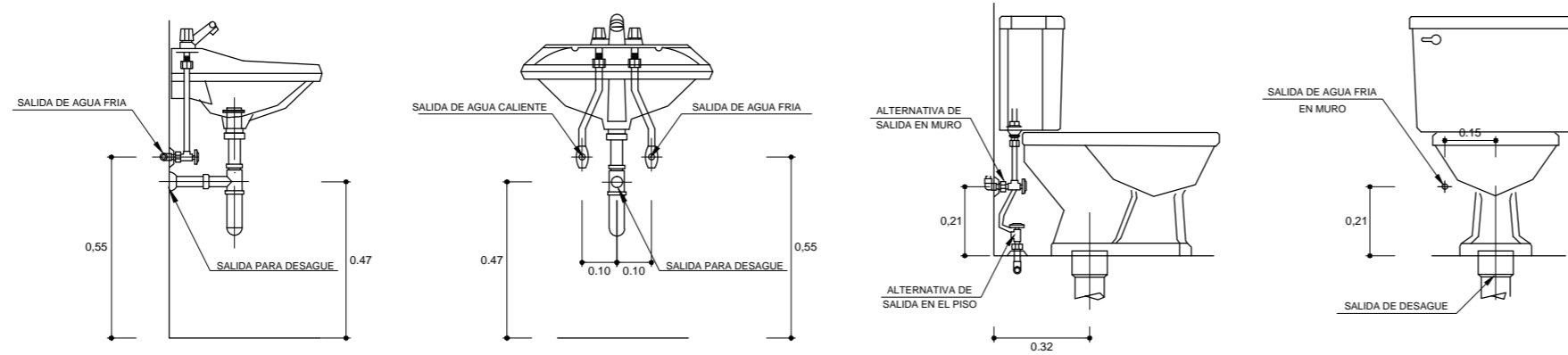
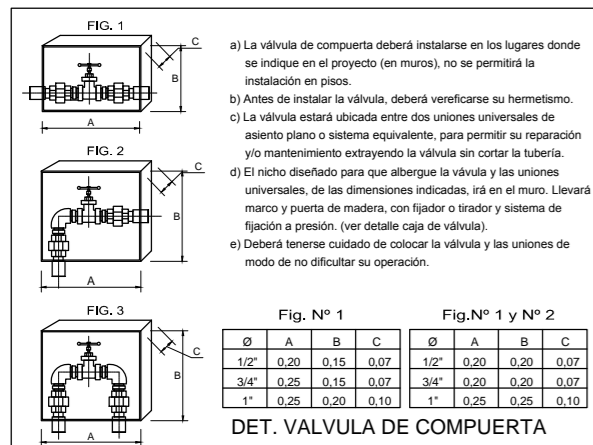
2do, 4to y 6ta PLANTA

ESCALA 1:50

ESPECIFICACIONES TECNICAS

AGUA.

- Las tuberías y accesorios de agua fría serán de PVC-SAP tipo pesado, clase 10 Kg/cm², simple presión.
- Las tuberías y accesorios de agua caliente serán de Hidro 3 Salidillo reforzado y ensamblado a thermofusion.
- Los accesorios para puntos de salida serán de 1" C°.
- Las válvulas de compuerta en pared se instalarán entre 2 uniones universales y en nichos adecuadamente construidos.
- El uso del pegamento debe ser adecuado en calidad y cantidad, para garantizar la impermeabilización de las unidades.



DETALLE SALIDA DE AGUA Y DESAGÜE EN LAVATORIOS E INODOROS
 ESCALA = 5/8"



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

"APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA BIM EN LA GESTION DE LA CONSTRUCCION Y ANALISIS DE LOS BENEFICIOS DEL MODELAMIENTO 4D-5D (TIEMPO-COSTO) EN UN EDIFICIO DE 9 PISOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA"

PRESENTA: Bach. SILVIA LUZ ENCALADA OJEDA

UBICACION: AV. ROOSEVELT N° 103 - ASA, AREQUIPA

PLANO: **REDES DE AGUA Y DESAGÜE**

LAMINA N°:

IS.02

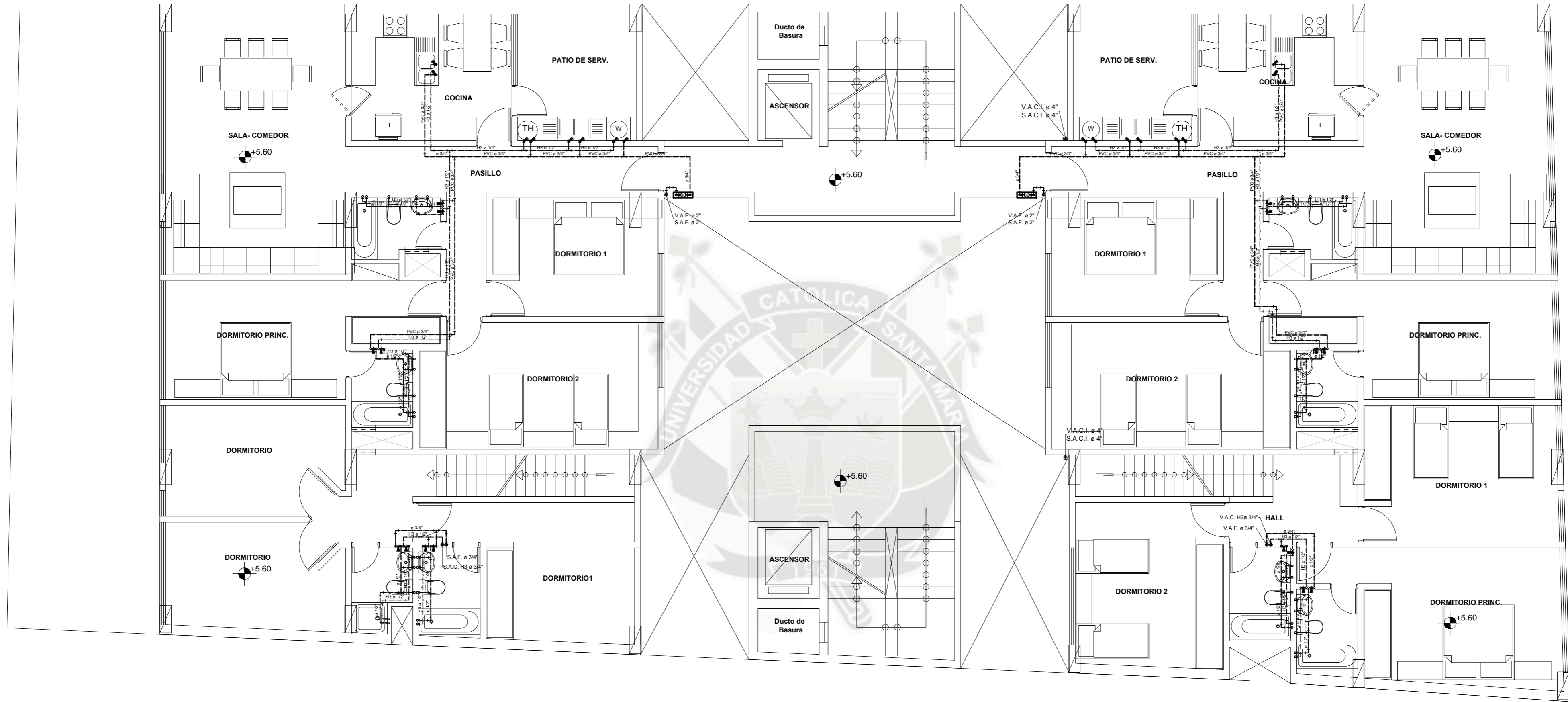
DISENO:

ARCHIVO:

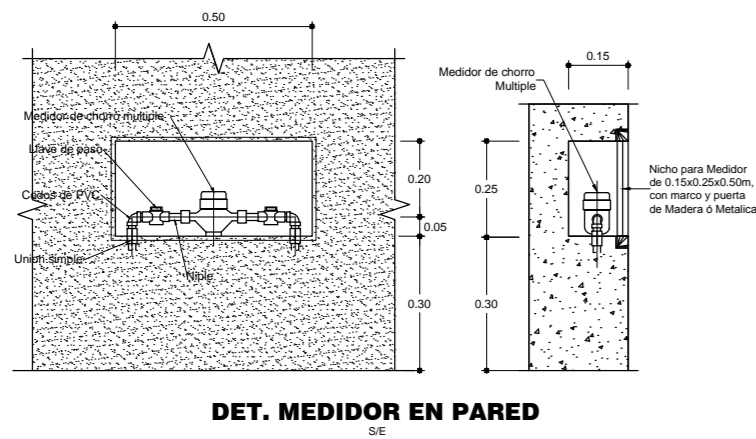
Escala: 1:75

Fecha: ABR, 2016

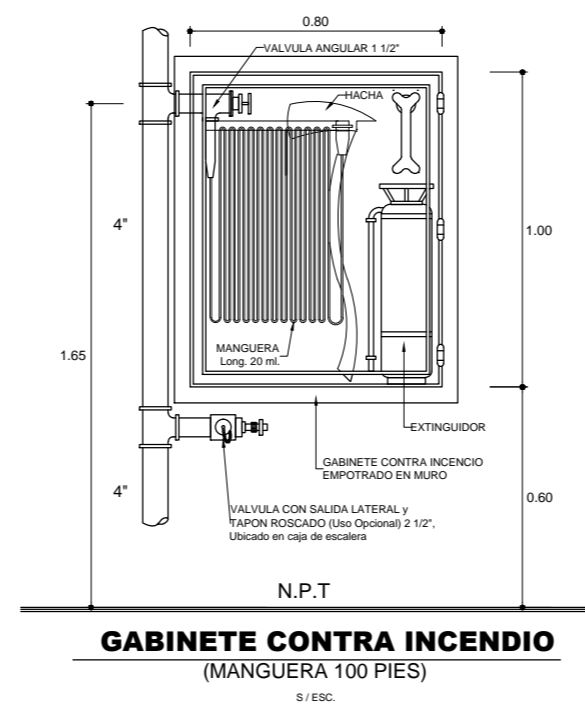
Dibujo:



3era, 5ta, y 6ta PLANTA
ESCALA 1:50

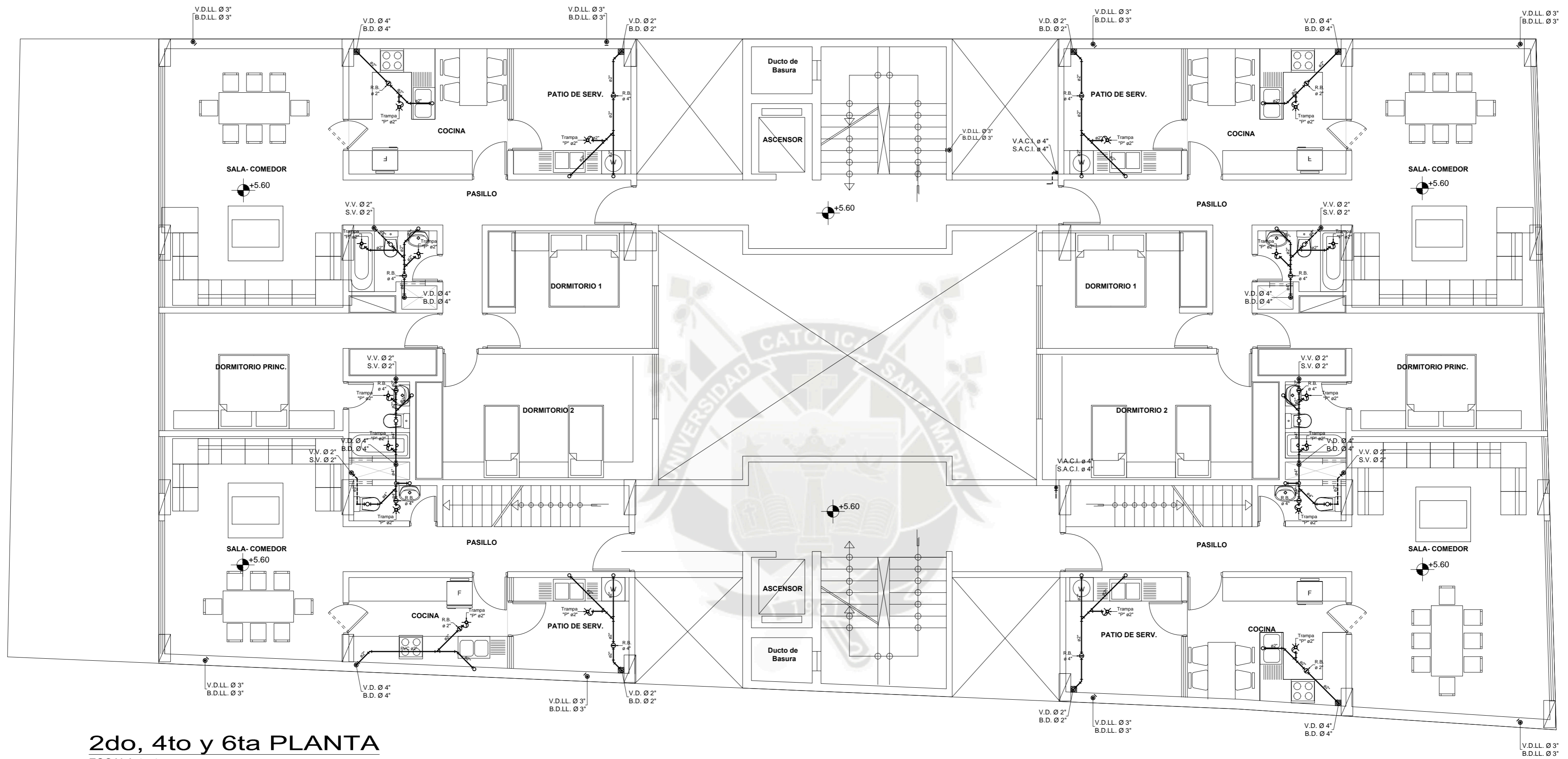


LEYENDA	
SIMBOLO	DESCRIPCION
	MEDIDOR DE AGUA
	TUBERIA DE PVC; PARA LA RED AGUA FRIA
	TUBERIA DE H-3; PARA LA RED AGUA CALIENTE
	VALVULA DE COMPUERTA
	GRIFO DE RIEGO
	UNION UNIVERSAL
	SUBE y/o VIENE: AGUA FRIA



ESPECIFICACIONES TECNICAS	
AGUA.	
1.	Las tuberías y accesorios de agua fría serán de PVC-SAP tipo pesado, clase 10 Kg/cm ² simple presión.
2.	Las tuberías y accesorios de agua caliente serán de Hidro 3 Saladillo reforzado y ensamblado a thermofusion.
3.	Los accesorios para puntos de salida serán de P" C1"
4.	Las válvulas de compuerta en pared se instalarán entre 2 uniones universales y en nichos adecuadamente contruidos.
5.	El uso del pegamento debe ser adecuado en calidad y cantidad, para garantizar la impermeabilización de las unidades.

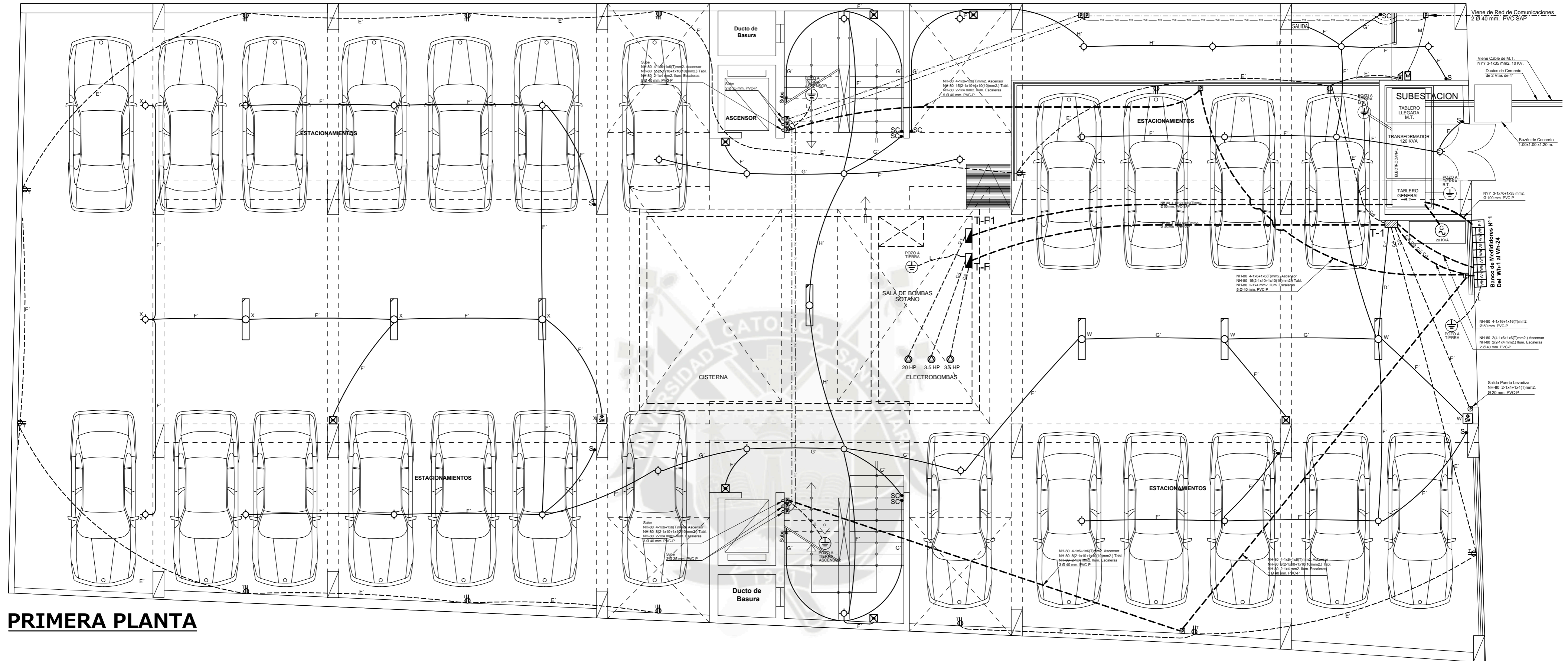
	UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA "APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA BIM EN LA GESTION DE LA CONSTRUCCION Y ANALISIS DE LOS BENEFICIOS DEL MODELAMIENTO 4D-5D (TIEMPO-COSTO) EN UN EDIFICIO DE 9 PISOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA"	
	PRESENTA: Bach. SILVIA LUZ ENCALADA OJEDA	LAMINA N: REDES DE AGUA Y DESAGÜE
UBICACION: AV. ROOSEVELT N° 103 - ASA, AREQUIPA	IS.03	
DISEÑO: ARCHIVO:	Escala: 1:75	Fecha: ABR, 2016



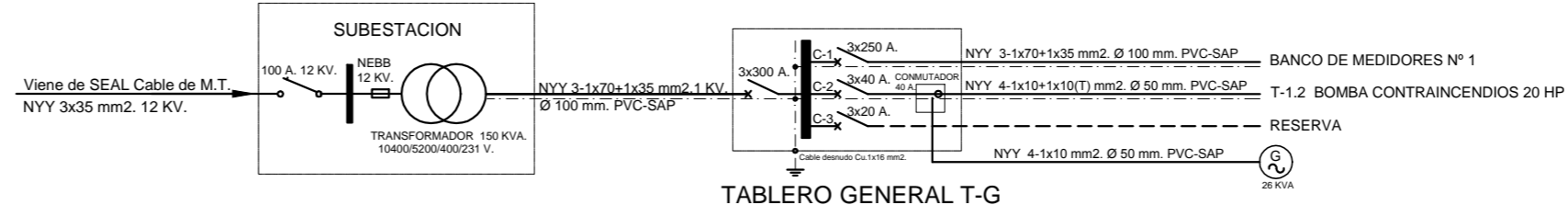
2do, 4to y 6ta PLANTA
 ESCALA 1:50

ESPECIFICACIONES TECNICAS	
DESAGUE	
1.-Las tuberías y accesorios de desague serán de PVC tipo pesado con espiga y campana.	
2.-Los accesorios para sumidero y registros roscados serán de bronce e instalados a nivel de piso terminado.	
3.-Las cajas de Registro serán con media caña en la base, construidas de albañilería o concreto prefabricado, con tarrajeo pulido en ambos casos.	
4.-El sistema de Ventilación debe tener y garantizar la presión atmosférica en cada aparato sanitario y proteger el sello de agua correspondiente.	
5.-La Pendiente mínima en los ramales colectores, serán del 1%.	

	UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA "APLICACIÓN DE LA TECNOLOGIA BIM EN LA GESTION DE LA CONSTRUCCION Y ANALISIS DE LOS BENEFICIOS DEL MODELAMIENTO 4D-5D (TIEMPO-COSTO) EN UN EDIFICIO DE 9 PISOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA"	
	PRESENTA: Bach. SILVIA LUZ ENCALADA OJEDA	LAMINA N°: IS.04
UBICACION: AV. ROOSEVELT N° 103 - ASA, AREQUIPA	PLANO: REDES DE AGUA Y DESAGÜE	
DISEÑO: ARCHIVO:	Escala: 1:75	Fecha: ABR, 2016



PRIMERA PLANTA



LEYENDA			
SIMBOLO	DESCRIPCION	TIPO CAJA F'G'	ALTURA h.p.l.
	MEDIDOR DE ENERGIA ELECTRICA	Especial	1.50 m.
	TABLERO GENERAL T-G	Especial	1.60 m.
	SUB-TABLERO DE DISTRIBUCION	Especial	1.60 m.
	CENTRAL DE ALARMA CONTRA INCENDIOS	Especial	1.60 m.
	PANTALLA FLUORESCENTE 2 x 40 W.	Oct. 4'x 4'	en techo
	PUNTO LUZ SIMPLE 50W.	Oct. 4'x 4'	en techo
	BRAQUET CON LAMPARA DE 50 W.	Oct. 4'x 4'	2.10 m.
	SPOT LIGHT 50W.	Empotrado en techo	Oct. 4'x 4'
	LAMPARA DE EMERGENCIA DX-913 DE RADIO SHACK	Rect. 4'x 2'	2.5 m.
	TOMACORRIENTES CON SALIDA A TIERRA h = 1.20 m.	Rect. 4'x 2'	1.20 m.
	TOMACORRIENTES CON SALIDA A TIERRA h = 0.40 m.	Rect. 4'x 2'	0.40 m.
	SALIDA MONOFASICA CON PUESTA A TIERRA PARA COCINA	Rect. 4'x 2'	0.40 m.
	SALIDA PARA TELEFONO	Rect. 4'x 2'	0.40 m.
	CAJA DE PASE OCTOGONAL CON TAPA CIEGA	Oct. 4'x 4'	en pared
	CAJA DE PASE CUADRADA CON TAPA CIEGA	Cuad. 5'x 5'	Empotrado en pared
	S. 2S. 3S. SC. INTERRUPTOR SIMPLE, DOBLE, TRIPLE Y COMUTACION	Rect. 4'x 2'	Empotrado 1.40 m.
	INTERCOMUNICADOR Y SALIDA PARA PORTERO ELECTRICO	Rect. 4'x 2'	1.40 m.
	POZO A TIERRA	Especial	en Piso

SIMBOLO	DESCRIPCION	TIPO CAJA F'G'	ALTURA h.p.l.
	TIMBRE	Rect. 4'x 2'	1.80 m.
	PULSADOR TV	Rect. 4'x 2'	1.20 m.
	SENSOR DE MOVIMIENTO - CONTROL DE ILUMINACION	Rect. 4'x 2'	0.40 m.
	LLAVE BIPOLAR TICINO PARA PARA THERMA 20 A.	Rect. 4'x 2'	1.50 m.
	SALIDA PARA THERMA CALENTADOR DE AGUA	Oct. 4'x 4'	Empotrado
	SALIDA PARA ELECTROBOMBA 3.5 HP	Oct. 4'x 4'	0.40 m.
	SALIDA DE FUERZA	Oct. 4'x 4'	Empotrado
	SEÑAL DE SALIDA CON LAMPARA TL-8W. Y BATERIA	Oct. 4'x 4'	Empotrado en pared
	SENSOR DE MOVIMIENTO - CONTROL DE ILUMINACION	Oct. 4'x 4'	Especial
	SALIDA PARA CAMARA DE VIGILANCIA	Oct. 4'x 4'	Especial
	LLAVE TERMOMAGNETICA DE 15 AMP. SALVO INDICACION		
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL DE 0.03 A. CAPACIDAD RUPTURA		
	LINEA POR TECHO O PARED THW 2x1x2.5mm2. Ø20mm. PVC-L.		
	LINEA POR PISO THW 2x1x4mm2. Ø20mm. PVC-L. Salvo Indiac.		
	LINEA PARA SISTEMA DE TV. CABLE Ø20mm. PVC-L.		
	LINEA PARA PULSADOR DE TIMBRE Ø20mm. PVC-L.		
	LINEA PARA SISTEMA DE COMUNICACION Ø20mm. PVC-L.		
	LINEA PARA SISTEMA DE INERCOMUNICADOR Ø20mm. PVC-L.		

CLAVE PARA DUCTOS Y CONDUCTORES	
A	NH-80 4-1x10 mm2. Ø35 mm. PVC-P
B	NH-80 2-1x10mm2. + 1x10 mm2.(T) Ø25 mm. PVC-P
C	NH-80 2-1x6 mm2. + 1x6 mm2. (T) Ø25mm. PVC-L
E'	NH-80 2-1x4 mm2. + 1x4 mm2. (T) Ø20mm. PVC-P
F'	NH-80 2-1x2.5 mm2. Ø20mm. PVC-L
G'	NH-80 3-1x2.5 mm2. Ø20mm. PVC-L
H'	NH-80 4-1x2.5 mm2. Ø20mm. PVC-L
J	NH-80 2-1x2.5 mm2. + 1x2.5 mm2. (T) Ø20mm. PVC-P
C	THW 2-1x6 mm2. + 1x6 mm2. (T) Ø25mm. PVC-L
D	THW 2-1x4 mm2. Ø20mm. PVC-L
E	THW 2-1x4 mm2. + 1x4 mm2. (T) Ø20mm. PVC-L
F	THW 2-1x2.5 mm2. Ø20mm. PVC-L
G	THW 3-1x2.5 mm2. Ø20mm. PVC-L
H	THW 4-1x2.5 mm2. Ø25mm. PVC-L
L	Cable desnudo Cu. 1x16 mm2. Ø20mm. PVC-L
M	Ducto Ø20mm. PVC-L
N	Ducto Ø25mm. PVC-L

ESPECIFICACIONES TECNICAS

TUBERIA: plástica tipo liviano (PVC-L y PVC-P), el diámetro a emplearse mínimo es de 20 mm.Ø respectivamente, salvo indicación.

CAJAS: de fiero galvanizado tamaño estándar para empotar, tipo pesado.

CONDUCTORES PARA DEPARTAMENTOS: alambre de cobre electrolítico con forro aislante THW para 600 v., su calibre se medirá en mm2, el mínimo a emplearse será de 2.5 mm2, los conductores mayores de 6.0 mm2 serán de tipo cableado y los de menor ó igual a 6.0 mm2 sólido.

CONDUCTORES PARA SERVICIOS COMUNES: Los conductores serán del Tipo no propagador del incendio, con baja emisión de humos, libre de halógenos y ácidos corrosivos, conductores de cobre electrolítico con aislante NH-80, Tensión Nominal 450/750 V., su calibre se medirá en mm2, el mínimo a emplearse será de 2.5 mm2, los conductores mayores de 6.00 mm2, serán del Tipo Cableado y los de menor ó igual a 6.0 mm2, del Tipo Sólido.

TABLERO GENERAL: gabinete de PVC ó metal galvanizado para empilar con marco y puerta metálica y chapas con interruptores termomagnéticos con capacidad de ruptura de 10 KA.

PLACAS: telefónicas, TV Cable, interruptores, tomacorrientes de plástico de la serie MAGIC ó similar.

INTERRUPTORES Y TOMACORRIENTES: del tipo para empotar TICINO ó similar con placas de plástico de la serie MAGIC de ISA-220 v.

COLORES DE CONDUCTORES		CONDUCTORES		DIAMETROS EQUIVALENTES EN DUCTOS	
CIRCUITO	COLORES	SECCION (mm2.)	Ø (mm)	Ø (PULG.)	
TRIFASICO	NEGRO, ROJO, AZUL	2.5 mm2.	20	3/4	
NEUTRO	BLANCO	4 mm2.	25	1	
TIERRA	VERDE	6 mm2.	35	1,1/4	
TELEFONICO	MARFIL	10 mm2.	40	1,1/2	



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

"APLICACION DE LA TECNOLOGIA BIM EN LA GESTION DE LA CONSTRUCCION Y ANALISIS DE LOS BENEFICIOS DEL MODELAMIENTO 4D-5D (TIEMPO-COSTO) EN UN EDIFICIO DE 9 PISOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA"

PRESENTA: **Bach. SILVIA LUZ ENCALADA OJEDA**

UBICACION: AV. ROOSEVELT 103, DIST.: ALTO SELVA ALEGRE, PROV.: AREQUIPA

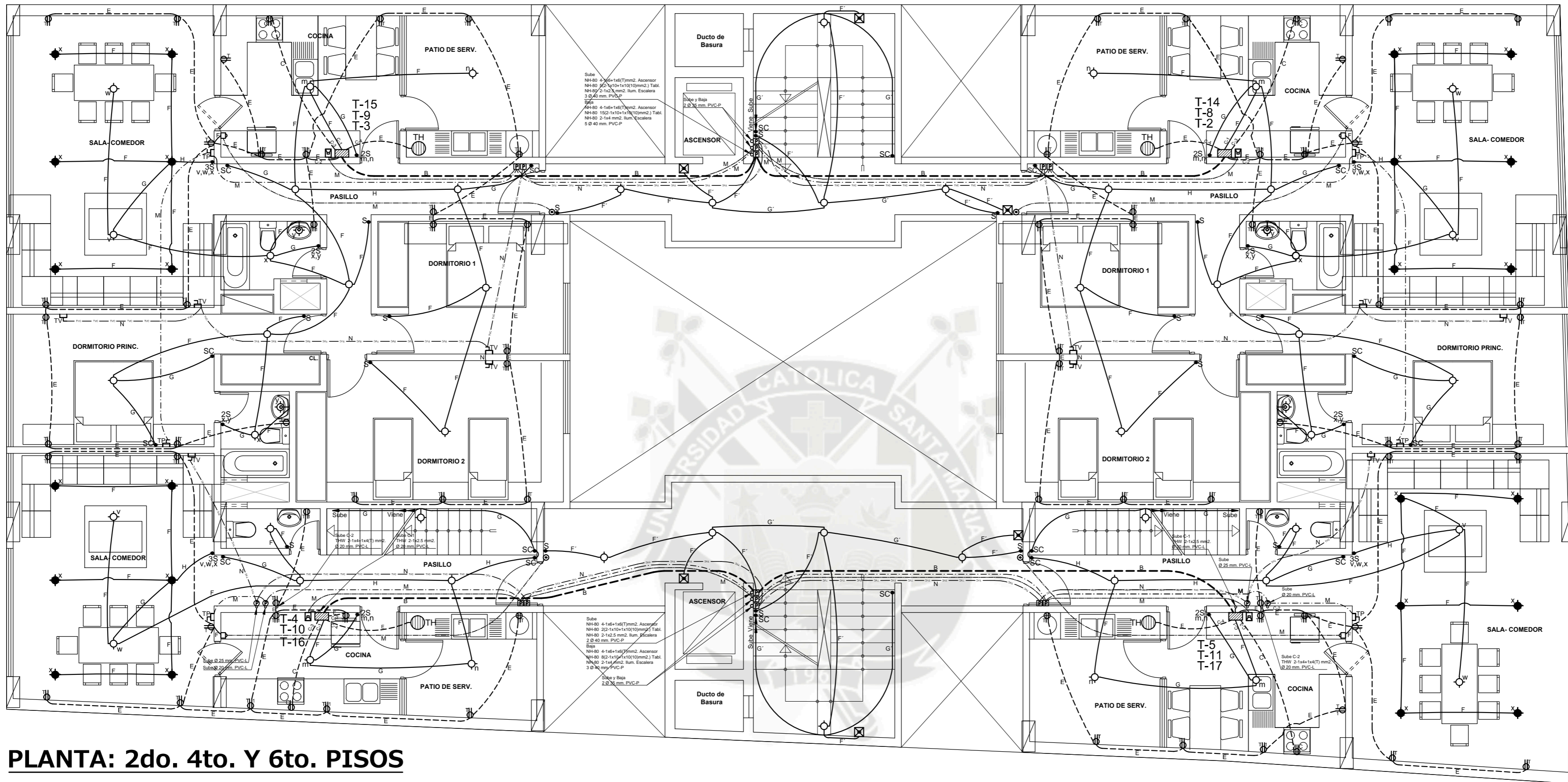
PLANO: **INSTALACIONES ELECTRICAS**

LAJINA N: **IE.01**

Escala: 1:75

Fecha: ABR, 2016

Dibujo:



PLANTA: 2do. 4to. Y 6to. PISOS

LEYENDA			
SIMBOLO	DESCRIPCION	TIPO CAJA F'G'	ALTURA n.p.l.
	MEDIDOR DE ENERGIA ELECTRICA	Especial	1.50 m.
	TABLERO GENERAL T-G	Especial	1.60 m.
	SUB-TABLERO DE DISTRIBUCION	Especial	1.60 m.
	CENTRAL DE ALARMA CONTRA INCENDIOS	Especial	1.60 m.
	PANTALLA FLUORESCENTE 2 x 40 W.	Oct. 4'x 4'	en techo
	PUNTO LUZ SIMPLE 50W.	Oct. 4'x 4'	en techo
	BRAQUET CON LAMPARA DE 50 W.	Oct. 4'x 4'	2.10 m.
	SPOT LIGHT 50W.	Oct. 4'x 4'	Empotrado en techo
	LAMPARA DE EMERGENCIA DX-913 DE RADIO SHACK	Rect. 4'x 2'	2.5 m.
	TOMACORRIENTES CON SALIDA A TIERRA h = 1.20 m.	Rect. 4'x 2'	1.20 m.
	TOMACORRIENTES CON SALIDA A TIERRA h = 0.40 m.	Rect. 4'x 2'	0.40 m.
	SALIDA MONOFASICA CON PUESTA A TIERRA PARA COCINA	Rect. 4'x 2'	0.40 m.
	SALIDA PARA TELEFONO	Rect. 4'x 2'	0.40 m.
	CAJA DE PASE OCTOGONAL CON TAPA CIEGA	Oct. 4'x 4'	en pared
	CAJA DE PASE CUADRADA CON TAPA CIEGA	Cuad. 5'x 5'	Empotrado en pared
	S. 2S. 3S. SC. INTERRUPTOR SIMPLE, DOBLE, TRIPLE Y CONMUTACION	Rect. 4'x 2'	Empotrado 1.40 m.
	INTERCOMUNICADOR Y SALIDA PARA PORTERO ELECTRICO	Rect. 4'x 2'	1.40 m.
	POZO A TIERRA	Especial	en Piso

SIMBOLO	DESCRIPCION	TIPO CAJA F'G'	ALTURA n.p.l.
	TIMBRE	Rect. 4'x 2'	1.80 m.
	PULSADOR	Rect. 4'x 2'	1.20 m.
	SALIDA PARA TV CABLE	Rect. 4'x 2'	0.40 m.
	LLAVE BIPOLAR TICINO PARA PARA THERMA 20 A.	Rect. 4'x 2'	1.50 m.
	SALIDA PARA THERMA CALENTADOR DE AGUA	Oct. 4'x 4'	Empotrado
	SALIDA PARA ELECTROBOMBA 3.5 HP	Oct. 4'x 4'	0.40 m.
	SALIDA DE FUERZA	Oct. 4'x 4'	Empotrado
	SEÑAL DE SALIDA CON LAMPARA TL-8W. Y BATERIA	Oct. 4'x 4'	Empotrado en pared
	SENSOR DE MOVIMIENTO - CONTROL DE ILUMINACION	Oct. 4'x 4'	Especial
	SALIDA PARA CAMARA DE VIGILANCIA	Oct. 4'x 4'	Especial
	LLAVE TERMOMAGNETICA DE 15 AMP. SALVO INDICACION		
	INTERRUPTOR DIFERENCIAL DE 0.03 A. CAPACIDAD RUPTURA		
	LINEA POR TECTO O PARED THW 2x1x2.5mm2. Ø20mm. PVC-L		
	LINEA POR PISO THW 2x1x4mm2. Ø20mm. PVC-L. Salvo Indiac.		
	LINEA PARA SISTEMA DE TV. CABLE Ø20mm. PVC-L		
	LINEA PARA PULSADOR DE TIMBRE Ø20mm. PVC-L		
	LINEA PARA SISTEMA DE COMUNICACION Ø20mm. PVC-L		
	LINEA PARA SISTEMA DE INERCOMUNICADOR Ø20mm. PVC-L		

CIRCUITO	COLORES	CONDUCTORES SECCION (mm2.)	Ø (mm)	Ø (PULG.)
TRIFASICO	NEGRO, ROJO, AZUL	2.5 mm2.	20	3/4
NEUTRO	BLANCO	4 mm2.	25	1
TIERRA	VERDE	6 mm2.	35	1.1/4
TELEFONICO	MARFIL	10 mm2.	40	1.1/2

ESPECIFICACIONES TECNICAS

TUBERIA: plastica tipo liviano (PVC-L y PVC-P), el diametro a emplearse minimo es de 20 mm.Ø respectivamente, salvo indicación.

CAJAS: de fierro galvanizado tamaño estandar para empotrar, tipo pesado.


CONDUCTORES PARA DEPARTAMENTOS: alambre de cobre electrolitico con forro aislante THW para 600 v., su calibre se medirá en mm2, el minimo a emplearse será de 2.5 mm2, los conductores mayores de 6.0 mm2 serán de tipo cableado y los de menor ó igual a 6.0 mm2 solidos.

CONDUCTORES PARA SERVICIOS COMUNES: Los conductores serán del Tipo no propagador del incendio, con baja emisión de humos, libre de halógenos y ácidos corrosivos, conductores de cobre electrolitico con aislante NH-80, Tensión Nominal 450/750 V., su calibre se medirá en mm2, el minimo a emplearse será de 2.5 mm2, los conductores mayores de 6.00 mm2. serán del Tipo Cableado y los de menor ó igual a 6.0 mm2. del Tipo Sólido.

TABLERO GENERAL: gabinete de PVC ó metal galvanizado para emplear con marco y puerta metálica y chapa con interruptores termomagnéticos con capacidad de ruptura de 10 KA.

PLACAS: telefónicas, TV Cable, interruptores, tomacorrientes de plástico de la serie MAGIC ó similar.

INTERRUPTORES Y TOMACORRIENTES: del tipo para empotrar TICINO ó similar con placas de plástico de la serie MAGIC de ISA-220 v.



UNIVERSIDAD CATOLICA DE SANTA MARIA

"APLICACION DE LA TECNOLOGIA BIM EN LA GESTION DE LA CONSTRUCCION Y ANALISIS DE LOS BENEFICIOS DEL MODELAMIENTO 4D-5D (TIEMPO-COSTO) EN UN EDIFICIO DE 9 PISOS EN LA CIUDAD DE AREQUIPA"

PRESENTA: **Bach. SILVIA LUZ ENCALADA OJEDA**

UBICACION: **AV. ROOSEVELT 103, DIST.: ALTO SELVA ALEGRE, PROV.: AREQUIPA**

PLANO: **INSTALACIONES ELECTRICAS**

LAMINA N.: **IE.02**

ARCHIVO:

Escala: 1:75

Fecha: ABR, 2016

Dibujo: