

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA**

**“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM PARA EL DESARROLLO
ESTRUCTURAL DE EDIFICACIONES. CASO DE ESTUDIO
VIVIENDA VILLAS LA CONCEPCIÓN, SAN AGUSTÍN TLAXIACA,
HIDALGO”**

**TESIS QUE PARA OBTENER EL TÍTULO EN:
LICENCIATURA EN INGENIERÍA CIVIL**

PRESENTA:

LUIS ENRIQUE MARTÍNEZ CRUZ

DIRECTOR DE TESIS:

DR. OMAR SALVADOR AREU RANGEL

CO-DIRECTOR:

MTRO. ALEJANDRO MIRAMONTES NAVA

MINERAL DE LA REFORMA, HIDALGO 2026





Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo
 Instituto de Ciencias Básicas e Ingeniería
 School of Engineering and Basic Sciences

Mineral de la Reforma, Hgo., a 5 de febrero de 2026

Número de control: ICBI-D/170/2026
 Asunto: Autorización de impresión.

MTRA. OJUKY DEL ROCÍO ISLAS MALDONADO
DIRECTORA DE ADMINISTRACIÓN ESCOLAR DE LA UAEH

Con Título Quinto, Capítulo II, Capítulo V, Artículo 51 Fracción IX del Estatuto General de nuestra Institución, por este medio, le comunico que el Jurado asignado al egresado de la Licenciatura en Ingeniería Civil **Luis Enrique Martínez Cruz**, quien presenta el trabajo de titulación "**Aplicación de la metodología BIM para el desarrollo estructural de edificaciones. Caso de estudio vivienda Villas la Concepción, San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo**", ha decidido, después de revisar fundamento en lo dispuesto en el Título Tercero, Capítulo I, Artículo 18 Fracción IV; dicho trabajo en la reunión de sinodales, **autorizar la impresión del mismo**, una vez realizadas las correcciones acordadas.

A continuación, firman de conformidad los integrantes del Jurado:

- Presidente:** Dr. Francisco Javier Olguín Coca
- Secretario:** Dr. Omar Caballero Garatachea
- Vocal:** Dr. Omar Salvador Areu Rangel
- Suplente:** Mtra. Valeria Volpi León

Sin otro particular por el momento, reciba un cordial saludo.

Atentamente
 "Amor, Orden y Progreso"

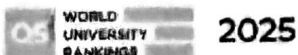
Mtro. Gabriel Vergara Rodríguez
 Director de ICBI



GVR/MMM

Ciudad del Conocimiento, Carretera Pachuca-Tulancingo Km. 4.5 Colonia Carboneras, Mineral de la Reforma, Hidalgo, México. C.P. 42184
 Teléfono: 771 71 720 00 Ext. 40001
 direccion_icbi@uaeh.edu.mx, vergara@uaeh.edu.mx

"Amor, Orden y Progreso"



uaeh.edu.mx

Agradecimientos

Estoy profundamente agradecido con mis padres, quienes han sido mi ancla desde el inicio de este camino. Su apoyo incondicional, esfuerzo y amor me han formado en la persona que hoy soy.

A mis hermanos, que me han visto crecer y han sido mi refugio emocional en los momentos más difíciles donde parecía no haber salida, su presencia y palabras fueron claves para no rendirme.

A mis amigos más cercanos, que han estado presentes en cada logro, alentándome en los días complicados y celebrando cada uno de mis logros conmigo. Gracias a la vida misma por mantenerlos cerca y por todo lo compartido hasta ahora.

Agradezco también al Dr. Areu y al Mtro. Alejandro, ya que este escrito y proyecto no habría sido posible sin su orientación, tiempo y sus enseñanzas.

Resumen

La presente investigación aborda la aplicación de la metodología BIM (Building Information Modeling) en el desarrollo del proyecto estructural de una vivienda unifamiliar de semisótano, planta baja, planta alta y azotea, ubicada en San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo. Para ello, se emplean softwares especializados que permiten la producción de documentación del proyecto, como planos, números generadores, cronograma y presupuesto.

El proyecto se desarrolla a partir de las bases del proyecto como la topografía de anteproyecto, planos arquitectónicos, memoria de cálculo, modelo en ETABS y Plan de Ejecución BIM. El modelado tridimensional incluye elementos estructurales como losas, muros, dalas, castillos, vigas, columnas y acero de refuerzo, definidos con base en su nivel de desarrollo (LOD). Bajo este proceso, la metodología permite vincular información al modelado 3D de la especialidad estructural para identificar errores, generar documentación técnica y planear tanto el cronograma como el presupuesto. Finalmente, esta metodología combinada con las herramientas tecnológicas implementadas nos permite tener un modelo actualizable a posibles modificaciones al proyecto.

Abstract

This research addresses the application of the Building Information Modeling (BIM) methodology in the development of the structural design for a single-family residence consisting of a semi-basement, ground floor, upper floor, and rooftop, located in San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo, Mexico. Specialized software is employed to produce project documentation such as structural drawings, quantity take-offs, cost estimates, and construction scheduling.

The project is developed using inputs including preliminary topographic data, architectural plans, structural calculation reports, an ETABS structural model, and a BIM Execution Plan. The 3D modeling process encompasses structural elements such as slabs, walls, grade beams, tie columns, beams, columns, and reinforcement steel, based on their respective Level of Development (LOD). Additionally, the lack of national standards for the implementation of BIM methodology is identified. Through this process, BIM enables the integration of information into the 3D structural model to detect design inconsistencies, generate technical documentation, and support cost estimation and scheduling. The outcomes of the modeling process are presented.

ÍNDICE GENERAL

AGRADECIMIENTOS	I
RESUMEN	II
ABSTRACT	II
INTRODUCCIÓN	1
ANTECEDENTES.....	3
JUSTIFICACIÓN.....	5
OBJETIVO GENERAL Y ESPECÍFICOS	6
OBJETIVO GENERAL	6
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	6
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	7
1. CAPÍTULO-I- MARCO TEORICO.....	8
1.1. ¿QUÉ ES BIM?.....	10
1.2. CICLO DE VIDA DEL PROYECTO EN METODOLOGÍA BIM.....	10
1.3. DIMENSIONES BIM APLICADAS AL DISEÑO ESTRUCTURAL	11
1.4. DOCUMENTOS Y PROTOCOLOS INICIALES EN UN PROYECTO BIM	13
1.4.1. <i>Solicitud de información del cliente (EIR)</i>	13
1.4.2. <i>Plan de Ejecución BIM (BEP)</i>	13
1.5. HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS	14
1.6. NORMATIVAS APLICABLES A LA METODOLOGÍA BIM.....	15
1.6.1. <i>Norma en México</i>	15
1.6.2. <i>Normativas y estándares internacionales</i>	15
2. CAPÍTULO-II- CONTEXTO DEL PROYECTO	18
2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y DATOS GENERALES.....	19
2.2. ESTRATEGIA DE ENTREGA DE INFORMACIÓN.....	20
2.3. ESTÁNDARES Y NORMATIVAS DE MODELADO ADOPTADAS.....	22
2.4. PROCEDIMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN Y GESTIÓN DE LA INFORMACIÓN	23
3. CAPITULO -III- DESARROLLO DEL MODELO ESTRUCTURAL CON METODOLOGÍA BIM	27
3.1. BASES DE PROYECTO INICIALES DEL MODELO ESTRUCTURAL	32
3.1.1. <i>Topografía de ante proyecto</i>	32
3.1.2. <i>Plan arquitectónico y planos de proyecto</i>	36
3.1.3. <i>Memoria de cálculo estructural</i>	42
3.1.4. <i>Modelo estructural en ETABS</i>	45
3.1.5. <i>Alcances del modelado estructural en Revit (LOD)</i>	47
3.2. CONFIGURACIÓN INICIAL EN REVIT PARA MODELADO ESTRUCTURAL.....	49
3.3. DESARROLLO DEL MODELO ESTRUCTURAL POR COMPONENTES	51
3.3.1. <i>Importación de plantas arquitectónicas</i>	51
3.3.2. <i>Creación de ejes de proyecto</i>	53
3.3.3. <i>Elementos frame: castillos, columnas, trabes y dalas</i>	53
3.3.4. <i>Elementos wall: muros</i>	59

3.3.5.	<i>Elementos slab: losas</i>	63
3.3.6.	<i>Escaleras</i>	68
3.3.7.	<i>Refuerzo estructural</i>	70
3.4.	NIVEL DE DESARROLLO (LOD) APLICADO A CADA ELEMENTO ESTRUCTURAL	82
3.4.1.	<i>Justificación del LOD empleado por tipo de elemento</i>	82
3.4.2.	<i>Limitaciones por información disponible</i>	82
4.	CAPITULO -IV- RESULTADOS DEL MODELADO ESTRUCTURAL	83
4.1.	GENERACIÓN DE INFORMACIÓN A PARTIR DEL MODELO BIM	84
4.2.	PLANOS ESTRUCTURALES POR NIVELES	89
4.3.	DETALLES ESTRUCTURALES POR ELEMENTO	93
4.4.	CORTES ESTRUCTURALES/REPRESENTACIÓN DE PÓRTICOS	94
4.5.	CUANTIFICACIÓN MEDIANTE TABLAS DE PLANIFICACIÓN	95
5.	CAPITULO -V- ESTIMACIÓN DE COSTOS Y CRONOGRAMA	99
5.1.	ESTRUCTURA DE DESGLOSE DEL TRABAJO (WBS)	99
5.2.	CUANTIFICACIÓN AUTOMÁTICA DE MATERIALES DESDE REVIT	101
5.3.	ELABORACIÓN DEL PROGRAMA DE OBRA Y PRESUPUESTO EN NEODATA	103
5.4.	COMPARATIVA CON METODOLOGÍA TRADICIONAL	111
6.	CAPITULO -VI- ANÁLISIS Y DISCUSIÓN	112
6.1.	VENTAJAS OBSERVADAS EN EL DESARROLLO DEL PROYECTO CON METODOLOGÍA BIM	112
6.2.	LIMITACIONES ENCONTRADAS EN LA APLICACIÓN DE BIM EN ESTE CASO	112
6.3.	CONSIDERACIONES PARA LA REPLICABILIDAD DEL MODELO	113
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.	114
	REFERENCIAS	115

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 2.1 LISTA DE RECURSOS INFORMÁTICOS NECESARIOS. ELABORACIÓN PROPIA.	20
TABLA 2.2 ESTRATEGIA DE ENTREGA DE INFORMACIÓN. ELABORACIÓN PROPIA.	21
TABLA 2.3 NOMENCLATURA (DOCUMENTO, ESCALA Y DISCIPLINA). ELABORACIÓN PROPIA.....	24
TABLA 2.4 NIVEL DE DETALLE (LOD) Y NIVEL DE INFORMACIÓN (LOI). ELABORACIÓN PROPIA.	25
TABLA 2.5 EJEMPLO DE NOMENCLATURA. ELABORACIÓN PROPIA.	26
TABLA 3.1 PLAN ARQUITECTÓNICO. ELABORACIÓN PROPIA.	36
TABLA 3.2 REVISIÓN DE LOSAS MACIZAS. ADAPTADA POR EL AUTOR DE (PÉREZ, 2025).	44
TABLA 3.3 NIVEL DE DESARROLLO DE ELEMENTOS. ELABORACIÓN PROPIA.	47
TABLA 3.4 CLASIFICACIÓN DE ELEMENTOS FRAME (CASTILLOS, DALAS, VIGAS Y COLUMNAS). ELABORACIÓN PROPIA.....	53
TABLA 3.5 CLASIFICACIÓN DE ELEMENTOS SLAB (LOSA MACIZA, ALIGERADA, FALSA Y RAMPAS). ELABORACIÓN PROPIA.	63
TABLA 3.6 RECUBRIMIENTOS EN ARMADURA. ELABORACIÓN PROPIA.....	70
TABLA 3.7 ELEMENTOS DE ACERO REFORZADO CLASIFICACIÓN. ELABORACIÓN PROPIA.	72
TABLA 3.8 FACTORES DE DOBLECES LONGITUDINAL (GOBIERNO CDMX, 2023).....	74
TABLA 3.9 FACTORES DE DOBLECES ESTRIBOS (GOBIERNO CDMX, 2023).	74
TABLA 4.1 PARÁMETROS PARA EXTRACCIÓN DE NÚMEROS GENERADORES DEL MODELO BIM. ELABORACIÓN PROPIA.	85
TABLA 5.1 NOMENCLATURA DE CONCEPTOS. ELABORACIÓN PROPIA.	99
TABLA 5.2 ELEMENTOS A CUANTIFICAR. ELABORACIÓN PROPIA.	101
TABLA 5.3 EJEMPLO TABLA DE PLANIFICACIÓN. ELABORACIÓN PROPIA.....	102
TABLA 5.4 CANTIDADES DE REVIT EN EXCEL. ELABORACIÓN PROPIA.	103

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1 BIM (BUILDING INFORMATION MODELING), ELABORACIÓN PROPIA.	9
FIGURA 1.2 CICLO DE VIDA DEL PROYECTO BIM, (ESPACIO BIM, 2025).	11
FIGURA 1.3 DIMENSIONES BIM, (LEYDI, 2023).	12
FIGURA 2.1 PLAN DE EJECUCIÓN BIM (BEP). ELABORACIÓN PROPIA.	19
FIGURA 2.2 ESTRUCTURA DE CARPETAS EN GOOGLE DRIVE. ELABORACIÓN PROPIA.	23
FIGURA 3.1 RECOLECCIÓN DE BASES DE PROYECTO. ELABORACIÓN PROPIA.	28
FIGURA 3.2 MODELADO ESTRUCTURAL EN REVIT. ELABORACIÓN PROPIA.	30
FIGURA 3.3 MODELADO DE ACERO DE REFUERZO EN REVIT. ELABORACIÓN PROPIA.	31
FIGURA 3.4 TOPOGRAFÍA DE ANTEPROYECTO EN AUTOCAD, ELABORACIÓN PROPIA.	32
FIGURA 3.5 INICIO DEL SOFTWARE REVIT. ELABORACIÓN PROPIA.	33
FIGURA 3.6 SELECCIÓN DE PLANTILLA EN REVIT. ELABORACIÓN PROPIA.	33
FIGURA 3.7 VINCULACIÓN DE TOPOGRAFÍA DE ANTEPROYECTO. ELABORACIÓN PROPIA.	34
FIGURA 3.8 CREACIÓN DE SÓLIDO TOPOGRÁFICO. ELABORACIÓN PROPIA.	35
FIGURA 3.9 PROPIEDADES SÓLIDO TOPOGRÁFICO. ELABORACIÓN PROPIA.....	35
FIGURA 3.10 PLANTA ARQUITECTÓNICA SEMISÓTANO. (MERLÍN, 2025)	38
FIGURA 3.11 PLANTA ARQUITECTÓNICA PLANTA BAJA. (MERLÍN, 2025).	39
FIGURA 3.12 PLANTA ARQUITECTÓNICA PLANTA ALTA (MERLÍN, 2025).	40
FIGURA 3.13 PLANTA ARQUITECTÓNICA AZOTEA. (MERLÍN, 2025).	41
FIGURA 3.14 CREACIÓN DE NIVELES. ELABORACIÓN PROPIA.	42
FIGURA 3.15 REVISIÓN DE ELEMENTOS COLUMNAS, VIGAS, CASTILLOS Y DALAS. ADAPTADA POR EL AUTOR DE (PÉREZ, 2025).	43
FIGURA 3.16 REVISIÓN DE LOSAS ALIGERADAS. ADAPTADA POR EL AUTOR DE (PÉREZ, 2025).	44
FIGURA 3.17 HERRAMIENTA GROUPS... ELABORACIÓN PROPIA.	45
FIGURA 3.18 HERRAMIENTA PIER LABELS. ELABORACIÓN PROPIA.	46
FIGURA 3.19 PROPIEDADES DE SECCIÓN ETABS. ELABORACIÓN PROPIA.....	46
FIGURA 3.20 PLANTAS ESTRUCTURALES ETABS. ELABORACIÓN PROPIA.	47

FIGURA 3.21 OPCIÓN DE ROTAR NORTE REAL. ELABORACIÓN PROPIA.	50
FIGURA 3.22 VISTA EN PLANTA NORTE REAL. ELABORACIÓN PROPIA.....	50
FIGURA 3.23 VISTA EN PLANTA NORTE DE PROYECTO. ELABORACIÓN PROPIA.....	50
FIGURA 3.24 OPCIÓN INFORMACIÓN DE PROYECTO. ELABORACIÓN PROPIA.....	51
FIGURA 3.25 AISLAR PLANOS DE PLANTA PARA INSERTAR EN REVIT. ELABORACIÓN PROPIA.....	51
FIGURA 3.26 IMPORTAR PLANTAS A VISTAS DE PLANO ESTRUCTURAL. ELABORACIÓN PROPIA.....	52
FIGURA 3.27 ALINEAR PLANO DE PLANTA A LÍMITES DEL TERRENO. ELABORACIÓN PROPIA.....	52
FIGURA 3.28 OPCIÓN DE REJILLAS EN REVIT. ELABORACIÓN PROPIA.....	53
FIGURA 3.29 FILTRO DE ELEMENTOS FRAME EN SOFTWARE ETABS. ELABORACIÓN PROPIA.....	54
FIGURA 3.30 VISUALIZACIÓN DE ELEMENTOS FRAME EN ETABS. ELABORACIÓN PROPIA.....	54
FIGURA 3.31 CREACIÓN DE TIPO ELEMENTOS VIGA. ELABORACIÓN PROPIA.....	55
FIGURA 3.32 CREACIÓN DE TIPO ELEMENTOS PILAR. ELABORACIÓN PROPIA.....	55
FIGURA 3.33 TIPOS PARA ELEMENTOS VIGA. ELABORACIÓN PROPIA.....	56
FIGURA 3.34 TIPOS PARA ELEMENTOS PILAR. ELABORACIÓN PROPIA.....	56
FIGURA 3.35 MODELADO DE CATEGORÍA PILAR EN REVIT. ELABORACIÓN PROPIA.....	57
FIGURA 3.36 COMPROBACIÓN DE ETABS PILARES. ELABORACIÓN PROPIA.....	57
FIGURA 3.37 MODELADO DE CATEGORÍA VIGA EN REVIT. ELABORACIÓN PROPIA.....	58
FIGURA 3.38 COMPROBACIÓN DE ETABS VIGAS. ELABORACIÓN PROPIA.....	58
FIGURA 3.40 COMPROBAR PLANTAS ESTRUCTURALES. ELABORACIÓN PROPIA.....	59
FIGURA 3.41 HERRAMIENTA DE MODELADO DE MURO ESTRUCTURAL. ELABORACIÓN PROPIA.....	60
FIGURA 3.42 CREACIÓN DE TIPO MURO DE 12 CM. ELABORACIÓN PROPIA.....	61
FIGURA 3.43 EDITAR ESPESOR DE MURO Y CAPAS DE MURO EN REVIT. ELABORACIÓN PROPIA.....	61
FIGURA 3.44 SELECCIÓN DE MATERIAL EN REVIT. ELABORACIÓN PROPIA.....	61
FIGURA 3.45 VISTA EN ELEVACIÓN MODELADO DE MUROS REVIT. ELABORACIÓN PROPIA.....	62
FIGURA 3.46 VISTA EN ELEVACIÓN MODELADO DE MUROS ETABS. ELABORACIÓN PROPIA.....	62
FIGURA 3.47 TIPOS PARA ELEMENTOS SUELO. ELABORACIÓN PROPIA.....	63
FIGURA 3.48 OPCIÓN SUELO ESTRUCTURAL EN REVIT. ELABORACIÓN PROPIA.....	64
FIGURA 3.49 MODELADO DE LOSAS EN REVIT. ELABORACIÓN PROPIA.....	64
FIGURA 3.50 CARGAR FAMILIAS EN REVIT. ELABORACIÓN PROPIA.....	65
FIGURA 3.51 OPCIÓN DE SISTEMA DE VIGAS EN REVIT. ELABORACIÓN PROPIA.....	66
FIGURA 3.52 MODELADO DE SISTEMA DE VIGAS. ELABORACIÓN PROPIA.....	66
FIGURA 3.53 EJEMPLO DE MODELADO DE VIGUETAS EN REVIT. ELABORACIÓN PROPIA.....	67
FIGURA 3.54 REVISIÓN DE MODELADO DE VIGUETAS EN ETABS. ELABORACIÓN PROPIA.....	67
FIGURA 3.55 VISTA EN PLANTA DE LOSA ALIGERADA CON VIGUETAS Y BOVEDILLAS. ELABORACIÓN PROPIA.....	68
FIGURA 3.56 VISTA 3D DE REPRESENTACIÓN DE VIGUETAS Y BOVEDILLA EN LOSA ALIGERADA. ELABORACIÓN PROPIA.....	68
FIGURA 3.57 MODELADO DE ESCALERA POR BOCETO. ELABORACIÓN PROPIA.....	69
FIGURA 3.58 CONECTAR ESCALERAS POR NIVELES EN REVIT. ELABORACIÓN PROPIA.....	69
FIGURA 3.59 OPCIÓN DE CONFIGURACIÓN DE RECUBRIMIENTO DE ARMADURA EN REVIT. ELABORACIÓN PROPIA.....	71
FIGURA 3.60 CONFIGURACIÓN DE RECUBRIMIENTO DE ARMADURA EN REVIT. ELABORACIÓN PROPIA.....	71
FIGURA 3.61 REVISAR RECUBRIMIENTO DE ARMADURA POR ELEMENTO. ELABORACIÓN PROPIA.....	71
FIGURA 3.62 DIÁMETROS DE ARMADURA EN REVIT. ELABORACIÓN PROPIA.....	75
FIGURA 3.63 PROPIEDADES DE TIPO DE BARRA DE ARMADURA. ELABORACIÓN PROPIA.....	75
FIGURA 3.64 PROPIEDADES DE GANCHO DE ARMADURA. ELABORACIÓN PROPIA.....	76
FIGURA 3.65 NAVEGADOR DE FORMAS DE ARMADURA. ELABORACIÓN PROPIA.....	76
FIGURA 3.66 FORMAS DE ARMADURA. ELABORACIÓN PROPIA.....	76
FIGURA 3.67 OPCIÓN ARMADURA EN REVIT. ELABORACIÓN PROPIA.....	77
FIGURA 3.68 MODELADO DE ACERO LONGITUDINAL ELEMENTOS VIGA EN REVIT. ELABORACIÓN PROPIA.....	78
FIGURA 3.69 MODELADO DE ACERO TRANSVERSAL ELEMENTOS VIGA EN REVIT. ELABORACIÓN PROPIA.....	78
FIGURA 3.70 REPRESENTACIÓN DE TRASLAPES EN ELEMENTOS VIGA EN REVIT. ELABORACIÓN PROPIA.....	79

FIGURA 3.71 MODELADO DE ACERO LONGITUDINAL ELEMENTOS PILAR EN REVIT. ELABORACIÓN PROPIA.	79
FIGURA 3.72 MODELADO DE ACERO TRANSVERSAL ELEMENTOS PILAR EN REVIT. ELABORACIÓN PROPIA.	80
FIGURA 3.73 REPRESENTACIÓN DE TRASLAPES EN ELEMENTOS VIGA EN REVIT. ELABORACIÓN PROPIA.	80
FIGURA 3.74 MODELADO DE ACERO LONGITUDINAL ELEMENTOS SUELO (LOSA MACIZA) EN REVIT. ELABORACIÓN PROPIA.	81
FIGURA 3.75 VISUALIZACIÓN 3D DE ACERO LONGITUDINAL ELEMENTOS SUELO (LOSA MACIZA) EN REVIT. ELABORACIÓN PROPIA.	81
FIGURA 4.1 RESULTADOS DEL MODELADO ESTRUCTURAL. ELABORACIÓN PROPIA.	84
FIGURA 4.2 OPCIÓN PARÁMETROS COMPARTIDOS. ELABORACIÓN PROPIA.	86
FIGURA 4.3 CREACIÓN DE PARÁMETROS DE COMPARTIDOS. ELABORACIÓN PROPIA.	86
FIGURA 4.4 VERIFICAR PARÁMETROS COMPARTIDOS. ELABORACIÓN PROPIA.	86
FIGURA 4.5 OPCIÓN PARÁMETROS DE PROYECTO. ELABORACIÓN PROPIA.	87
FIGURA 4.6 CREACIÓN DE PARÁMETROS DE PROYECTO. ELABORACIÓN PROPIA.	87
FIGURA 4.7 VERIFICAR PARÁMETROS DE PROYECTO. ELABORACIÓN PROPIA.	88
FIGURA 4.8 ASIGNACIÓN DE PARÁMETROS DE PROYECTO. ELABORACIÓN PROPIA.	88
FIGURA 4.9 VISTA EN PLANTA REVIT. ELABORACIÓN PROPIA.	89
FIGURA 4.10 OPCIÓN VISIBILIDAD/GRÁFICOS EN REVIT. ELABORACIÓN PROPIA.	89
FIGURA 4.11 MODIFICACIONES DE VISIBILIDAD/GRÁFICOS PARA VISTAS EN REVIT. ELABORACIÓN PROPIA.	90
FIGURA 4.12 VISTA EN PLANTA CON OPCIONES DE VISIBILIDAD APLICADOS. ELABORACIÓN PROPIA.	90
FIGURA 4.13 CREAR PLANTILLA A PARTIR DE VISTA ACTUAL EN REVIT. ELABORACIÓN PROPIA.	91
FIGURA 4.14 APLICAR PROPIEDADES DE PLANTILLA A VISTA ACTUAL EN REVIT. ELABORACIÓN PROPIA.	91
FIGURA 4.15 OPCIÓN ETIQUETAR TODO EN REVIT. ELABORACIÓN PROPIA.	92
FIGURA 4.16 ETIQUETAR VISTA EN PLANTA EN REVIT. ELABORACIÓN PROPIA.	92
FIGURA 4.17 ETIQUETAR VISTA DE DETALLE VIGAS, DALAS, COLUMNAS Y CASTILLOS. ELABORACIÓN PROPIA.	93
FIGURA 4.18 ETIQUETAR VISTA DE DETALLE LOSAS ALIGERADAS. ELABORACIÓN PROPIA.	93
FIGURA 4.19 ETIQUETAR VISTA DE DETALLE LOSAS MACIZAS. ELABORACIÓN PROPIA.	94
FIGURA 4.20 ETIQUETAR VISTA DE DETALLE DE PÓRTICOS. ELABORACIÓN PROPIA.	94
FIGURA 4.21 OPCIÓN TABLAS DE PLANIFICACIÓN EN REVIT. ELABORACIÓN PROPIA.	95
FIGURA 4.22 CREACIÓN DE TABLAS DE PLANIFICACIÓN. ELABORACIÓN PROPIA.	96
FIGURA 4.23 PROPIEDADES DE TABLA DE PLANIFICACIÓN (CAMPOS). ELABORACIÓN PROPIA.	96
FIGURA 4.24 PROPIEDADES DE TABLA DE PLANIFICACIÓN (FILTRO). ELABORACIÓN PROPIA.	97
FIGURA 4.25 PROPIEDADES DE TABLA DE PLANIFICACIÓN (CLASIFICACIÓN). ELABORACIÓN PROPIA.	97
FIGURA 4.26 PROPIEDADES DE TABLA DE PLANIFICACIÓN (FORMATO). ELABORACIÓN PROPIA.	98
FIGURA 4.27 EJEMPLO TABLAS DE PLANIFICACIÓN. ELABORACIÓN PROPIA.	98
FIGURA 5.1 ESTRUCTURA DESGLOSE TRABAJO (WBS). ELABORACIÓN PROPIA.	100
FIGURA 5.2 FORMATO DE WBS A NEODATA. ELABORACIÓN PROPIA.	104
FIGURA 5.3 CREACIÓN DE OBRA EN NEODATA. ELABORACIÓN PROPIA.	104
FIGURA 5.4 CARGAR WBS A NEODATA. ELABORACIÓN PROPIA.	105
FIGURA 5.5 CATÁLOGO DE MATERIALES EN NEODATA. ELABORACIÓN PROPIA.	106
FIGURA 5.6 CATÁLOGO DE MANO DE OBRA EN NEODATA. ELABORACIÓN PROPIA.	106
FIGURA 5.7 FASAR EN NEODATA. ELABORACIÓN PROPIA.	106
FIGURA 5.8 CATÁLOGO DE MAQUINARIA EN NEODATA. ELABORACIÓN PROPIA.	107
FIGURA 5.9 COSTO HORARIO EN NEODATA. ELABORACIÓN PROPIA.	107
FIGURA 5.10 CATÁLOGO DE BÁSICOS EN NEODATA. ELABORACIÓN PROPIA.	107
FIGURA 5.11 EJEMPLO DE CONCEPTOS EN NEODATA. ELABORACIÓN PROPIA.	108
FIGURA 5.12 RUTA CRÍTICA EN NEODATA. ELABORACIÓN PROPIA.	109
FIGURA 5.13 CONFIGURACIÓN DE RUTA CRÍTICA EN NEODATA. ELABORACIÓN PROPIA.	110
FIGURA 5.14 OPCIÓN DE CÁLCULO EN NEODATA. ELABORACIÓN PROPIA.	110
FIGURA 5.15 REPORTES DE PRESUPUESTO. ELABORACIÓN PROPIA.	111

Introducción

En los últimos años, la transición hacia metodologías digitales en el diseño y ejecución de obras ha dejado de ser una tendencia para convertirse en una necesidad técnica. A nivel estructural, las viviendas unifamiliares siguen diseñándose bajo esquemas tradicionales que, si bien cumplen con lo normativo, presentan limitaciones cuando se trata de coordinación, visualización tridimensional o precisión en estimaciones. Pinzón & Pardo (2020) señalan que la metodología BIM aporta beneficios concretos en distintos escenarios: en proyectos asociados al crecimiento poblacional eleva y garantiza la calidad constructiva; en viviendas unifamiliares mejora la planificación y reduce los sobrecostos; y en edificaciones como el caso Carra-Cusezar permite una supervisión mucho más rigurosa durante la ejecución.

El origen de la metodología BIM (Building Information Modeling) se remonta a 1974, cuando Charles Eastman desarrolló el Building Description System (BDS), una herramienta pionera en el diseño paramétrico tridimensional que superaba las limitaciones de los sistemas CAD tradicionales. Posteriormente, en 1982, Gábor Bojár, fundador de Graphisoft, adaptó tecnologías industriales para crear ArchiCAD, considerado uno de los primeros softwares con funcionalidades BIM. Ese mismo año, Leonid Raiz desarrolló Revit, mientras que Autodesk lanzó AutoCAD, marcando el inicio de un nuevo enfoque en el diseño digital. Hacia 1994, Autodesk impulsó la creación de un entorno interoperable entre aplicaciones, dando lugar en 1995 al consorcio Industry Alliance for Interoperability, base de los estándares abiertos que hoy sustentan el ecosistema BIM (Borja & Turmo, 2017).

La metodología BIM permite modelar digitalmente las dimensiones, materiales y procesos de una edificación, generando un entorno de trabajo colaborativo desde etapas iniciales hasta la ejecución y mantenimiento. A partir del uso de BIM será necesario implementar herramientas tecnológicas para cada etapa del proyecto según Leydi (2023) en su artículo menciona que los softwares son piezas vitales dentro de la incorporación de la metodología ya que permiten la creación de modelos tridimensionales que contienen información en los elementos y parámetros. De los softwares más usados se encuentra Autodesk Revit, así como el uso de NEODATA para la planificación (cronograma) y el presupuesto de obra. La correlación que tienen estos softwares permite una mejor organización dentro de las empresas constructoras o profesionistas que

desarrollan proyectos arquitectónicos, estructurales y las instalaciones. Sin embargo, en muchos casos dentro de las organizaciones se sigue considerando la innovación como un gasto innecesario, y no como una inversión capaz de generar beneficios para las empresas y sus colaboradores, lo que perpetúa el uso de modelos primitivos en la toma de decisiones y creación de procedimientos (Rueda & De La Cruz, 2018). Esta falta de adopción impide que los avances en metodologías digitales, como el modelado 3D, la programación de obra y la presupuestación automatizada, se integren de forma plena al ciclo de vida de los proyectos.

En el ámbito académico, la incorporación de la metodología BIM en los programas universitarios de ingeniería civil es aún limitada, especialmente en América Latina. Aunque países como España avanzan lentamente en la formación de profesionales para la industria de Arquitectura, Ingeniería y Construcción (AEC Industry), en Latinoamérica esta integración es todavía escasa o nula dentro de los planes de estudio de ingeniería civil, concentrándose principalmente en el ámbito del diseño arquitectónico (Liébana & Agulló, 2013). Esta situación limita la disponibilidad de profesionales capacitados que puedan aplicar de manera integral las herramientas BIM en el desarrollo de proyectos multidisciplinarios.

Mendoza & Casar (2021) destacan la importancia de adoptar habilidades en planeación y metodologías modernas durante la fase de proyecto, con el objetivo de alcanzar una mayor eficiencia profesional y una mejor inserción en los mercados internacionales de la construcción. En este sentido, la mejora en la calidad de los diseños, la cuantificación precisa de materiales, la presentación de presupuestos ajustados y la adecuada representación visual de los proyectos ya no representan un lujo, sino una necesidad básica para mantener la competitividad del sector, donde los márgenes de error son cada vez menos tolerados (Villa & Hoyos, 2017).

Finalmente, en contraste con los métodos tradicionales, que frecuentemente generan sobrecostos debido a la falta de coordinación y a interferencias no previstas durante la fase de diseño, la metodología BIM ofrece una mejora sustancial en la gestión de la información y en la reducción de errores durante el proceso constructivo. Según Sepúlveda & Ramírez (2020), el BIM no sólo constituye una herramienta tecnológica, sino un proceso integral de gestión de información a través de todas las fases del proyecto: planificación, diseño, construcción y operación. Más allá del modelado tridimensional, permite la creación de sistemas de información paramétrica

conectados directamente a los elementos constructivos, favoreciendo el análisis del ciclo de vida de los edificios, el uso eficiente de recursos y la reducción de residuos.

En el contexto de esta investigación se propone la aplicación de la metodología BIM en el modelado estructural de una vivienda unifamiliar de dos niveles y semisótano, localizada Lote 107, Villas La Concepción, San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo. A partir de datos reales como memoria de cálculo, modelo ETABS, topografía y planos arquitectónicos se construyó un prototipo BIM que permite evaluar, de forma cuantitativa y cualitativa, los beneficios en coordinación, exactitud de cuantificaciones y planificación de obra para proyectos residenciales estructurales.

Antecedentes

En las últimas décadas la metodología BIM se ha consolidado como un estándar de calidad dentro de los proyectos de construcción. Desde los años 2000, diversos gobiernos y empresas han impulsado la adopción de BIM para aumentar la productividad, reducir costos y mejorar la calidad. Dentro de un entorno internacional, el Reino Unido, desde el 2016 exige el uso de BIM en proyectos públicos, estableciendo las bases para el trabajo colaborativo y gestión de la información. BIM se basa en el flujo de trabajo colaborativo mediante un modelo tridimensional en el cual se puede visualizar la disciplina estructural, arquitectónica y de instalaciones.

Dentro de la literatura encontramos múltiples ventajas del uso de BIM las cuales son que permite identificar interferencias entre las disciplinas (Rueda & De La Cruz, 2018), generar documentación automática que se adapta a cambios en el proyecto (L. G. López & Sánchez, 2020) y reducción de sobrecostos (Borja & Turmo, 2017). Asimismo, el uso de formatos como el IFC, recomendado por el buildingSMART, es fundamental para garantizar la interoperabilidad entre herramientas tecnológicas. En el ámbito estructural, BIM facilita la visualización del proyecto ya que integra elementos como vigas, columnas, losas y cimentaciones (Borja & Turmo, 2017); Rueda & De La Cruz (2018)). En proyectos de vivienda unifamiliar, el uso de BIM ha demostrado ser igualmente beneficioso. L. G. López & Sánchez (2020) documentan cómo, al integrar Revit y CYPECAD, el modelo digital genera planos y cuantificaciones automáticas, mejorando el diseño arquitectónico y estructural. Esto se refleja también en experiencias como las de Ascue et al. (2018) y Cajica & Bustos (2021), quienes reportan mayor precisión dimensional, control de costos

y eficiencia en vivienda modular, así como un entorno pentadimensional que considera tiempo y dinero desde etapas tempranas.

Adoptar el uso de la metodología BIM exige más que tecnología: implica un cambio cultural y formación técnica. Blanco & Palomeque (2018) destacan la necesidad de “cambiar el chip” al reemplazar CAD por BIM, proceso que Rueda & De La Cruz (2018) validan como rentable en el caso de SEICA. En Latinoamérica, aún existen barreras en capacitación académica: Murcio & Sánchez (2013) y Villa & Hoyos (2017) alertan sobre la lenta incorporación curricular de BIM en programas de ingeniería, y Hernández & Elizalde (2024) señalan carencias en recursos humanos y literatura técnica, aunque observan creciente interés en regiones como Hidalgo.

El avance internacional ha sido acompañado de un sólido marco normativo, como lo menciona la ISO 19650 (2018), que adapta experiencias británicas como BS 1192 y PAS 1192, y en México por la Estrategia Nacional de Modelado de Información de la Construcción (MIC) de la SHCP (2019), que promueve transparencia y eficiencia en inversión pública.

Justificación

Este proyecto surge de la necesidad de optimizar la elaboración del proyecto de vivienda unifamiliar desarrollado durante las prácticas en la empresa Desarrollo y Aplicación Tecnológica, S.A. de C.V. (DATSA S.A. de C.V.). Se considera como base de proyecto la topografía de anteproyecto, los planos arquitectónicos, la memoria de cálculo y el modelo estructural en ETABS. Además, se han identificado las limitaciones del enfoque tradicional trabajado únicamente en sistemas CAD, implicando solamente información bidimensional que sujeta a actualizaciones, requeriría modificaciones o cambios en el proyecto de forma manual (Gómez & Castro, 2016; Villa & Hoyos, 2017), lo que incrementa el riesgo de errores. En este contexto, la metodología BIM se presenta como alternativa que permitirá centralizar la información del proyecto bajo un entorno colaborativo, donde al ser paramétrico las modificaciones realizadas se harán de manera automática en la documentación generada lo que minimizará la posibilidad de errores (Cajica & Bustos, 2021); (Machacca & Rosas, 2022). Esto en proyectos de vivienda es relevante ya que en estos los ajustes de diseño son recurrentes, ya sea por decisiones de los clientes, cambios normativos o ajustes constructivos (Mendoza & Casar, 2021).

Además, el uso de BIM permite una mejor coordinación dentro del proyecto, ya que los participantes trabajan en un entorno centralizado lo que reduce los conflictos de interferencias y así logrando una detección temprana de las mismas o los cambios dentro del proyectos (Blanco & Palomeque, 2018). Este enfoque mejora la calidad de la documentación entregada y también disminuye la incertidumbre que se encuentra en la hora de hacer los números generadores ya que son automáticos, permitiendo la reducción de costos por duplicidad de materiales (Hernández & Elizalde, 2024). BIM al ser un estándar internacional permite optimizar los plazos de elaboración del proyecto ejecutivo, lo que facilita la toma de decisiones dentro del ciclo de vida del proyecto (Bustos & Sosa, 2021).

Por estas razones, aplicar la metodología BIM al diseño estructural de la vivienda en el Lote 107, Villas La Concepción, San Agustín Tlaxiaca, se justifica plenamente: aporta precisión, actualizaciones inmediatas y un control integral que supera las limitaciones del enfoque convencional.

Objetivo general y específicos

Objetivo general

Aplicar la metodología BIM al diseño y modelado estructural de una casa habitación de dos plantas y semisótano, localizada en el Lote 107, Villas La Concepción, San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo, para obtener, a partir de un modelo tridimensional, los planos ejecutivos, los números generadores, el cronograma y el presupuesto de obra.

Objetivos específicos

- Manejar información en un Entorno Común de datos simulado con Google Drive
- Modelar en entorno BIM los elementos estructurales del proyecto (losas, columnas, trabes, dalas, castillos y muros).
- Generar planos estructurales, cortes y detalles de armado a partir del modelo 3D.
- Obtener números generadores de materiales a partir del modelo 3D.
- Proponer un cronograma en NEODATA de obra, basado en el modelo.
- Elaborar el presupuesto de obra en NEODATA a partir de los números generadores extraídos del modelo.

Planteamiento del problema

En el ámbito del diseño estructural residencial, la metodología tradicional sigue usando el software CAD, cuyas limitaciones se presentan ante la necesidad de realizar modificaciones durante el desarrollo del proyecto (Rueda & De La Cruz, 2018). Los cambios arquitectónicos habituales exigen la actualización manual de memorias de cálculo, planos estructurales y cuantificaciones, lo que incrementa el riesgo de incongruencias y errores por omisión (Ramos & Ospina, 2020). Esta situación se traduce, en obra, en ajustes de última hora, retrasos en el cronograma, incremento de costos y pérdida de confianza en la gestión del proyecto (Villa & Hoyos, 2017).

Adicionalmente, el trabajo fragmentado entre disciplinas, característico del método tradicional, dificulta la coordinación efectiva entre arquitectos, ingenieros y constructores, al carecer de un modelo único de referencia. Los planos y documentos aislados generan discrepancias y aumentan los tiempos destinados a revisiones y conciliaciones técnicas (Pinzón & Pardo, 2020).

El presente proyecto plantea como problema central la falta de un sistema integral que facilite la actualización automática de la información estructural y mejore la coordinación interdisciplinaria en proyectos de vivienda unifamiliar. Se busca analizar la implementación de la metodología BIM aplicada al modelado estructural del proyecto ubicado en el Lote 107, Villas La Concepción, San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo, partiendo de las bases de proyecto iniciales ya existentes, para evaluar su efectividad frente a las limitaciones del enfoque tradicional. La finalidad es determinar si la gestión paramétrica de la información permite optimizar los tiempos de respuesta ante modificaciones, reducir los márgenes de error y asegurar la coherencia entre las diferentes disciplinas involucradas en el desarrollo de la obra (Sepúlveda & Ramírez, 2020); (L. E. López et al., 2023); (Ascue et al., 2018).

CAPÍTULO-I-

MARCO TEORICO

La presente metodología inicia a partir de la etapa del ciclo de vida del proyecto en la que se va a intervenir, el cual contempla las fases de programación, diseño conceptual, diseño detallado, análisis, documentación, fabricación, construcción, logística, administración de operaciones, remodelación, reciclaje y demolición. Una vez definida la etapa del ciclo de vida en la que se encuentra el proyecto, se procede a seleccionar los usos BIM que se vinculan con las dimensiones que estructuran esta metodología: conceptual (1D), geométrica (2D), tridimensional (3D), temporal (4D), económica (5D), ambiental (6D) y operacional (7D).

Con base en esta información y con el apoyo de un profesional, se elabora el EIR (Employer's Information Requirements), es decir, los requisitos del cliente para el desarrollo del proyecto bajo metodología BIM. En este documento se especifican los roles dentro de la relación entre el cliente y la empresa consultora, los usos BIM a emplear según los objetivos establecidos y los entregables requeridos por el cliente. Asimismo, se define cómo se relacionan dichos entregables con los usos BIM seleccionados, se describen detalladamente los usos BIM a implementar, se categoriza la información, y se establece el Nivel de Desarrollo (LOD) requerido para cada disciplina involucrada. También se determinan la estrategia de colaboración a seguir, el Entorno Común de Datos (ECD) y el procedimiento para las reuniones de detección de interferencias, además de la estrategia de entrega de la información.

Posteriormente, se desarrolla el Plan de Ejecución BIM (BEP), el cual incluye elementos aportados por la empresa consultora o constructora. Este plan comienza con la descripción general del proyecto, detalla la estrategia de entrega de información con los distintos involucrados y establece los estándares y normativas que regirán el modelado. Finalmente, se especifican los

procedimientos para la producción de información. Si todo es correcto se da inicio al proyecto, en caso de requerirse ajustes se realiza la modificación correspondiente del BEP (Figura 1.1).

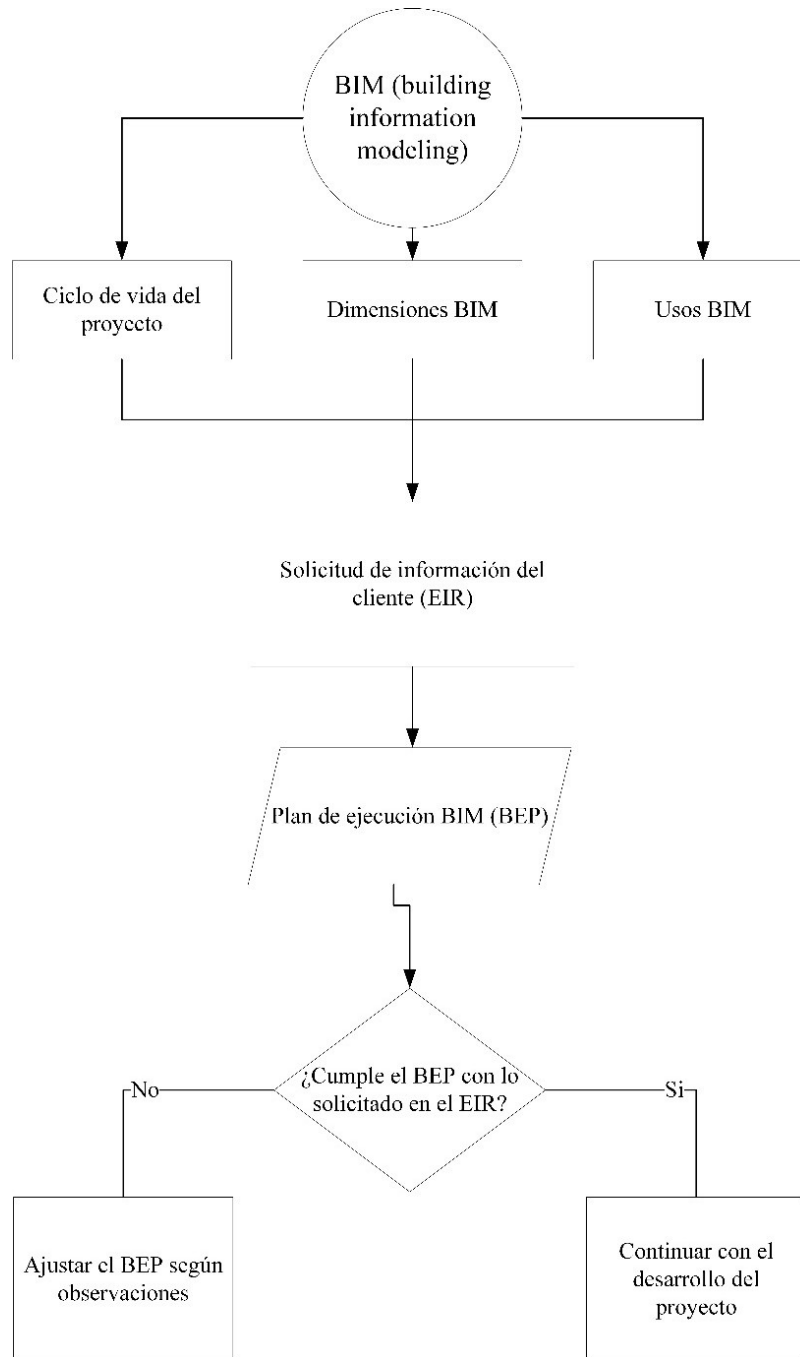


Figura 1.1 BIM (building information modeling), elaboración propia.

1.1. ¿Qué es BIM?

Según la Cámara Colombiana de la Construcción (CAMACOL, 2020a) BIM es un proceso colaborativo que crea, comparte y utiliza información estandarizada en un entorno digital a lo largo de todo el ciclo de vida de un proyecto. El núcleo de BIM es el trabajo colaborativo: al compartir un modelo único y dinámico, las distintas disciplinas pueden coordinarse eficazmente, optimizando tiempos, recursos y la calidad del proyecto.

En el proyecto estructural, BIM mejora de manera sustancial la calidad de los entregables al facilitar la generación automática de cortes, plantas estructurales y detalles constructivos de cada elemento. Además, permite coordinar eficientemente con disciplinas adyacentes, identificando anticipadamente interferencias, como tuberías que atraviesen de forma inadecuada elementos estructurales (CAMACOL, 2020b). Cabe destacar que, según Murcio & Sánchez (2013), no es recomendable iniciar el modelado directamente en 3D sin contar previamente con la base de planos 2D correspondientes. De este modo, la “segunda dimensión” (que se entiende como el desarrollo y validación de la planimetría), constituye un paso esencial antes de avanzar hacia el modelado tridimensional.

1.2. Ciclo de vida del proyecto en metodología BIM

Según Blanco & Palomeque (2018) en la Figura 1.2 se muestra el funcionamiento del proyecto BIM según su etapa de proyecto donde se divide en 10 etapas distintas que se definen de la siguiente manera:

1. Programación: en esta etapa se realiza el levantamiento de condiciones iniciales para previo inicio de un proyecto.
2. Diseño conceptual: se realizan los bosquejos y se revisa la documentación necesaria para iniciar un proyecto como la normativa.
3. Diseño detallado: en esta etapa en base a la información recabada anteriormente se define la geometría y modelos 3D para su posterior documentación.
4. Análisis: se valida la información del diseño detallado, donde se incluirán los análisis de sustentabilidad, diseño estructural, estudio solar, entre otros.

5. Documentación: una vez validada la información se procede a clasificar la información mediante planos, catálogos de conceptos, etc.
6. Fabricación: donde se detalla cómo se van a construir la edificación o activo a realiza.
7. Construcción 4D/5D: en esta parte se realiza la estimación de costes y la programación de obra.

CICLO DE VIDA DE LA EDIFICACIÓN.

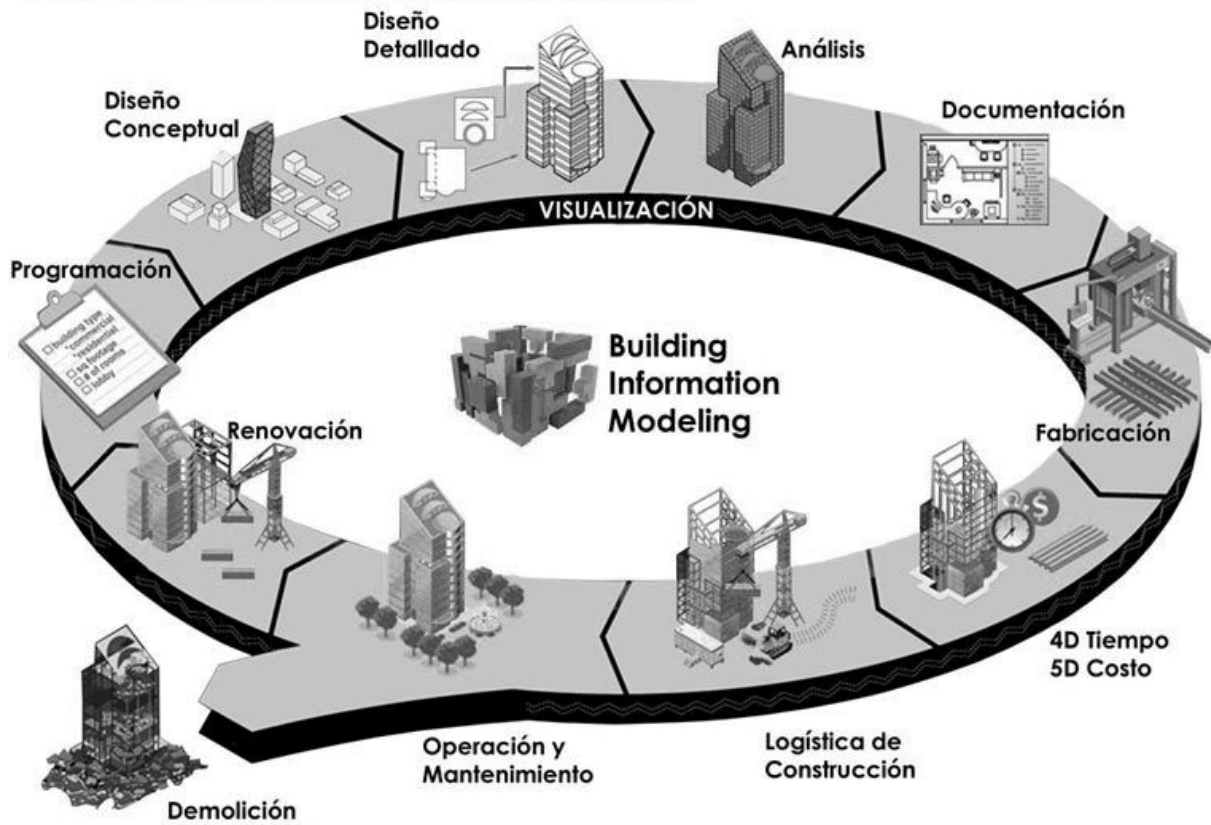


Figura 1.2 Ciclo de vida del proyecto BIM, (Espacio BIM, 2025).

1.3. Dimensiones BIM aplicadas al diseño estructural

Esta metodología supera los procesos tradicionales al incorporar distintas “dimensiones” de la información:

- Conceptual (1ra): definición previa del proyecto, que incluye ideas, requisitos y criterios de diseño.
- Geométrica (2da): representación en planos 2D y modelado de entidades básicas.

- Tridimensional (3ra): uso de herramientas tecnológicas para generar un modelo 3D completo.
- Temporal (4ta): programación y seguimiento de actividades mediante cronogramas vinculados al modelo.
- Económica (5ta): elaboración de presupuestos dinámicos basados en cuantificaciones automáticas.

Para la elaboración de este trabajo no se abordará el uso e implementación de la 6ta y 7ma dimensión ya que el alcance de este proyecto no llega hasta ese nivel

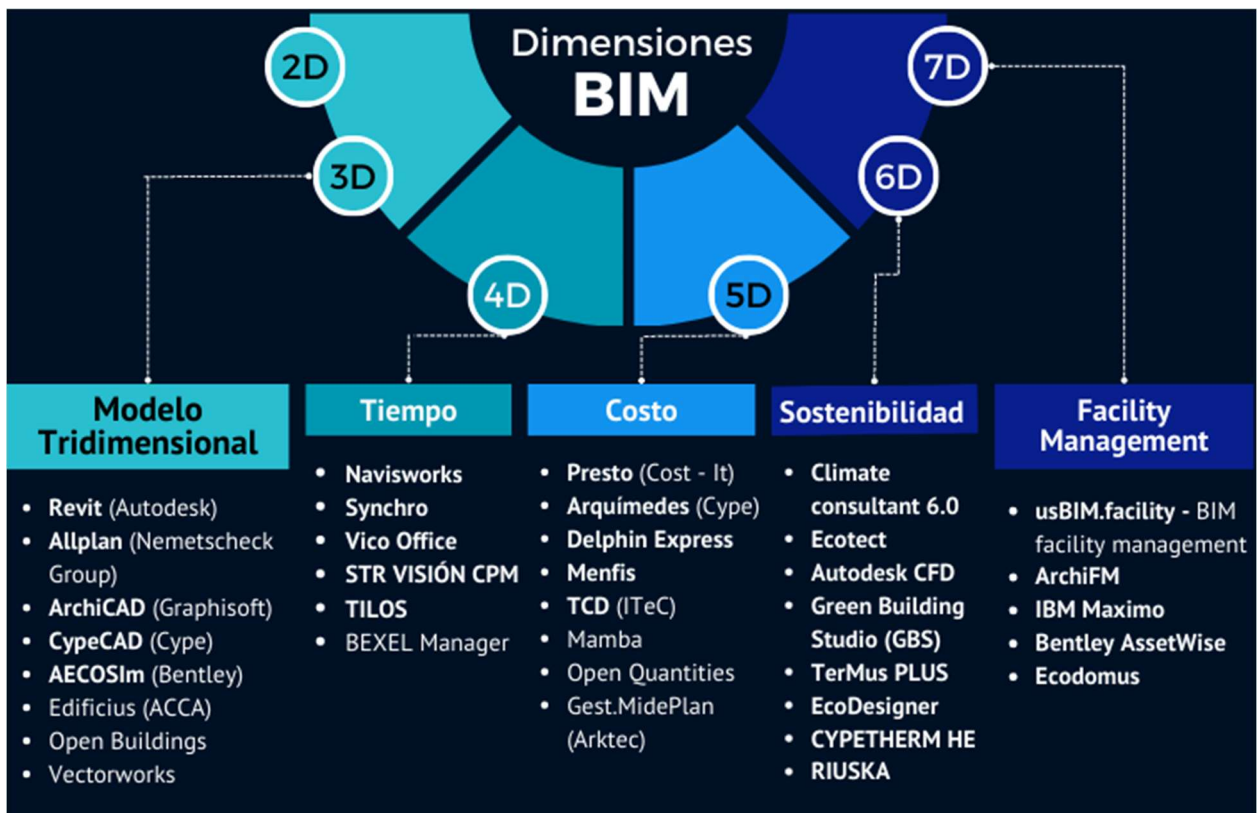


Figura 1.3 Dimensiones BIM, (Leydi, 2023).

1.4. Documentos y protocolos iniciales en un proyecto BIM

1.4.1. Solicitud de información del cliente (EIR)

Este documento especifica la información que debe producirse, cuando debe producirse, el método de cómo se producirá y su destinatario.

En la solicitud de información podemos encontrar los siguientes parámetros:

- Roles BIM: se clasifican en 4 son el rol de dirección BIM, el gestor BIM, el especialista BIM y el Modelador BIM (CAMACOL, 2020c).
- Nivel de desarrollo (LOD): estos se definen como procesos específicos para aplicar al BIM a lo largo del ciclo de vida del proyecto, esto con el objetivo de alcanzar los objetivos planteados. También estos permiten optimizar las fases del proyecto mediante la gestión, creación y análisis, de modelos digitales y sus componentes, estos facilitan la coordinación y eficiencia en los procesos, así como la toma de decisiones para cada una de las etapas del proyecto (CAMACOL 2020d).
- Entorno común de datos: este se puede definir como un ambiente que permite la recolección, administración y el intercambio de información BIM como una fuente única a la cual pueden acceder todos los miembros del proyecto lo que facilita la colaboración y ayuda a evitar duplicar información dentro del proyecto (CAMACOL, 2020a).

La finalidad de este documento es expresar lo que requiere el cliente en una solicitud formal la cual será contestada de igual forma con el Plan de Ejecución BIM, esta solicitud de manera general indica para que se requiere el uso de BIM en un proyecto y el plan de ejecución BIM es la respuesta a estos requisitos.

1.4.2. Plan de Ejecución BIM (BEP)

Este es el principal documento para desarrollar las distintas fases del proyecto (desarrollo, operación) y puede ser distinto para cada una de ellas ya que cubre cada uno de los puntos que la compete. Este plan es propuesto da respuesta a los requisitos solicitados por el cliente este plan debe contener lo siguiente:

- Los nombres y reseñas profesionales de las personas que desempeñarán la función de gestión de la información.
- La estrategia de entrega de información.
- La estrategia de federación de los modelos de información.
- La matriz de responsabilidades, que describe la participación de varias funciones.
- La ejecución de tareas o en la provisión de entregables.
- Los métodos y procedimientos de producción de información del proyecto.
- La norma de información del proyecto.
- La infraestructura tecnológica por adoptar.

1.5. Herramientas tecnológicas

En el entorno del modelado estructural BIM, la columna vertebral del proceso recae en plataformas que integran creación paramétrica, análisis estructural, coordinación multidisciplinaria y estimación de costos. El punto de partida habitual es Autodesk Revit, que permite definir familias parametrizadas de muros, columnas, vigas, losas y cimentaciones con atributos precisos de sección y refuerzo; además, la vinculación nativa con Autodesk Docs asegura el control de versiones y facilita el acceso colaborativo a los modelos (CAMACOL, 2020a). Una vez construido el modelo geométrico, la exportación en formato IFC posibilita su transferencia hacia programas de cálculo como ETABS y CYPECAD, donde se realizan los análisis dinámicos ante cargas sísmicas y de viento, y se calculan los armados conforme a la normativa local. (L. G. López & Sánchez, 2020).

El almacenamiento y la gestión de todos los archivos –modelos, planos y documentos asociados– se realiza en un Entorno Común de Datos (CDE), como Autodesk Docs o BIM 360, que estandariza los flujos de trabajo y garantiza trazabilidad, permisos de acceso y registro de auditoría (CAMACOL, 2020b).

Un elemento clave en la fase económica del proyecto es Neodata, software especializado en la elaboración de presupuestos a partir de las cuantificaciones extraídas directamente del modelo BIM. Al importar las tablas de “números generadores” generadas en Revit, se vinculan automáticamente con precios unitarios y se aplican factores de obra, produciendo presupuestos detallados, análisis de precios unitarios y reportes de costos indirectos. De esta forma, el ciclo de información paramétrica culmina en un presupuesto confiable y coherente (CAMACOL, 2020c).

1.6. Normativas aplicables a la metodología BIM

1.6.1. Norma en México

En México, la Estrategia Nacional MIC de 2019, impulsada por la SHCP, fijó un plan hasta 2026 para introducir gradualmente el Modelado de Información de la Construcción en proyectos públicos, estableciendo fases de capacitación, estándares de datos y mandatos escalonados de adopción (SHCP, 2019). Más recientemente, en febrero de 2024 el Diario Oficial de la Federación publicó la Norma Técnica que regula el uso de BIM en obra pública, consolidando los primeros requisitos formales para proyectos superiores a 100 M MXN o designados por la SCT (DOF, 2024). Aunque por ahora estas regulaciones se centran en el ámbito gubernamental, crean un precedente que fortifica la competitividad y el nivel de exigencia en el sector privado, promoviendo la adopción de BIM incluso en desarrollos de vivienda unifamiliar (Hernández & Elizalde, 2024).

1.6.2. Normativas y estándares internacionales

Para asegurar la correcta implementación de la metodología BIM en el contexto global, es necesario adoptar un marco normativo sólido y alineado con las mejores prácticas internacionales. Este proyecto retoma como referencia principal la serie de normas ISO 19650, las guías del BIM Forum Colombia y los lineamientos establecidos por buildingSMART España, lo cual permite estructurar un flujo de trabajo coherente desde la planificación hasta la operación del activo, a través de una gestión eficaz de la información.

La norma ISO 19650, titulada “Organización y digitalización de la información en obras de edificación e ingeniería civil utilizando Building Information Modelling (BIM)” constituye

actualmente el eje rector a nivel internacional. Esta serie se compone de varias partes que definen el marco para la gestión de la información en proyectos de construcción mediante el uso de modelos BIM. La Parte 1 (ISO 19650-1:2018) establece los conceptos y principios generales de la gestión de la información en el ciclo de vida del activo, mientras que la Parte 2 (ISO 19650-2:2018) detalla los procesos a seguir durante las fases de diseño y construcción. En proyectos como el desarrollado en esta tesis, estas normativas aportan un lenguaje común y una estructura ordenada para la colaboración, permitiendo definir claramente los entregables, los flujos de aprobación y los modelos de responsabilidad a través de documentos como el EIR (Exchange Information Requirements) y el BEP (Plan de Ejecución BIM) (ISO, 2018).

De manera complementaria, se recurre a los estándares propuestos por el BIM Forum Colombia, los cuales han sido adaptados a las necesidades del contexto latinoamericano, conservando la rigurosidad técnica que exige un entorno BIM maduro. Esta guía plantea niveles de detalle o LOD (Level of Development) que combinan el aspecto gráfico y el no gráfico del modelo. En este caso, se considera especialmente útil la clasificación entre el LOD 100, 300 y 400 para definir el grado de desarrollo requerido para cada etapa del proyecto estructural, desde la representación conceptual hasta los elementos que pueden utilizarse directamente para procesos constructivos y fabricación. La implementación de estos niveles garantiza que la información modelada sea coherente con la etapa de diseño en la que se encuentra, evitando sobrecostos y asegurando la calidad técnica de los entregables (BIM Forum Colombia, 2021).

Por otro lado, las guías técnicas desarrolladas por buildingSMART España resultan indispensables como marco de referencia práctico. Este organismo, al ser el capítulo nacional de la buildingSMART International, promueve estándares abiertos como el Industry Foundation Classes (IFC), lo cual permite garantizar la interoperabilidad entre softwares BIM como Revit, AutoCAD o Neodata. En esta tesis, si bien se trabaja exclusivamente dentro del entorno Autodesk, la consideración de formatos abiertos y estructuras estandarizadas permite vislumbrar la futura integración del modelo estructural con otras disciplinas o plataformas. Las guías de buildingSMART además refuerzan el uso de estructuras jerárquicas de codificación, la implementación de un entorno común de datos (CDE) y la definición de usos BIM por cada fase del proyecto, alineándose de forma directa con los postulados de la ISO 19650.

Cabe señalar que, aunque no existe aún una normativa mexicana homologada con ISO 19650, el Plan de Implementación BIM del MIC (México) representa un esfuerzo por acercar al país a los estándares internacionales. Sin embargo, este documento aún carece de la operatividad que ofrecen las normativas europeas, por lo que se vuelve indispensable adoptar marcos extranjeros adaptados a la práctica nacional.

En términos generales, el modelo estructural de este proyecto se apoya en esta triangulación normativa (ISO 19650 – BIM Forum Colombia – buildingSMART España) para cumplir con los siguientes objetivos: estandarizar la nomenclatura y organización de archivos, definir el nivel de detalle requerido en cada fase, y promover una colaboración disciplinada mediante entornos digitales. En este sentido, el enfoque metodológico no se limita a cumplir con el modelado geométrico, sino que busca consolidar una verdadera gestión de la información.

CAPÍTULO-II-

CONTEXTO DEL PROYECTO

De acuerdo con el contexto del proyecto, la estructura metodológica se definirá a través del Plan de Ejecución BIM (PEB), el cual será el documento que rige la organización de la información y las decisiones técnicas tomadas. A partir de este plan se extraerá la información correspondiente a la descripción del proyecto y sus datos generales, los cuales comprenden la ubicación georreferenciada, la dirección del lote, las características topográficas del terreno, así como las dimensiones. En este mismo documento se establecerá la estrategia de entrega de información, donde se especifica que programas serán utilizados, en que versiones se trabaja cada uno, y cuáles serán los formatos establecidos para la entrega de los diferentes productos generados durante el desarrollo del proyecto.

Por otro lado, se establecerán los estándares y normativa que serán adoptadas. En este caso específico la metodología BIM, y como se ha establecido en el Capítulo 1 de este trabajo, se recurrirá prioritariamente al marco normativo internacional, dado que en México esta metodología se encuentra en proceso de consolidación. En este sentido, se retomarán principios y buenas prácticas reconocidas a nivel global para asegurar la consistencia de la información.

Finalmente, este apartado abordará lo relacionado con la producción y gestión de la información. En este punto, se revisará los elementos necesarios para definir el Entorno Común de Datos (CDE), así como los criterios de nomenclatura de archivos, los entregables de proyecto y, de manera puntual, la estrategia de coordinación empleada para la revisión de interferencias o posibles adecuaciones requeridas en el desarrollo del modelo.

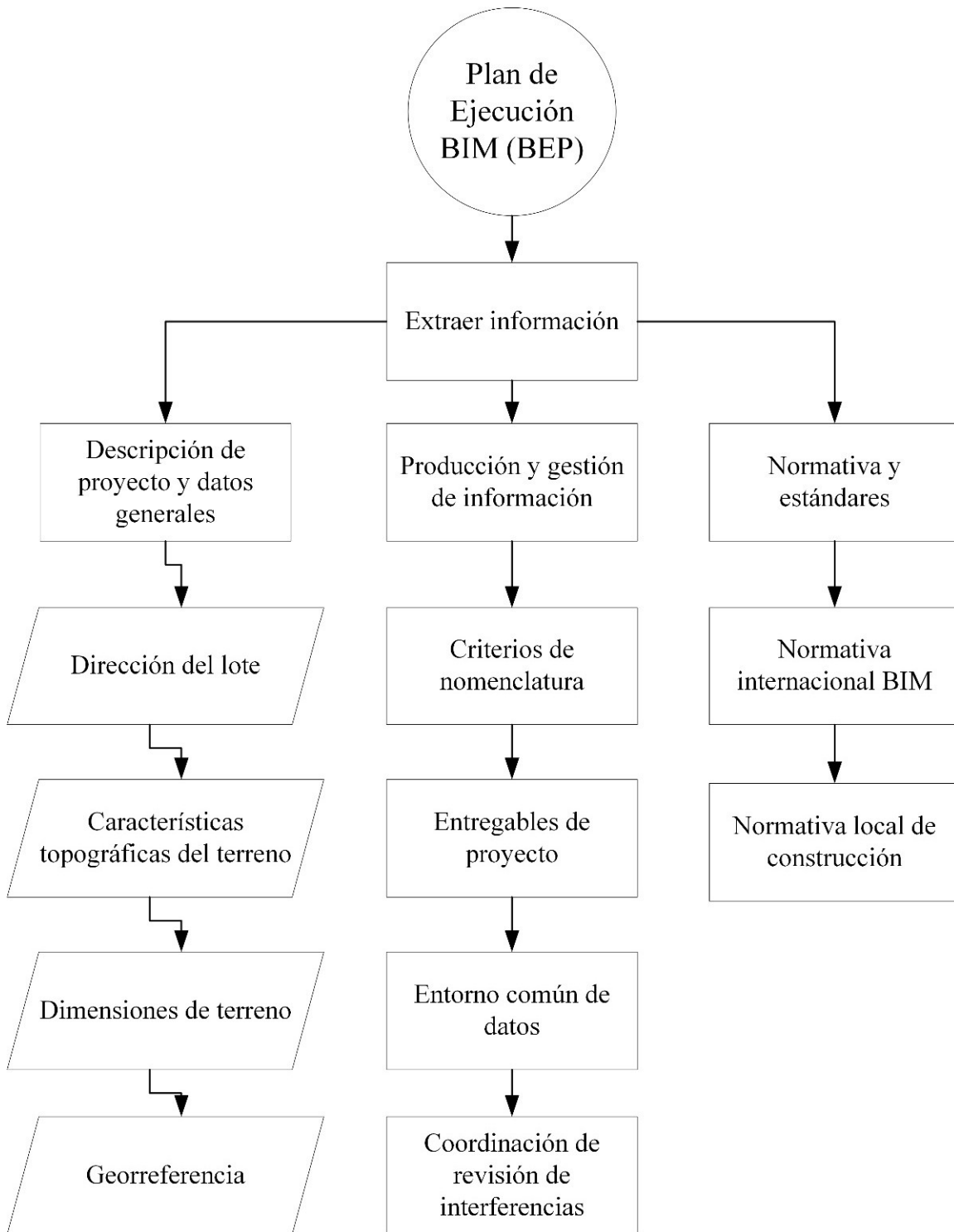


Figura 2.1 Plan de Ejecución BIM (BEP). Elaboración propia.

2.1. Descripción del proyecto y datos generales

El proyecto se ubica en el Lote 107 del fraccionamiento Villas La Concepción, en el municipio de San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo, zona considerada de desarrollo habitacional de nivel medio residencial, caracterizada por un urbanismo ordenado, vialidades de sección reglamentaria

y dotación de infraestructura básica, tales como agua potable, drenaje sanitario, alumbrado público subterráneo y electrificación a pie de lote.

El lote presenta forma rectangular, con un frente de 10.00 m hacia vialidad principal y un fondo de 20.00 m, lo que da como resultado una superficie total de 200 m² de terreno. La cota topográfica de banqueta, que sirve como referencia para la implantación del proyecto, corresponde a 2442 msnm, estableciéndose como el nivel de referencia 0.00 m dentro del modelo estructural. El terreno presenta un desnivel longitudinal de aproximadamente 1.00 m a lo largo de su fondo, lo que genera una pendiente suave hacia la parte posterior del lote. Este desnivel fue modelado digitalmente a partir de la topografía de anteproyecto suministrada, ajustando los puntos de control en el entorno BIM. Desde el punto de vista georreferencial, el lote se localiza en el sistema UTM (Zona 14 Norte) con las siguientes coordenadas aproximadas: 520227.99 m E y 2226926.37 m N, lo que permitió su correcta ubicación dentro del modelo BIM y facilitó su integración futura con posibles modelos de entorno o levantamientos topográficos adicionales.

2.2. Estrategia de entrega de información

Para la entrega de información se definen los archivos que se van a generar y en que software se realizara de acuerdo con el plan de ejecución BIM de este proyecto se estipula en la Tabla 2.1

Tabla 2.1 Lista de recursos informáticos necesarios. Elaboración propia.

Tipo de información	Nombre del recurso informático	Formato nativo de la información	Versión
Memoria de calculo	EXCEL	XLSX	2021
Modelos 3D	REVIT	RVT	2024
Documentación (Planos)	REVIT Y ADOBE	RVT/PDF	2024
Números generadores	REVIT Y EXCEL	RVT/XLSX	2024
Revisión del diseño	REVIT	RVT	2024
Intercambio de información	GOOGLE DRIVE	-	-
Cronograma de actividades	NEODATA	PDF	2021

Presupuesto	NEODATA	PDF	2021
-------------	---------	-----	------

Para entregar los documentos al cliente se tiene que desarrollar una estrategia de entrega de información como se muestra en la Tabla 2.2 donde se definirá los entregables de proyecto, por etapas, la descripción de cada entregable que será tal cual el documento y que equipo de trabajo lo desarrollara, así como el formato de entrega de la información y el método de entrega que es donde se subirá o compartirá la información para realizar la respectiva coordinación de la información.

Tabla 2.2 Estrategia de entrega de información. Elaboración propia.

Nº Entregable	Descripción del entregable	Equipo de Trabajo a cargo del desarrollo	Contenedor de información	Método de entrega
Entregable 01	-Informe Topográfico. De anteproyecto	Equipo de practicantes	-DWG., PDF.	A través de la solución de CDE.
Estudios Preliminares				
Entregable 02	-Programación arquitectónica.	Equipo de practicantes	-PDF	A través de la solución de CDE
Anteproyecto de Arquitectura y Especialidades	-Memoria descriptiva de anteproyecto.			
	-Plano de planta general de distribución.			
	-Planos de distribución general, cortes, elevaciones.		-DWG, PDF	
Entregable 03	-Memorias de cálculo	Equipo de practicantes	-PDF, XLSX	A través de la solución de CDE
Proyecto de Estructuras	-Modelos de análisis estructural		- EDB.	
	-Planos de planta		- DWG, PDF.	
	-Detalles constructivos			
	-Elevaciones y pórticos			
	-Modelado 3D	-RVT		
Entregable 04	- WBS	Equipo de practicantes	-XLSX	A través de la solución de CDE
Presupuesto y cronograma	-Tablas de planificación		-RVT	

	-Fichas técnicas de materiales		-PDF	
	-Presupuesto			
	-Cronograma		-ZIP	

2.3. Estándares y normativas de modelado adoptadas

La normativa aplicable al diseño estructural en San Agustín Tlaxiaca incluye en orden jerárquico:

- Reglamento de Construcciones para el Municipio de Pachuca de Soto (RCMP), que establece requisitos de cimentación, alturas y uso de materiales.
- Normas Técnicas Complementarias para Diseño y Construcción de Estructuras de la CDMX, adoptadas como referencia para análisis y estructuración de la estructura, así como el detallado de los planos estructurales (GOBIERNO CDMX, 2023).
- Reglamento de Construcción Fraccionamiento Villas De La Concepción. Indica los espacios que se tienen que respetar, como áreas verdes, principios de construcción como altura de los pisos y los criterios para que el proyecto sea aprobado por el comité local (Corporación Inmobiliaria y Constructora HGO S.A. de C.V., 2025).
- Estrategia Nacional MIC (SHCP, 2019), para la gestión de información BIM en obra pública, utilizada como línea base metodológica, aunque no obligatoria en el ámbito privado. Por esta razón se toma la ISO 19650 y las guías del modelado del BIM Fórum Colombia.

2.4. Procedimientos para la producción y gestión de la información

Para la entrega y gestión de la información se establece el uso de un Entorno Común de Datos (CDE), cuya estructura de carpetas responde a lo estipulado en el Plan de Ejecución BIM (PEB). Para fines prácticos, este entorno se ha implementado mediante la plataforma Google Drive, al no contar con la licencia de plataformas como Autodesk Construction Cloud. A fin de garantizar la confidencialidad y trazabilidad de los documentos, se ha definido que el acceso a esta plataforma se realizará únicamente a través de las cuentas de correo institucional de cada uno de los participantes involucrados en el desarrollo del proyecto, incluyendo tanto al cliente como al equipo de practicantes responsables de su ejecución. La estructura de carpetas se ve en la Figura 2.2.

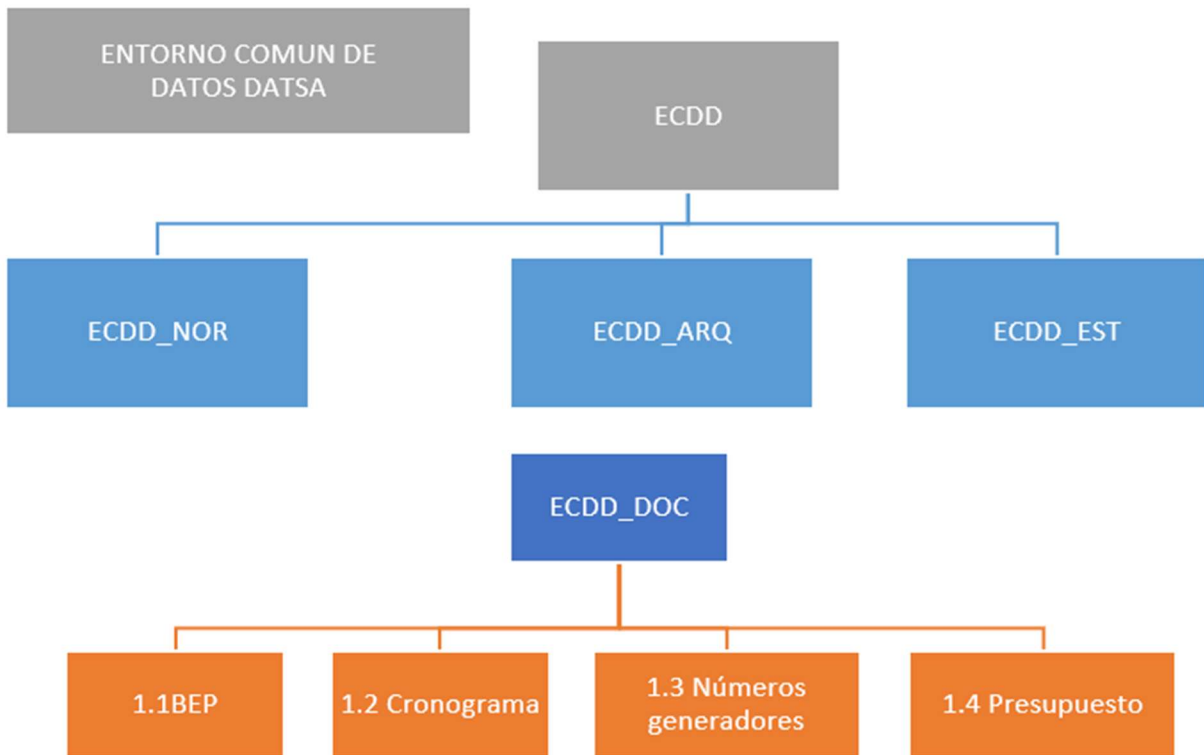


Figura 2.2 Estructura de carpetas en Google Drive. Elaboración propia.

Para la integración de la información en los contenedores establecidos dentro del entorno común de datos (CDE), alojado en Google Drive, se implementará una convención de nomenclatura estandarizada para cada archivo. Dicha convención se estructurará en función del ID del proyecto, el autor del documento, el volumen correspondiente, el nivel o ubicación dentro del proyecto, así como la escala de representación, la disciplina a la que pertenece el documento y el nivel de definición de este, expresado mediante los parámetros LOD (Level of Development) y

LOI (Level of Information) esta estrategia muestra en las tablas: Tabla 2.3 y Tabla 2.4. Esta estructura permite no solo una mejor organización, sino también una trazabilidad clara de la información generada. En proyectos de mayor complejidad, que involucren múltiples disciplinas de modelado o diversas fases dentro del ciclo de vida del activo, esta nomenclatura podrá ser complementada mediante la inclusión de una matriz de responsabilidades que detalle de forma precisa los entregables y los actores involucrados en cada fase del proceso.

Tabla 2.3 Nomenclatura (documento, escala y disciplina). Elaboración propia.

Código	Tipo de documento.	Formato de tamaño de lámina o documento (si es aplicable).	Escala	Código	Disciplina
P2	Planos 2D	A0	1:1	A	Arquitectura
M3	Modelo 3D	A1	1:2	E	Estructura
AC	Análisis de costos	A2	1:5	N/A	No aplica
FT	Especificaciones técnicas	A3	1:10		
MD	Memoria descriptiva	A4	1:20		
DE	Planos -detalles	Personalizado	1:50		
U	Planos Ubicación y localización	N/A	No aplica		
PT	Planos topográficos				
PA	Altura de edificación				
PPT	Presupuesto				

DI	Normas de diseño y aplicación
DI	Dibujo - Esquema de diagrama
N/A	No aplica

Tabla 2.4 Nivel de detalle (LOD) y Nivel de información (LOI). Elaboración propia.

Nivel de Detalle	LOD	Nivel de Información	LOI
Esquematación	LOD1	Información para la identificación y la prefactibilidad	LOI1
Representación básica	LOD2	Información para la investigación y la factibilidad	LOI2
Representación detallada	LOD3	Información para el diseño	LOI3
Representación detallada para la construcción	LOD4	Información para la construcción	LOI4
Representación de los activos construidos	LOD5	Suficiente información para la gestión de activos	LOI5
N/A	No aplicable	N/A	No aplicable

En la Tabla 2.5 se presenta un ejemplo y su interpretación de la convención utilizada para la nomenclatura de documentos. Se desglosan los componentes que integran cada identificador, iniciando con el código de inversión, que corresponde al código asignado al proyecto; seguido del autor, que hace referencia al equipo responsable de la elaboración del documento. Posteriormente se incluye el volumen o sistema, el cual indica la disciplina o especialidad a la que pertenece el archivo; el nivel o localización, que señala la planta o ubicación dentro del proyecto; el tipo de documento, que especifica la naturaleza del contenido del archivo; el número secuencial, que

permite organizar y jerarquizar los documentos emitidos; y finalmente, el identificador completo que resulta de la combinación estructurada de estos elementos, sirviendo como referencia estandarizada para su almacenamiento y consulta dentro del entorno común de datos (CDE).

Tabla 2.5 Ejemplo de nomenclatura. Elaboración propia.

Código de Inversión	Autor	Volumen o sistema	Nivel o localización	Tipo de documento	Disciplina	Número	Identificación del contenedor de información
<i>73611</i>	<i>PA</i>	<i>A1</i>	<i>ZZ</i>	<i>P2</i>	<i>A</i>	<i>00</i>	<i>73611-PA-A1-ZZ-P2-A-00</i>

CAPITULO -III-

DESARROLLO DEL MODELO ESTRUCTURAL CON METODOLOGÍA BIM

El presente modelado consta de tres etapas principales para concluirlo de manera satisfactoria. En primer lugar, se realiza la recolección de las bases de proyecto generadas por los practicantes de la empresa DATSA S.A. de C.V. Posteriormente, se lleva a cabo el modelado de los elementos estructurales sin acero de refuerzo, correspondientes a las categorías *Pilar, Viga, Suelo, Muro, Suelo, Escalera y Rampa*, configurando los tipos respectivos con base en la geometría proporcionada. Finalmente, se procede a la configuración y modelado de acero de refuerzo mediante el uso de la herramienta *Armadura*, lo que incluye la creación de tipos específicos y su asignación a cada una de las categorías mencionadas, asegurando una representación precisa y adecuada conforme a la documentación estructural.

Para iniciar el modelado en el software Revit, se hace partiendo de las bases de proyecto proporcionadas por los practicantes de la empresa DATSA S.A. de C.V. durante el ciclo enero-junio 2025, donde participaron el C. Rene Quirino Merlín Hernández para la propuesta arquitectónica, el C. Abraham Pérez Serrano en el diseño estructural (memoria de cálculo y modelo en ETABS) y el autor de este trabajo la topografía de anteproyecto. En la recolección de dichas bases de proyecto se verifica que la topografía de anteproyecto cumpla con lo estipulado en los datos del proyecto, a su vez se realiza la revisión de los planos arquitectónicos mismos que tienen que coincidir con lo modelado en ETABS principalmente en la distribución de elementos previamente proyectada. Si hay inconsistencias en lo revisado se realizaran cambios, si no se iniciare el modelado estructural en Revit.

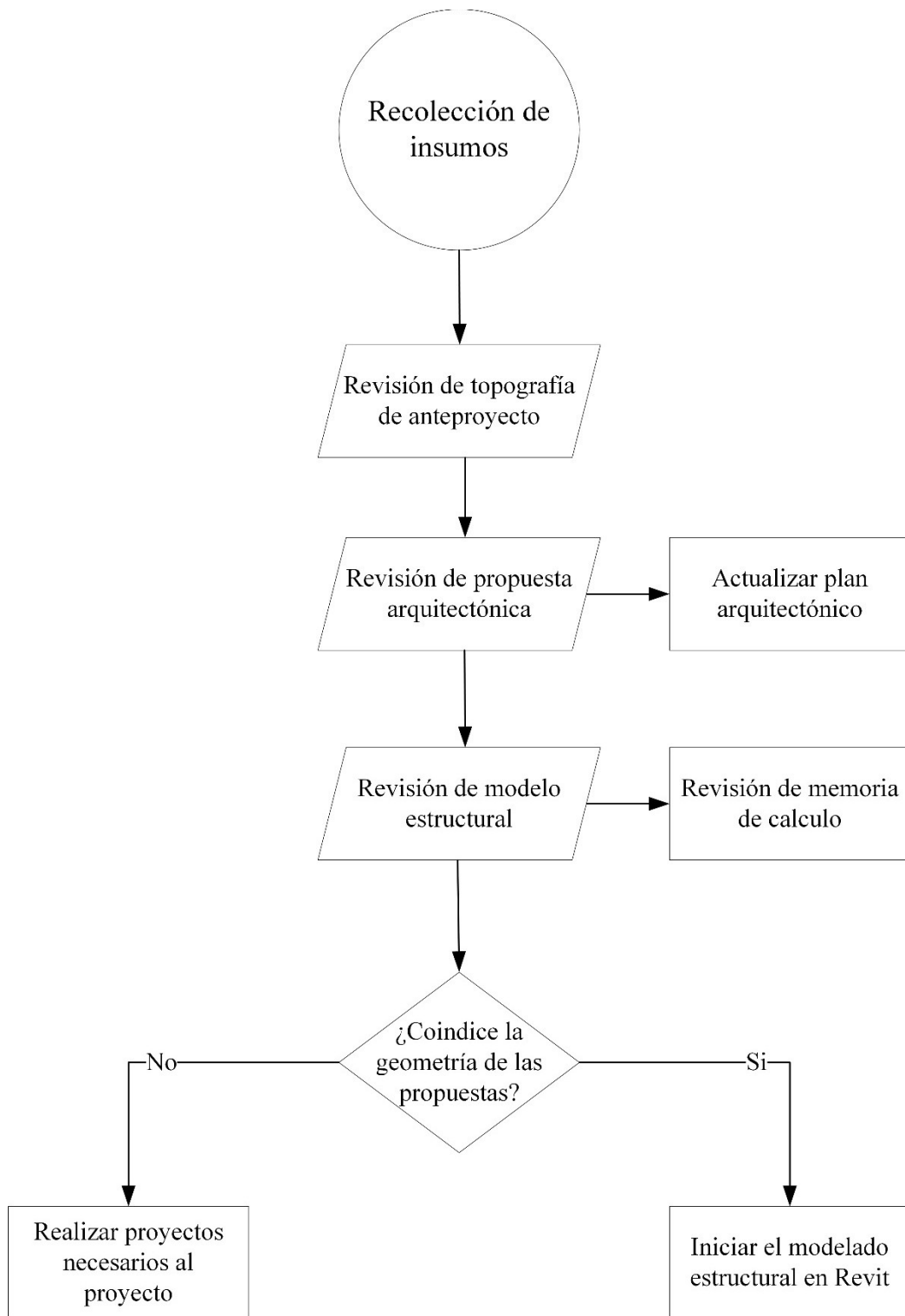


Figura 3.1 Recolección de bases de proyecto. Elaboración propia.

El proceso de modelado estructural en Revit comienza con la creación de un nuevo proyecto a partir de una plantilla previamente configurada en sistema métrico. Posteriormente, se procede a la inserción del archivo CAD correspondiente a la topografía de anteproyecto, a partir del cual se genera el sólido topográfico mediante las herramientas del entorno de emplazamiento. Para la integración de la información arquitectónica, se configuran previamente los niveles del proyecto conforme a las alturas definidas en la propuesta arquitectónica, y se vinculan los archivos de planta arquitectónica a las vistas estructurales correspondientes.

Con base en las bases de proyecto del diseño estructural, se trazan los ejes de proyecto y se configuran las distintas categorías estructurales en el entorno de modelado. En la categoría viga, se definen las secciones correspondientes a dalas y vigas, incorporando tanto las dimensiones geométricas como las propiedades del material, principalmente la resistencia a la compresión del concreto (f_c). Para la categoría pilar, se crean los tipos correspondientes a castillos y columnas con su respectiva sección transversal y especificación de material. En cuanto a la categoría muro, se define un tipo basado en tabique rojo recocido, mientras que para la categoría suelo estructural se configuran los tipos necesarios para representar falsa losa, losas macizas y losas aligeradas, estas últimas mediante la carga de familias de bovedillas de poliestireno y viguetas prefabricadas. Finalmente, con base en la propuesta arquitectónica, se modela la escalera mediante la herramienta específica de la categoría escalera, considerando su geometría y conexiones con los niveles del proyecto.

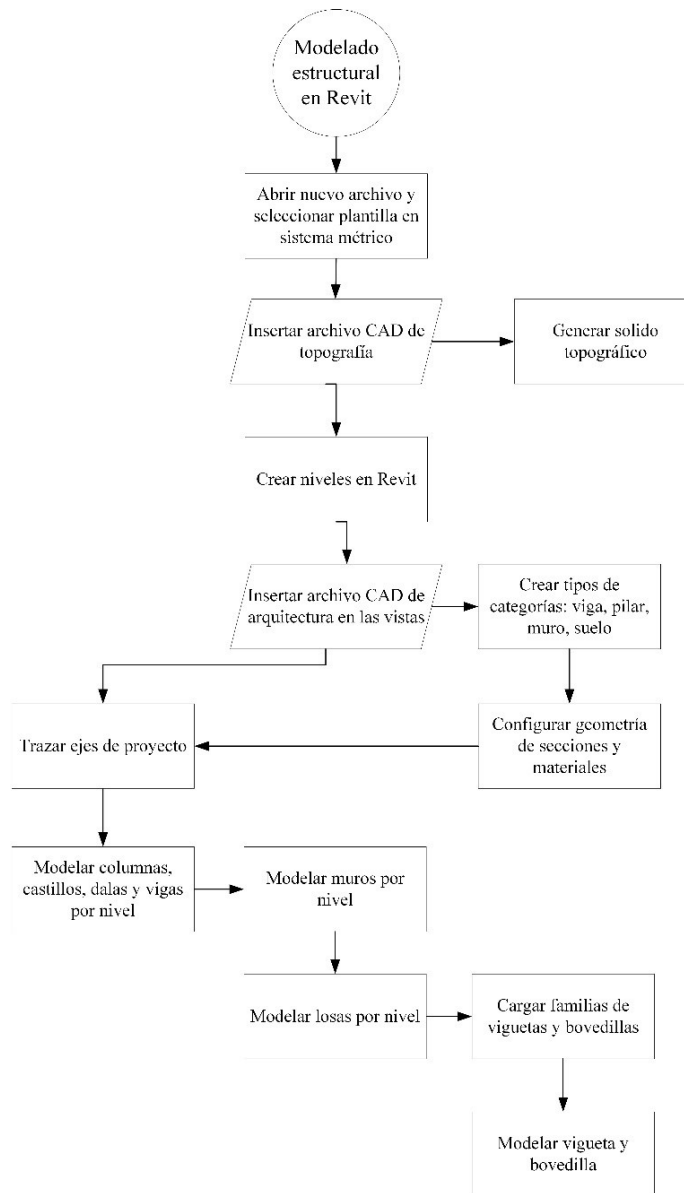


Figura 3.2 Modelado estructural en Revit. Elaboración propia.

Para el modelado del acero de refuerzo, se configuraron los recubrimientos específicos de cada elemento conforme a las Normas Técnicas Complementarias. Luego, se cargaron las familias de formas de acero, incluyendo armaduras longitudinales y estribos. Se definieron y clasificaron los tipos de acero por elemento (por ejemplo: “armadura para viga tipo A”, “estribo para columna tipo B”, etc.), y se configuraron los diámetros y ganchos de las armaduras según las NTC. En el caso de la malla de temperatura, se creó un tipo dentro de la categoría Área de mallazo estructural, especificando el diámetro de los alambres y la separación de la cuadrícula (6”x6”-10x10).

Los elementos de refuerzo para las categorías Viga, Pilar y Muro se modelaron con la herramienta Armadura, utilizando el método de expandir anfitrión, y en algunos casos, el método de conjunto o número fijo, dependiendo de la disposición del acero indicada en la memoria de cálculo. Por otro lado, las losas macizas fueron reforzadas con la herramienta Armadura, utilizando el método de boceto para representar adecuadamente los llamados “columpios” (refuerzos transversales en zonas críticas).

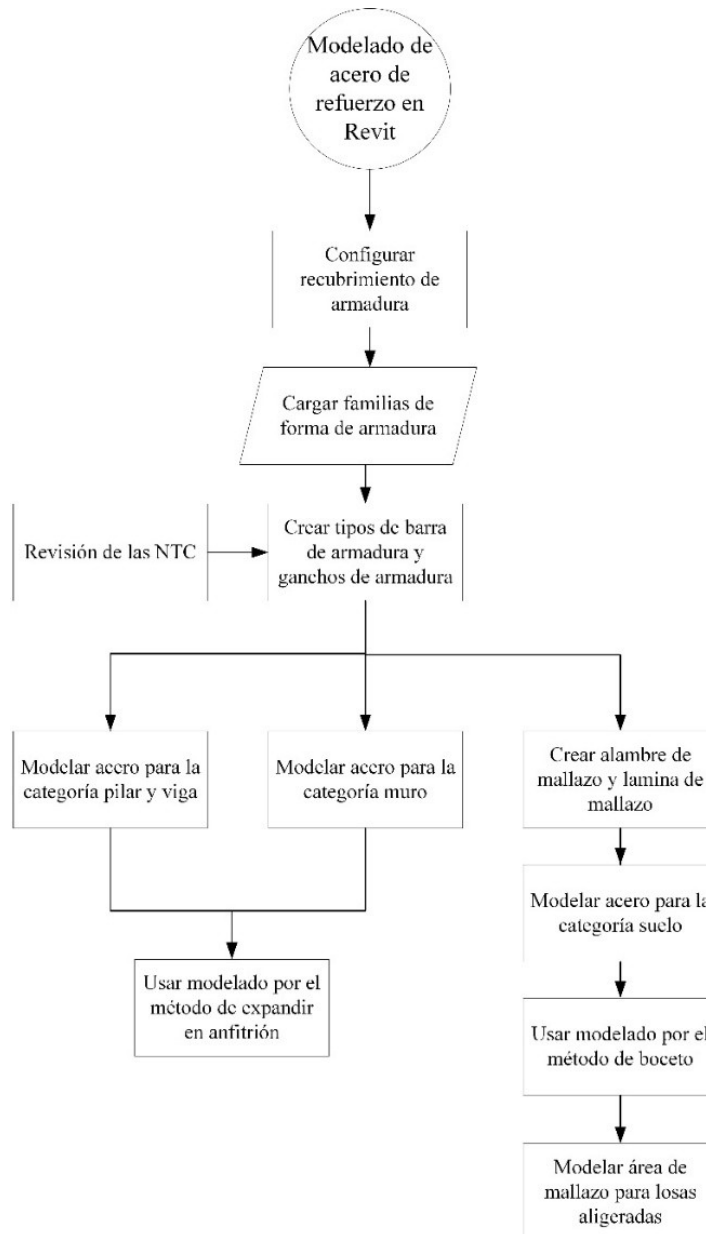


Figura 3.3 Modelado de acero de refuerzo en Revit. Elaboración propia.

3.1. Bases de proyecto iniciales del modelo estructural

3.1.1. Topografía de ante proyecto

Para el desarrollo del modelo estructural se empleó la topografía de anteproyecto proporcionada por las curvas de nivel del INEGI vista en la Figura 3.4, que incluye las cotas de las cuatro esquinas del lote y la dirección del desnivel. En este caso, la pendiente se dirige hacia el suroeste, descendiendo aproximadamente 1 m en 10 m de fondo.



Figura 3.4 Topografía de anteproyecto en AutoCAD, Elaboración propia.

Para este proyecto de investigación, se integró la información topográfica previamente generada en el software AutoCAD. Para ello, en la página inicial de Revit (como se muestra en la Figura 3.5), se creó un nuevo modelo seleccionando la plantilla correspondiente. En este caso, se

utilizó una plantilla previamente configurada en el sistema métrico, como se observa en la Figura 3.6. Es importante destacar que debe seleccionarse la opción *Crear nuevo* y asegurarse de que esté marcada como *Proyecto*. Posteriormente, el archivo se guarda en formato RVT, que es el utilizado por Revit para los modelos de proyecto.

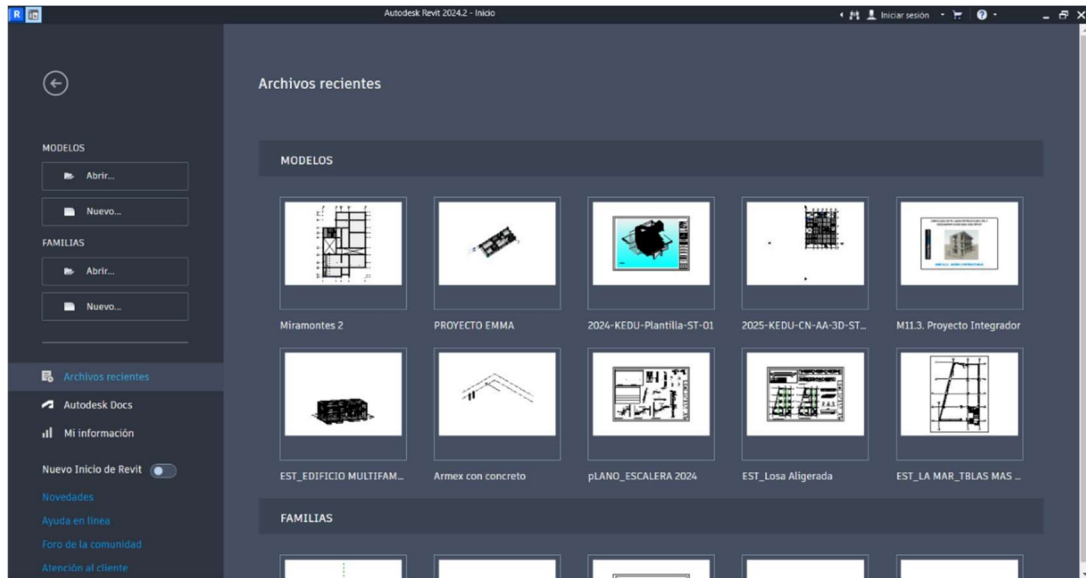


Figura 3.5 Inicio del software Revit. Elaboración propia.

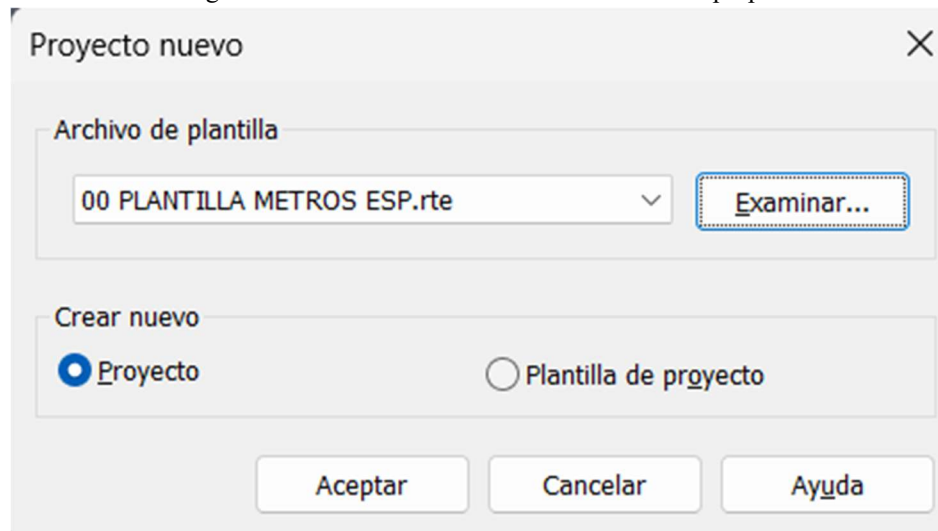


Figura 3.6 Selección de plantilla en Revit. Elaboración propia.

Posteriormente, se deberá integrar el archivo CAD correspondiente a la topografía de anteproyecto, como se muestra en la Figura 3.7. Esto se realiza a través del menú *Insertar*, utilizando la herramienta *Importar CAD*, ya que no se trata de información que requiera actualizarse durante el proceso de modelado.

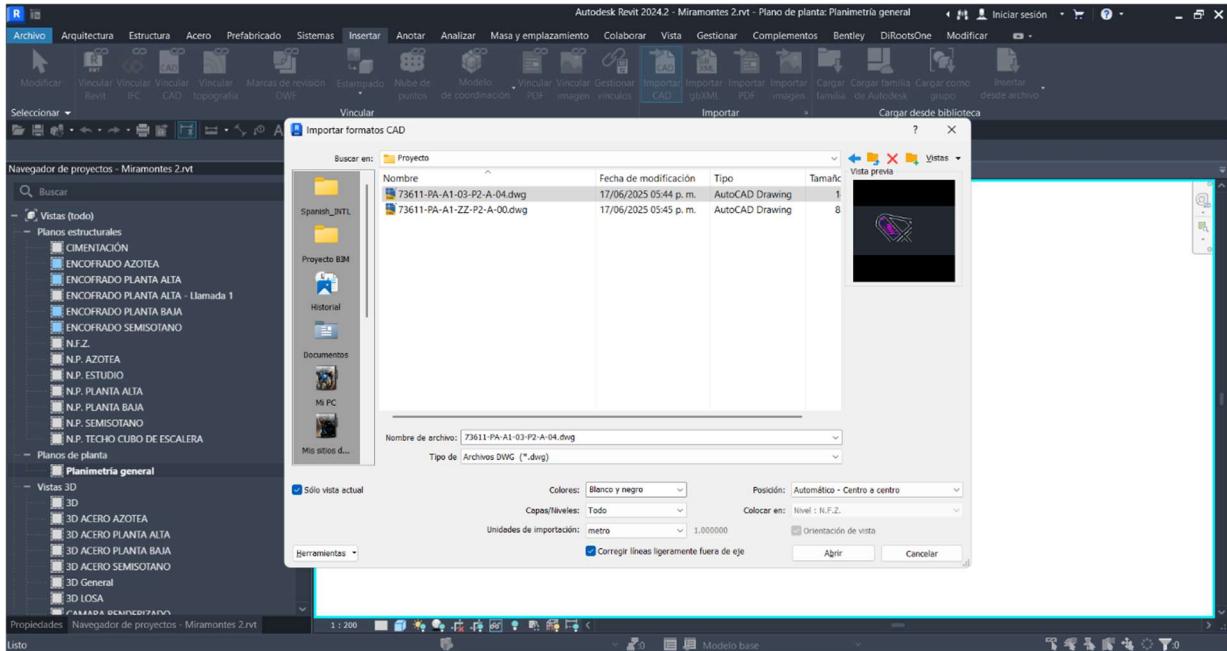


Figura 3.7 Vinculación de topografía de anteproyecto. Elaboración propia.

Una vez ya importamos la topografía de anteproyecto, para crear el sólido topográfico debemos usar el menú *Masa y emplazamiento*. Dentro de las opciones de *Modelar emplazamiento*, se selecciona *Sólido topográfico* y posteriormente *Crear desde importación*, eligiendo el CAD previamente cargado como se muestra en la Figura 3.8. En las opciones desplegadas para el sólido topográfico se puede elegir entre varios tipos; sin embargo, para fines prácticos, se utilizará la opción que tiene predeterminada de Revit: *Genérico 10000 mm* como se observa en la Figura 3.9. Esto permitirá para el proyecto obtener cantidades de material de excavación y una mejor representación visual del terreno al momento de generar la documentación de vistas 3D.

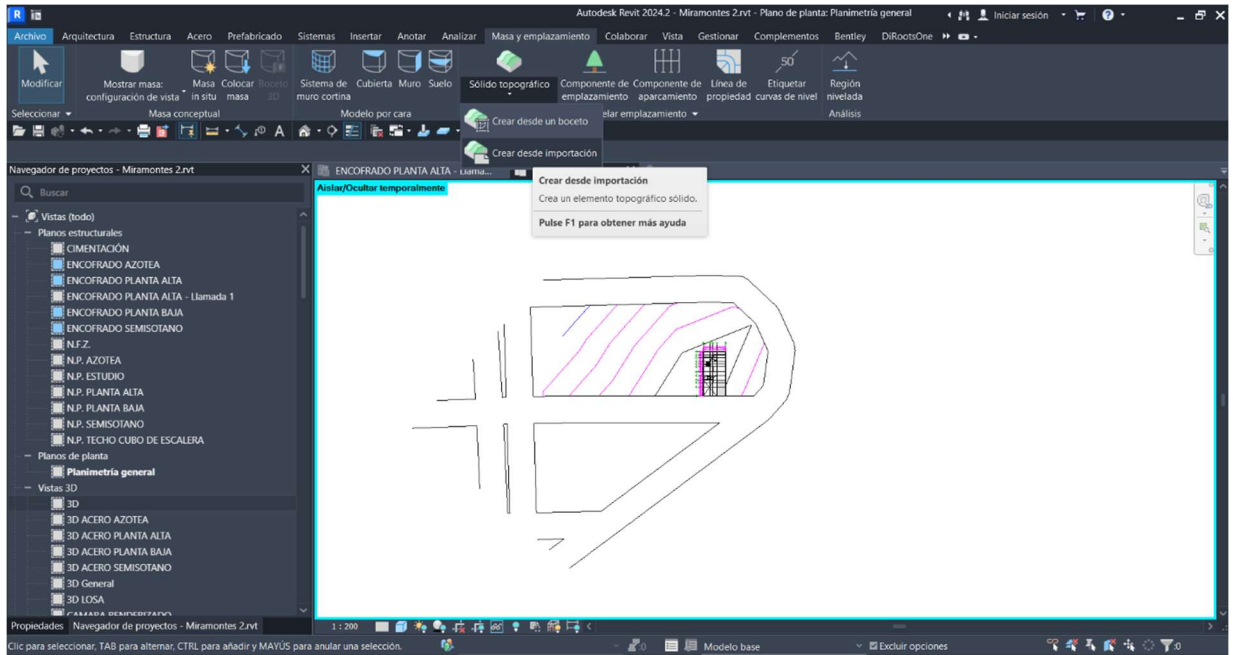


Figura 3.8 Creación de sólido topográfico. Elaboración propia.

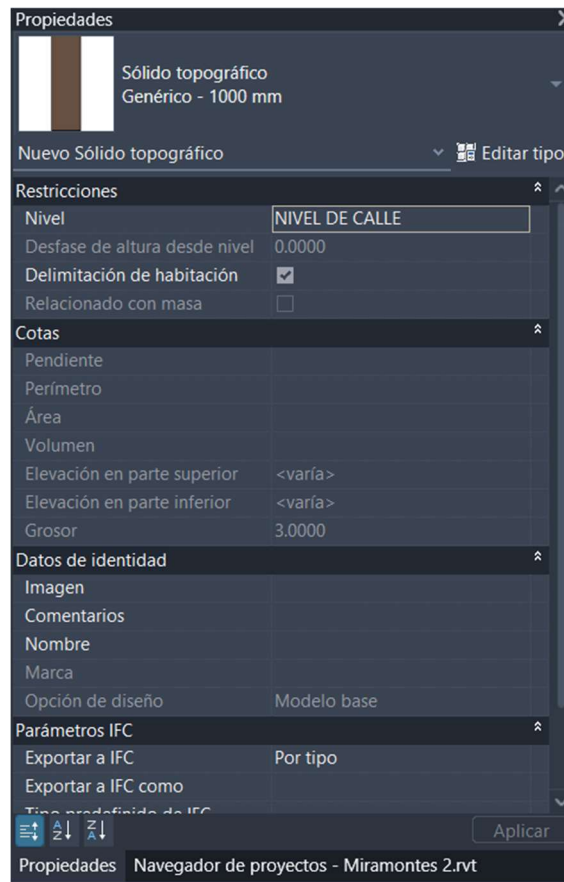


Figura 3.9 Propiedades sólido topográfico. Elaboración propia.

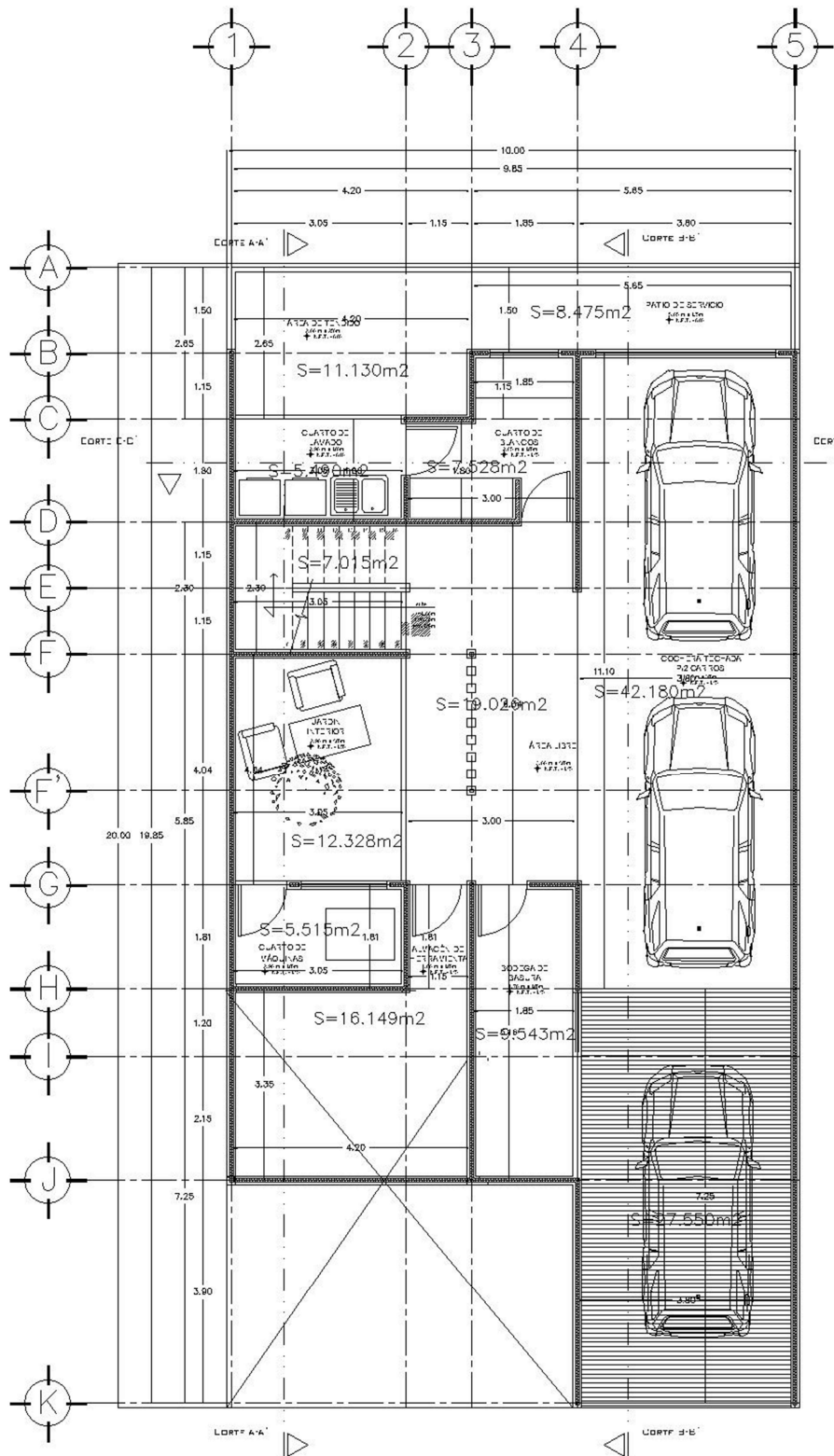
3.1.2. Plan arquitectónico y planos de proyecto

El programa arquitectónico fue definido por los planos originales de los compañeros de práctica en DATSA y contempla:

Tabla 3.1 Plan arquitectónico. Elaboración propia.

No.	Planta	Espacio	Dimensiones	Área estimada m ²
1	Semisótano	Almacén de herramienta con pasillo	Almacén 4.20x3.35 m	16.15
			Pasillo 1.15x1.81 m	
2		Área de tendido	4.20x2.65 m	11.13
3		Área libre	3.00x6.34 m	19.03
4		Bodega de basura	1.85x5.16 m	9.54
5		Cochera para 2 autos	3.80x11.10 m	42.18
6		Cuarto de blancos	Parte A 3.00x1.80 m	7.53
			Parte B 1.85x1.15 m	
7		Cuarto de lavado	3.05 x1.80 m	5.49
8		Cuarto de maquinas	3.05x1.81 m	5.52
9		Cubo de escalera	3.05x2.30 m	7.02
10		Jardín interior	3.05x4.04 m	12.33
11	Patio de servicio	5.65x1.50 m	8.48	
12	Rampa para autos	3.80x7.25 m	27.55	
Total, semisótano=				171.93
13	Planta baja	Baño completo	4.20x1.81 m	7.59
14		Cocina	3.80x2.95 m	11.21
15		Comedor	3.80x3.54 m	13.46
16		Cubo de escalera	3.05x2.30 m	7.02
17		Estudio	4.20x3.35 m	14.07
18		Pasillo de servicio	5.65x1.15 m	6.50
19		Pasillo escalera	1.15x6.34 m	7.29
20		Pasillo principal	1.85x13.3 m	24.61
21		Sala	3.80x4.66 m	17.70
22		Walk in party	4.20x1.80 m	7.56
Total, planta baja=				117.01
23	Planta alta	Azotea	3.05x1.80 m	5.49
24		Recamara principal	4.20x5.16 m	21.66
25		Baño recamara principal	3.80x3.01 m	11.43
26		Recamara secundaria	3.80x4.75 m	18.04
27		Baño recamara secundaria	3.00x3.60 m	10.80
28		Sala familiar	5.65x3.54 m	20.01

29		Vestidor	1.85x4.66 m	8.62
30		Cubo de escalera	3.05x2.30 m	7.02
31		Cubo de ventilación	5.65x1.65 m	9.32
31		Pasillo escalera 1	1.15x6.34 m	7.29
32		Pasillo escalera 2	1.85x1.15 m	2.13
Total, planta alta=				121.82
33	Azotea	Cubo de escalera	4.20x2.30 m	9.66
Total, Azotea=				9.66
Total, de construcción=				420.42



PLANTA DE SEMI-SOTANO
 ESC 1:100

Figura 3.10 Planta arquitectónica semisótano. (Merlín, 2025)

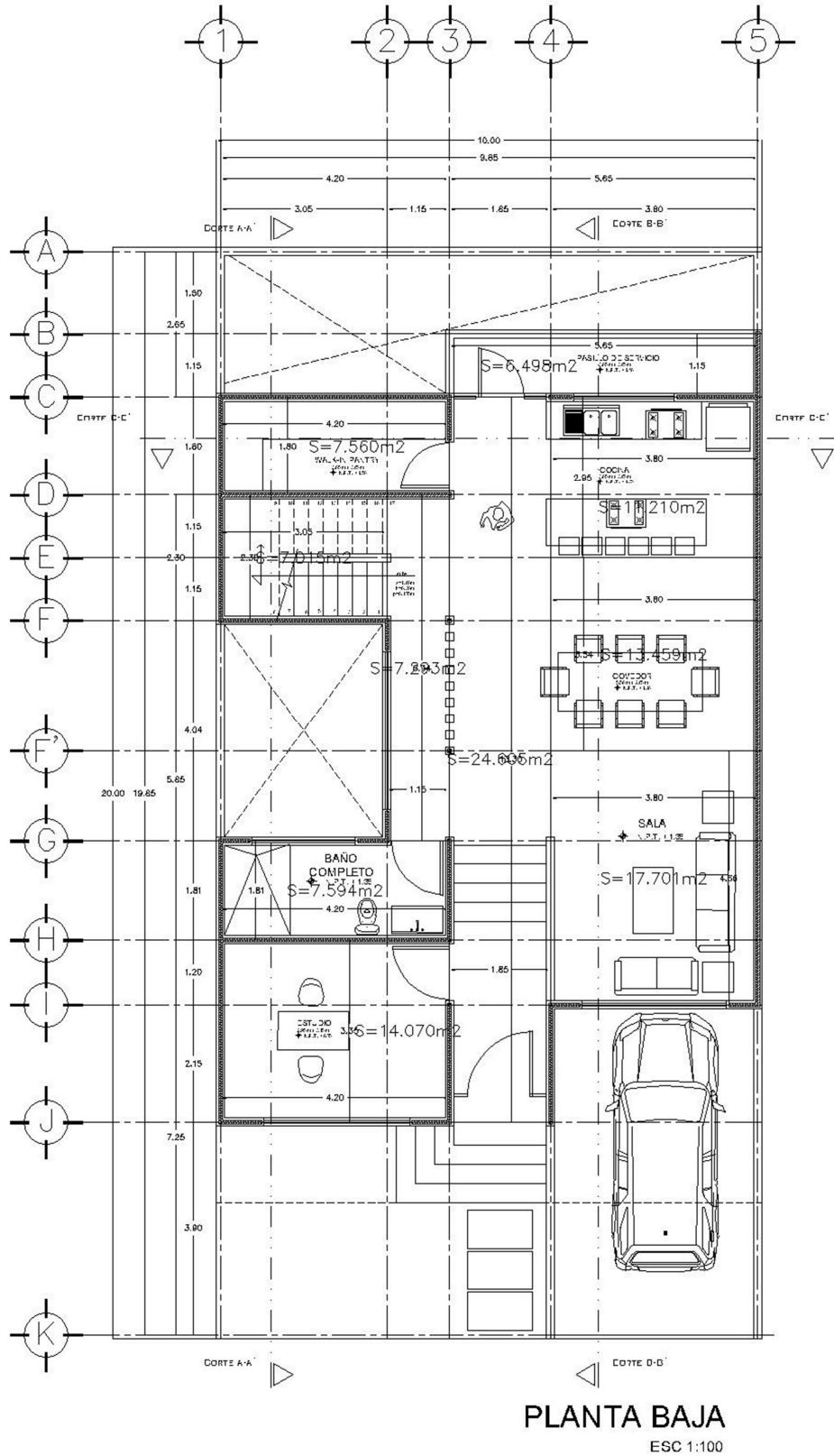


Figura 3.11 Planta arquitectónica planta baja. (Merlín, 2025).

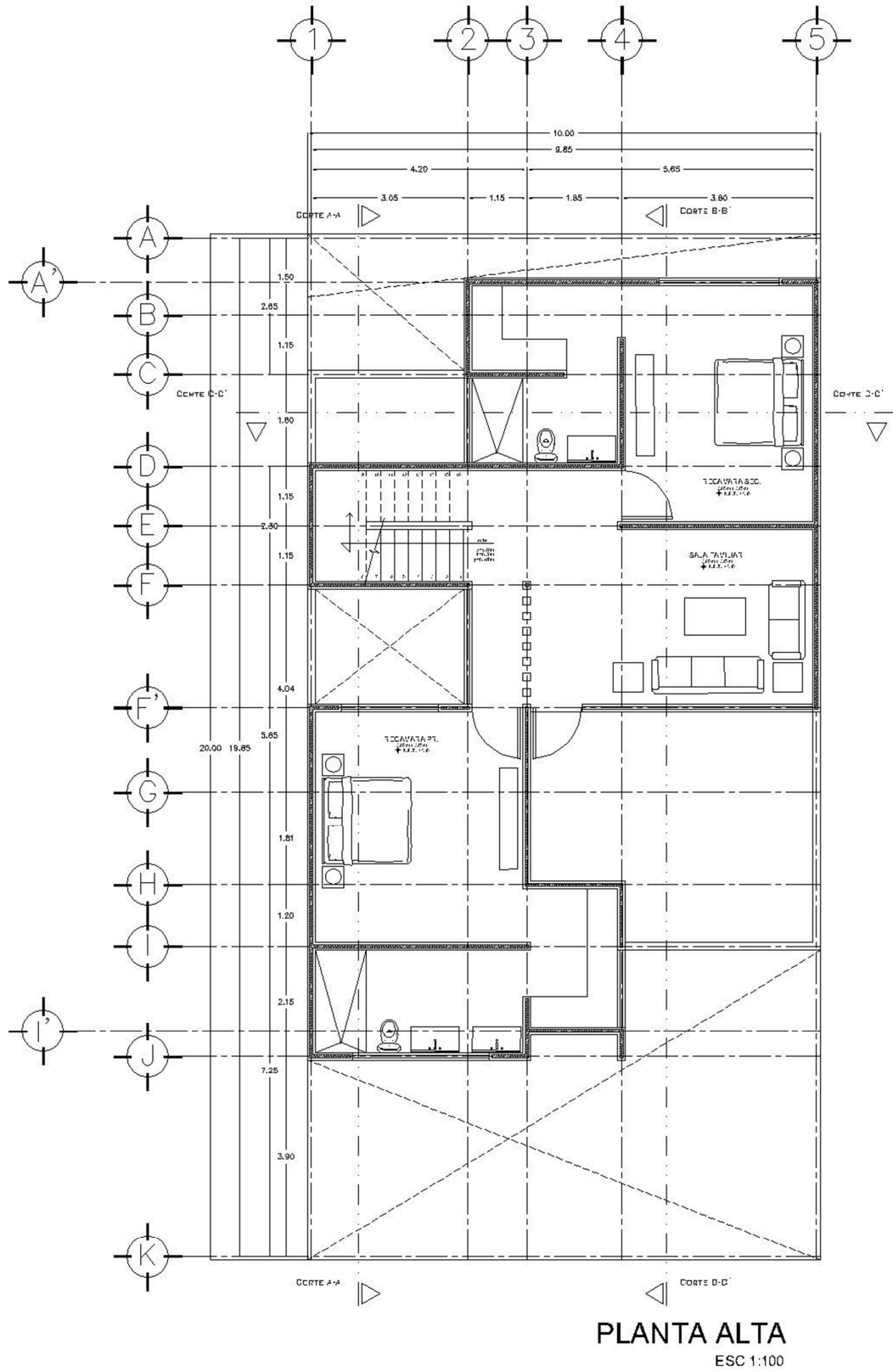


Figura 3.12 Planta arquitectónica planta alta (Merlín, 2025).

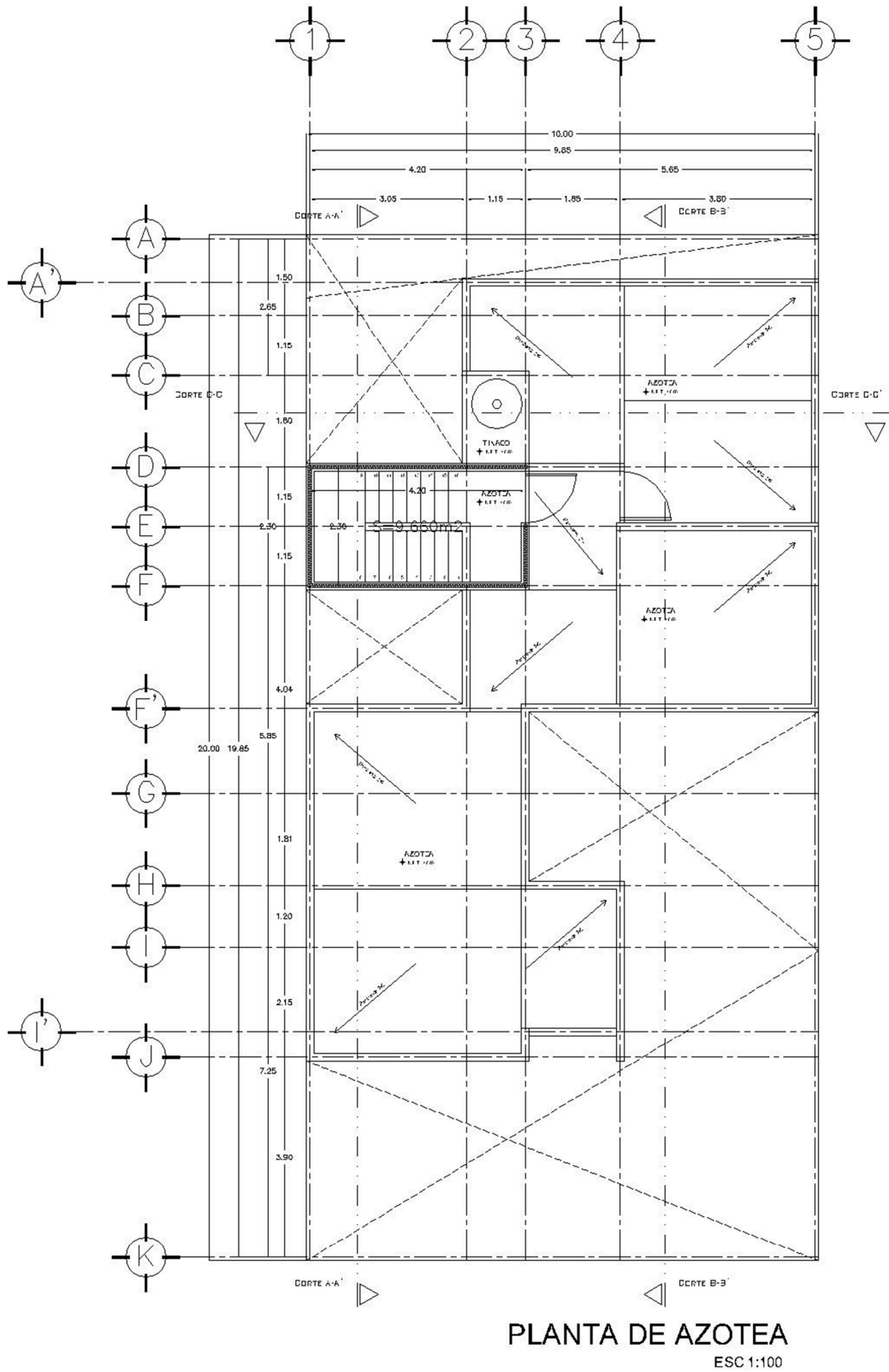


Figura 3.13 Planta arquitectónica azotea. (Merlín, 2025).

Las alturas libres son de 2.65 m para el semisótano, 2.2 m para el semisótano a estudio, 3.35 m para el estudio a planta alta, 2.9 m para planta baja, 2.7 m para planta alta y 2.2 m para azotea. Los muros exteriores son de tabique rojo recocido de 12 cm, mientras que los muros divisorios interiores son de Tablaroca sobre estructura metálica, buscando reducir cargas muertas. Todas estas premisas arquitectónicas se mantuvieron fijas, y el modelo estructural BIM se adaptó a ellas, permitiendo la integración precisa de dimensiones y alineaciones.

Para integrar la información arquitectónica a Revit, primero se debe configurar el archivo con los niveles del proyecto, ya que el nivel de calle es el 0.00 m. con base en esto, las cotas correspondientes al nivel de piso (N.P.) son: semisótano es -1.45 m, estudio será 0.75 m, planta baja será 1.2 m, planta alta será 4.10 m, azotea será 6.80 y techo de cubo de escalera será 9.00 m. Esta configuración se realiza desde el menú *Arquitectura*, utilizando la herramienta *Nivel*, como se muestra en la Figura 3.14.

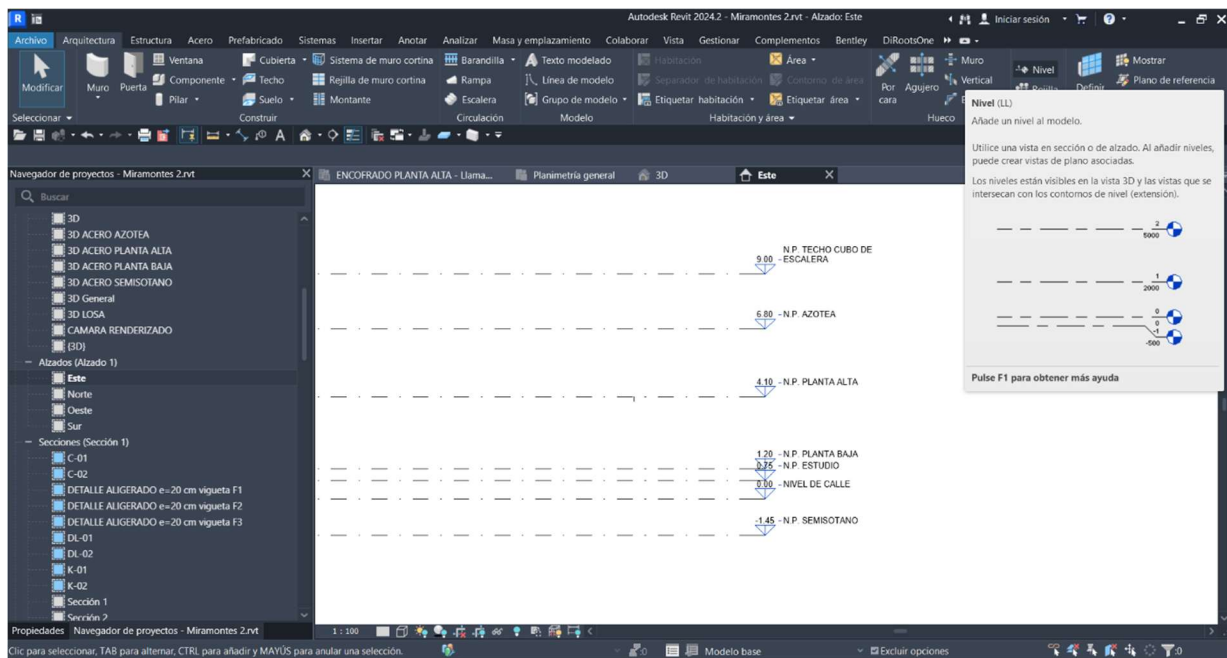


Figura 3.14 Creación de niveles. Elaboración propia.

3.1.3. Memoria de cálculo estructural

La memoria de cálculo estructural debe ser revisada previamente al inicio del modelado estructural debido a que puede haber variaciones derivadas del proceso de diseño y estructurar un proyecto. Las revisiones que hará el modelador BIM incluyen la ubicación de los elementos

diseñados, la geometría de cada uno, el recubrimiento requerido para distintas secciones, la resistencia del concreto especificada, así como la distribución del acero de refuerzo (diámetros y espaciados) como se muestra en la Figura 3.15. Adicionalmente, para las losas aligeradas, se debe verificar refuerzo por temperatura, el refuerzo de las viguetas, la dirección de estas y las dimensiones tanto de las bovedillas como de las propias viguetas como se ve en Figura 3.16. En cuanto a las losas macizas, es necesario revisar la dirección del armado y el detallado del acero de refuerzo como se observa en la Tabla 3..

DISEÑO DE COLUMNA EN 2 DIRECCIONES PA F-2

Datos

Cargas y momentos empleados

Fuerza axial de diseño
 Momento flexionante de diseño alrededor del eje x
 Momento flexionante de diseño alrededor del eje y
 Fuerza cortante de diseño en la dirección x
 Fuerza cortante de diseño en la dirección y

$P_u =$	15.32	Ton
$M_{ux} =$	0.577	Ton-m
$M_{uy} =$	3.913	Ton-m
$V_{ux} =$	3.63	Ton
$V_{uy} =$	0.433	Ton

Geometría

Longitud dirección x	b =	30	cm
Longitud dirección y	h =	30	cm
Altura libre	H =	2.7	m
Figura	r =	0	cm
Recubrimiento	$r_e =$	3.00	cm
Número de varillas en x	#	2	var
Número de varillas en y	#	3	var

Materiales - concreto

Resistencia especificada de concreto a compresión
 Def. unitaria máxima del concreto en compresión
 Tamaño máximo de los agregados

$f'_c =$	250	kg/cm ²
$\epsilon_{cu} =$	0.003	
TMA =	3/4	

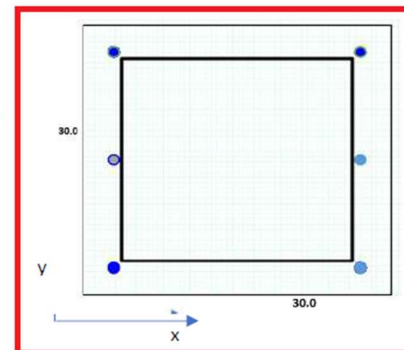
Factor que especifica la profundidad del bloque equivalente de esfuerzos a compresión

$$\beta_1 = \begin{cases} 0.85, & \text{si } f'_c \leq 280 \text{ kg/cm}^2 \\ 1.05 - \frac{f'_c}{1400} \geq 0.65, & \text{si } f'_c > 280 \text{ kg/cm}^2 \end{cases} \quad \beta_1 = 0.85$$

Materiales - Acero refuerzo longitudinal y transversal

Esfuerzo de fluencia del acero de refuerzo longitudinal
 Módulo de elasticidad del acero
 Deformación unitaria de fluencia del acero
 Diámetro de la barra longitudinal más gruesa
 Diámetro del refuerzo transversal - Estribos

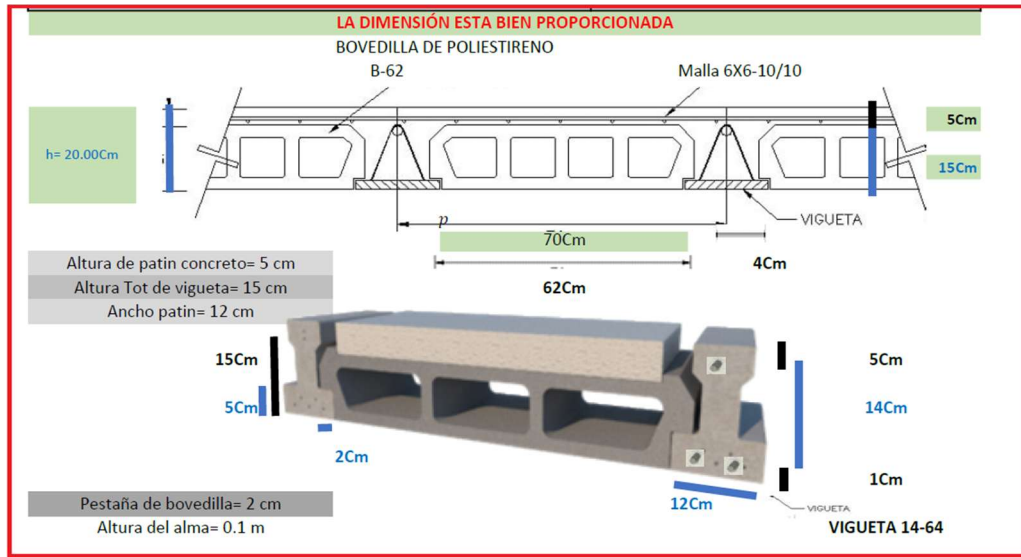
$f_y =$	4200	kg/cm ²
$E_s =$	2000000	kg/cm ²
$\epsilon_y =$	0.0021	
$d_{bm} =$	Ø 3/4"	
$d_{be} =$	Ø 3/8"	



II. Refuerzo Longitudinal mínimo y máximo (arriba hacia abajo e izquierda a derecha)

Nivel	Dirección x (momentos alrededor de x)					Dirección y (momentos alrededor de y)						
	y_s (cm)	Cantida Varilla	Cantida Varilla	A_s	Asi x di	x_s (cm)	Cantida Varilla	Cantida Varilla	A_s	Asi x di		
1	3.00	2	Ø 1/2"	2.533537	7.600612	3.00	2	Ø 1/2"	1	Ø 3/4"	5.3838	16.1513
2	15.00	2	Ø 3/4"	5.700459	85.50689	15.00	2	Ø 1/2"	1	Ø 3/4"	5.3838	80.7565
3	27.00	2	Ø 1/2"	2.533537	68.40551							
4												
5												
6												
7												

Figura 3.15 Revisión de elementos columnas, vigas, castillos y dalas. Adaptada por el autor de (Pérez, 2025).



SE COLOCARÁN 1 VARILLAS DE DIÁMETRO Ø 5/16" EN EL LECHO INFERIOR DE LA VIGUETA EN CONCLUSIÓN SE USARÁ VIGUETA 14-64 CON BOVEDILLA DE POLIESTIRENO B-62 CON MALLA 6X6-10/10 Y UNA CAPA DE COMPRESIÓN DE 5CM

Figura 3.16 Revisión de losas aligeradas. Adaptada por el autor de (Pérez, 2025).

Tabla 3.2 Revisión de Losas Macizas. Adaptada por el autor de (Pérez, 2025).

Tablero	1	Tipo	PA AP 4-5 VOLADIZO		
Altura de losa(cm)	Recubrimiento(cm)	d(cm)	franja unitaria	Fy=	
12	3	9	100.00 Cm	4200.000 Kg/cm ²	
Wu(T/m)	F'C=	B	F''C=	Pmin	
0.86	250.000 Kg/cm ²	0.85	212.500 Kg/cm ²	0.00264	
Pmax	As var flexión # 5	As Bastones # 3	As Temp # 3		
0.0228	1.98	0.71	0.71		
Lado corto(a1)	Lado largo(a2)		m		
1.8 m	3.8 m		0.47		
Factor a flexión= 0.9			Factor a Cortante= 0.75		

DISEÑO POR FLEXIÓN

DISEÑO NO MONOLITICO

Momento	Coefficiente	Mu(Kg.cm)	q	Pcalculado	P	As(cm ²)	S _{calc}	Separación
+1.16	1.2000	139200.000	0.0943	0.0048	0.0048	4.29	46.11	45.00
- 3.49	1.2000	418800.000	0.3223	0.0163	0.0163	14.68	13.49	10.00

0.369	1.2000	44280.000	0.0290	0.0015	0.0026	2.37	83.48	80.00
						2.37		12.5

3.1.4. Modelo estructural en ETABS

Al igual que la memoria de cálculo estructural, el modelo desarrollado en ETABS debe ser revisado. Esta revisión se enfoca principalmente en verificar la ubicación de los elementos estructurales, los cuales han sido clasificados mediante grupos de elementos. Esta opción se puede acceder desde el menú desplegable **Select** → **Select** → **Groups...**, como se muestra en la Figura 3.17, o mediante el atajo de teclado **Ctrl + G**. Para los muros, se han configurado los *pier labels*, lo que permite identificar con claridad cuáles son los elementos que requieren refuerzo, como se observa en la Figura 3.18. Además, el modelo en ETABS permite revisar la geometría de cada elemento, su ubicación precisa dentro del sistema estructural, así como la resistencia del concreto especificada para su diseño, tal como se presenta en la Figura 3.19. De igual forma se pueden verificar las plantas estructurales como se observa en la Figura 3.20, donde principalmente se observarán los elementos de columnas/castillos y vigas/dalas, así como las losas.

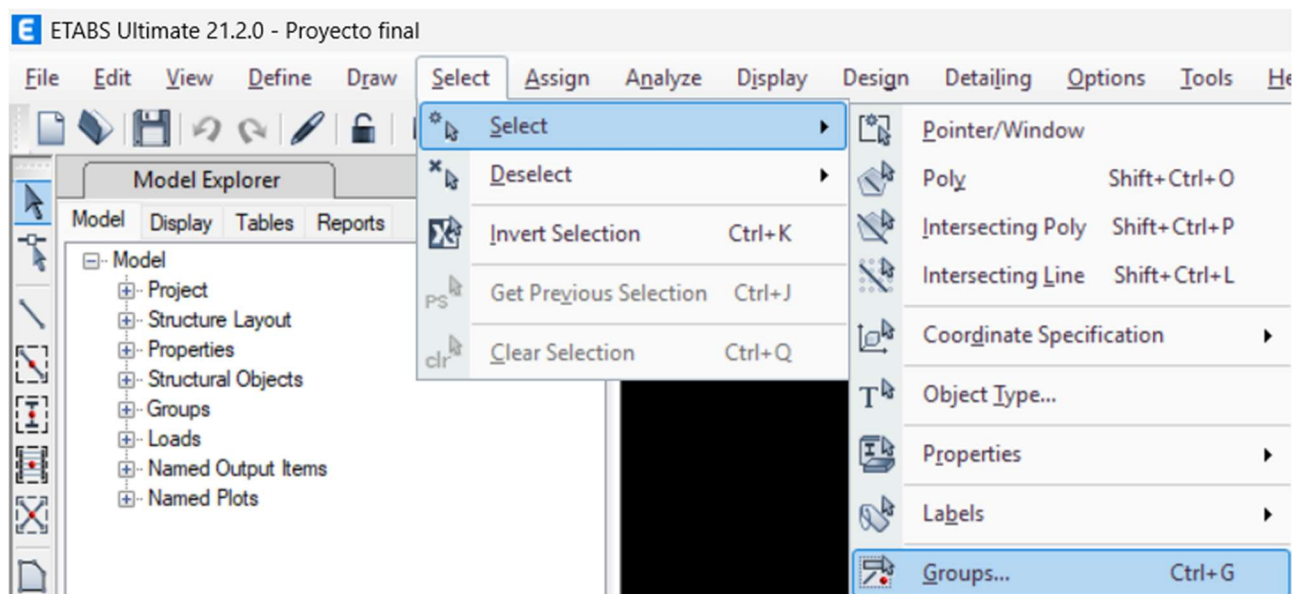


Figura 3.17 Herramienta groups... Elaboración propia.

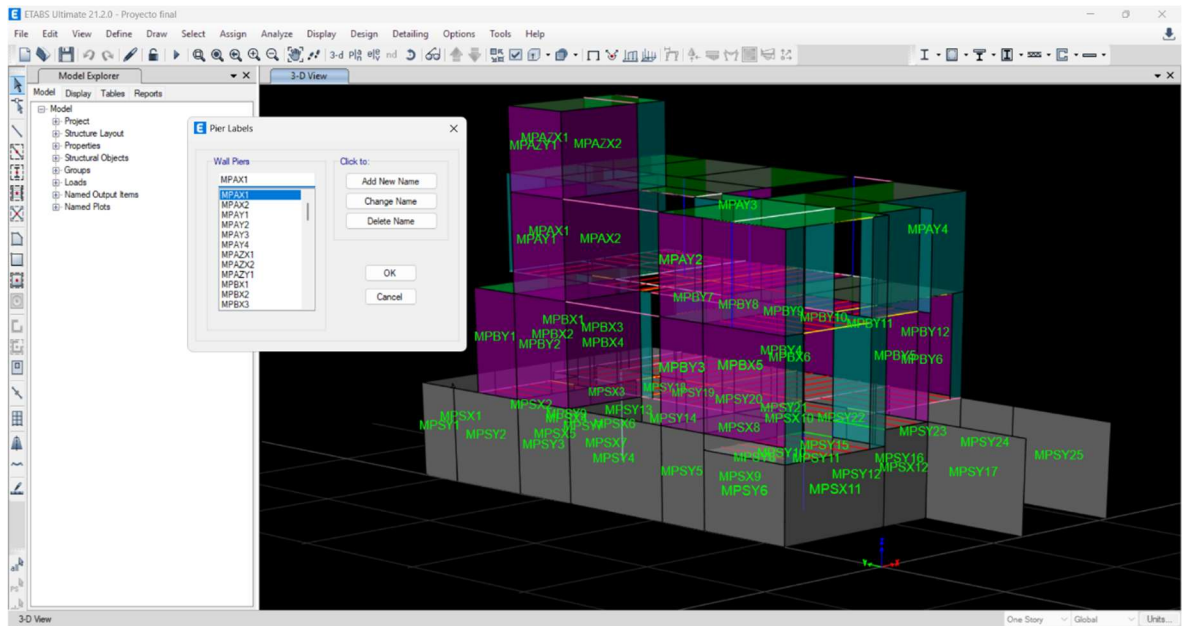


Figura 3.18 Herramienta pier labels. Elaboración propia.

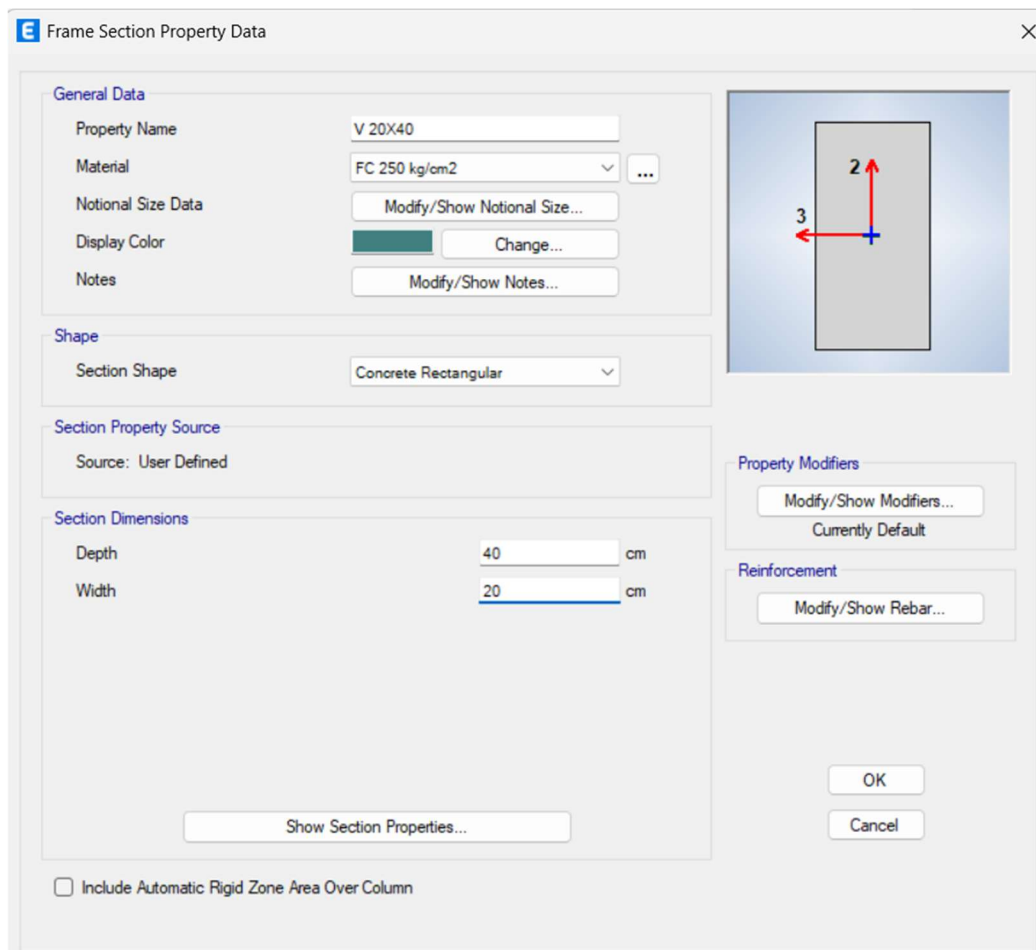


Figura 3.19 Propiedades de sección ETABS. Elaboración propia.

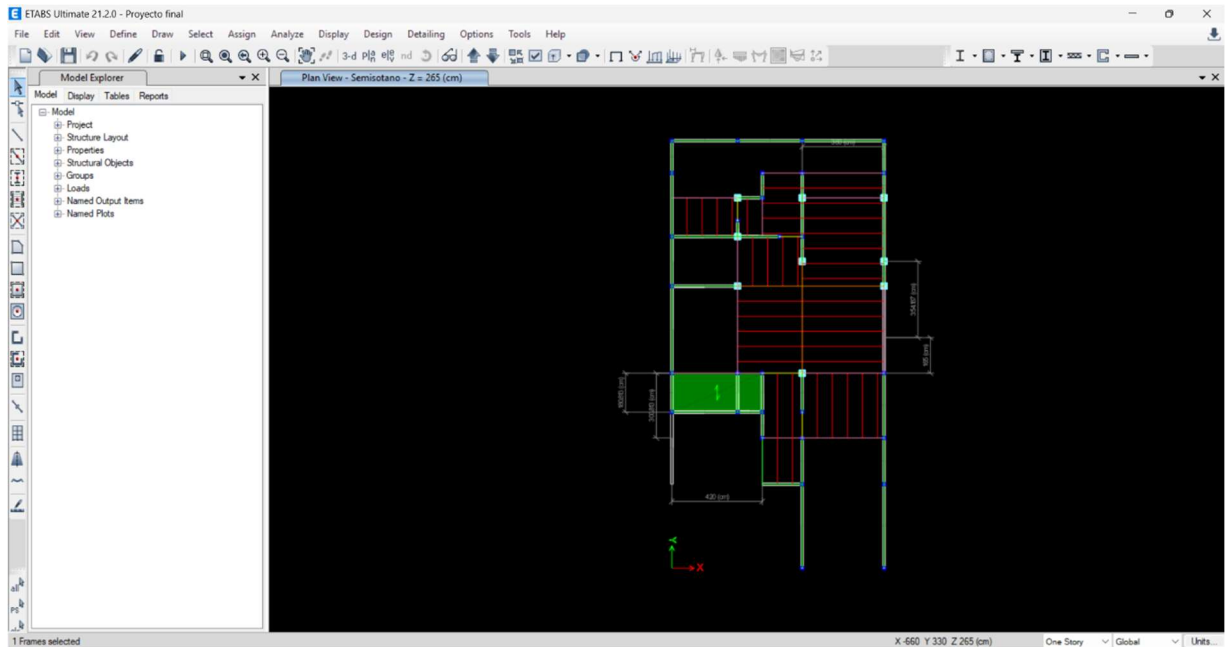


Figura 3.20 Plantas estructurales ETABS. Elaboración propia.

3.1.5. Alcances del modelado estructural en Revit (LOD)

De acuerdo con el plan de ejecución BIM realizado por los practicantes el LOD por elemento se encuentra en la Tabla 3..

Tabla 3.3 Nivel de desarrollo de elementos. Elaboración propia.

Elementos del modelo	Nivel de desarrollo
Vigas	LOD 400
Dalas	LOD 400
Columnas	LOD 400
Castillos	LOD 400
Muros	LOD 400
Losas macizas	LOD 400
Losas aligeradas	LOD 400
Falsa losa	LOD 300
Rampa	LOD 300
Escalera	LOD 300
Proyecto arquitectónico	LOD 100

De acuerdo con CAMACOL (2020b) el LOD lo podemos definir con los siguientes parámetros:

LOD:100

- El nivel de detalle gráfico del elemento BIM representa un símbolo o volumen genérico sin definir tamaño, forma ni ubicación precisa.
- El nivel de detalle no gráfico del elemento BIM puede incluir información general, como el uso o función del objeto.
- Este nivel de detalle es preliminar y susceptible a múltiples cambios conforme se desarrolla el diseño.
- Usualmente asociado a la etapa de factibilidad o planificación inicial del proyecto.

LOD:300

- El nivel de detalle gráfico del elemento BIM es un sistema, objeto o ensamblaje específico con características de cantidad, tamaño, forma, ubicación y orientación, precisas y detalladas. Estos, tal como se diseñaron, se pueden medir directamente desde el modelo sin hacer referencia a información no modelada, por ejemplo, las notas o cotas.
- Se caracteriza por: el nivel de detalle no gráfico del elemento BIM y/o Modelo BIM está definido y ubicado con precisión respecto al origen del proyecto e incluye información no gráfica específica.
- El Modelo BIM está en capacidad de producir planos u otros documentos propios del expediente técnico y de ser utilizado para detectar interferencias.
- Las características del Modelo BIM tienen pocas probabilidades de cambiar en las siguientes etapas del proyecto.
- Usualmente asociado a la etapa de proyecto básico.

LOD:400

- El nivel de detalle gráfico del elemento BIM es un sistema, objeto o ensamblaje que incluye información suficiente para su fabricación, construcción o montaje.

- Los elementos están modelados con precisión en cuanto a cantidad, tamaño, forma, ubicación, orientación, y consideran condiciones reales de obra.
- El nivel de detalle no gráfico incluye especificaciones técnicas completas, secuencia de montaje, tiempos de ejecución, costos específicos, entre otros.
- El modelo es capaz de generar información directamente útil para la construcción, incluyendo cantidades exactas y secuencias constructivas.
- Las características del Modelo BIM tienen mínima probabilidad de cambio, siendo altamente confiables para la fase de ejecución.
- Usualmente asociado a la etapa de construcción o ejecución del proyecto.

3.2. Configuración inicial en Revit para modelado estructural

Para iniciar la integración de la información en el modelo, es fundamental configurar adecuadamente las condiciones de orientación, específicamente el norte real y el norte de proyecto, con el fin de obtener una representación precisa tanto en vistas como en documentación derivada. Esta configuración se realiza desde el menú *Gestionar*, a través de las opciones Ubicación de proyecto, *Rotar norte real* y *Rotar norte de proyecto* como se muestra en la Figura 3.21. En el caso particular de este proyecto, únicamente fue necesario rotar el norte de proyecto, dado que el archivo de topografía de anteproyecto ya estaba georreferenciado y contenía la orientación del norte real correctamente definida como se observa en la Figura 3.22. Y finalmente se observa la visualización del norte de proyecto en la Figura 3.23.

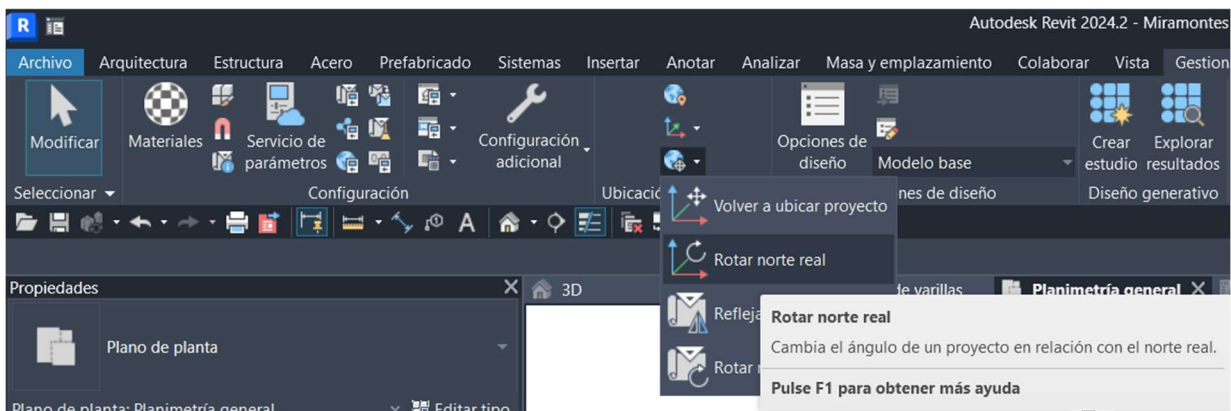


Figura 3.21 Opción de rotar norte real. Elaboración propia.

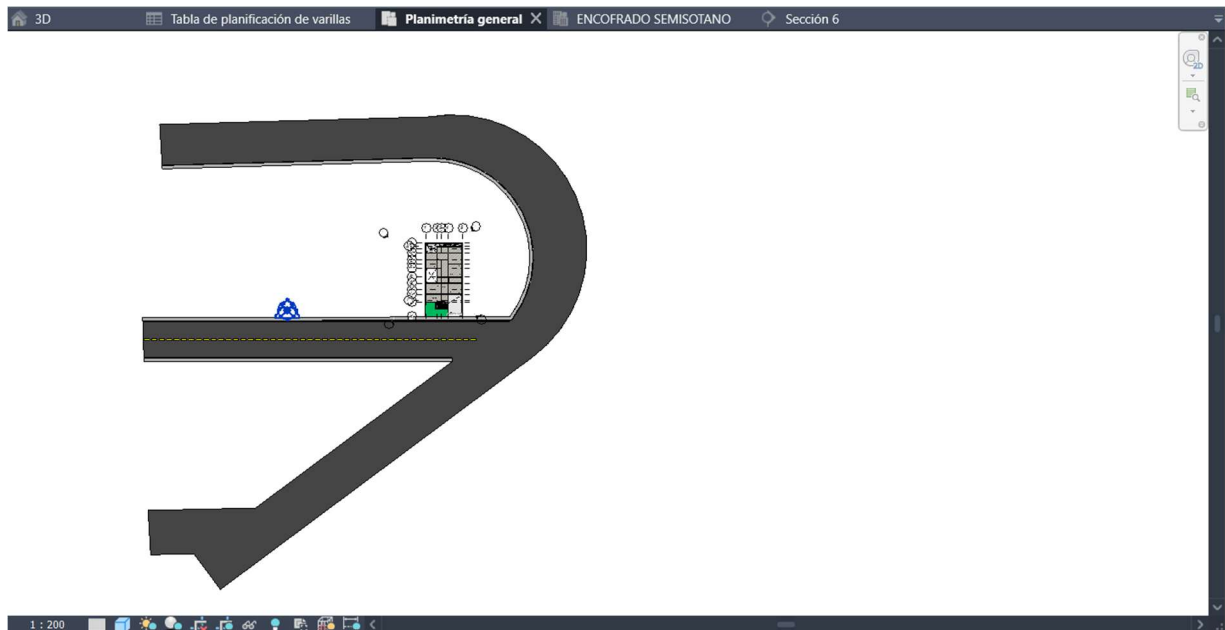


Figura 3.22 Vista en planta norte real. Elaboración propia.

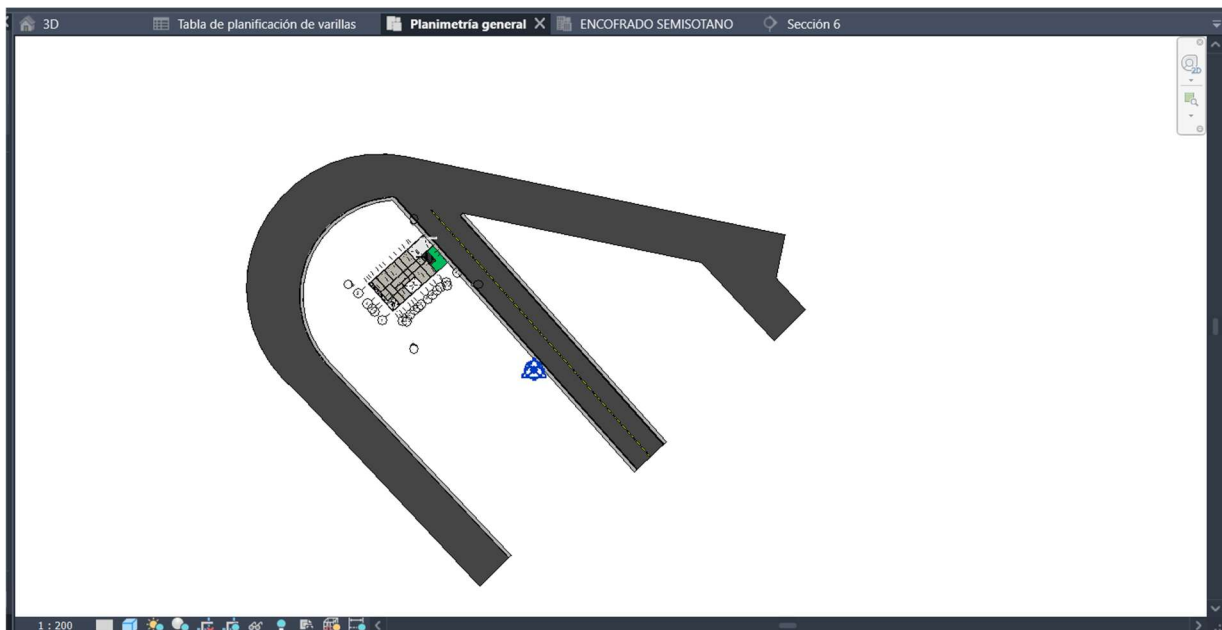


Figura 3.23 Vista en planta norte de proyecto. Elaboración propia.

Adicional para una correcta y posterior documentación de inicio se tendrá que configurar mediante el menú *Gestionar* y la opción de *Información de proyecto* como se muestra en la Figura 3.24. Se podrá integrar la información de los datos de identidad del proyecto.

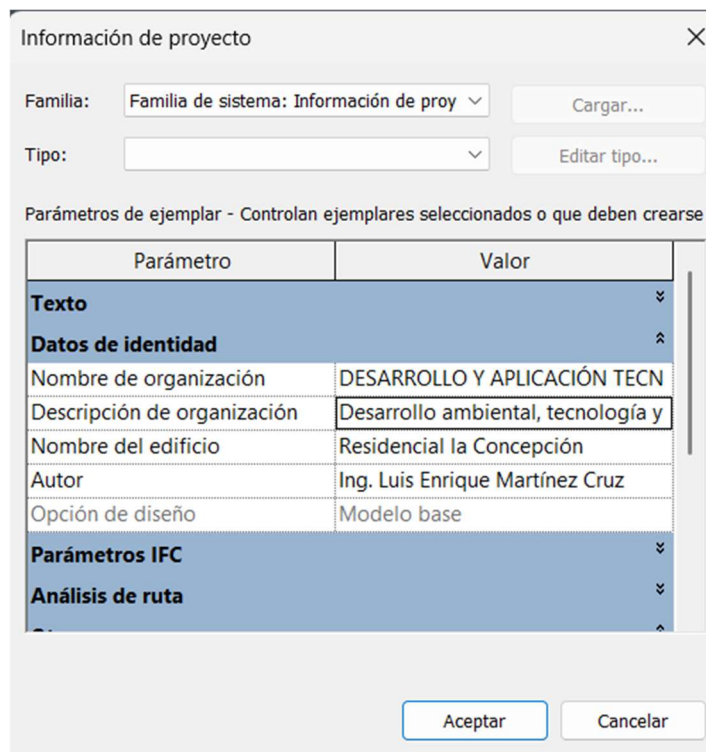


Figura 3.24 Opción Información de proyecto. Elaboración propia.

3.3. Desarrollo del modelo estructural por componentes

3.3.1. Importación de plantas arquitectónicas

Una vez configurada y validada la información preliminar del proyecto, se procede a la incorporación de los planos arquitectónicos en cada una de las vistas de planta estructural dentro del entorno de Revit. Para ello, será necesario, en primera instancia, preparar los archivos CAD de referencia. Esto implica abrir el archivo general en formato DWG y, a partir de este, generar archivos separados por nivel. Cada planta deberá ser copiada y pegada en un nuevo archivo CAD, directamente en las coordenadas originales, lo que garantizará la correcta alineación y posicionamiento durante su importación a Revit ver Figura 3.25 como referencia del resultado de aislar los planos de planta.

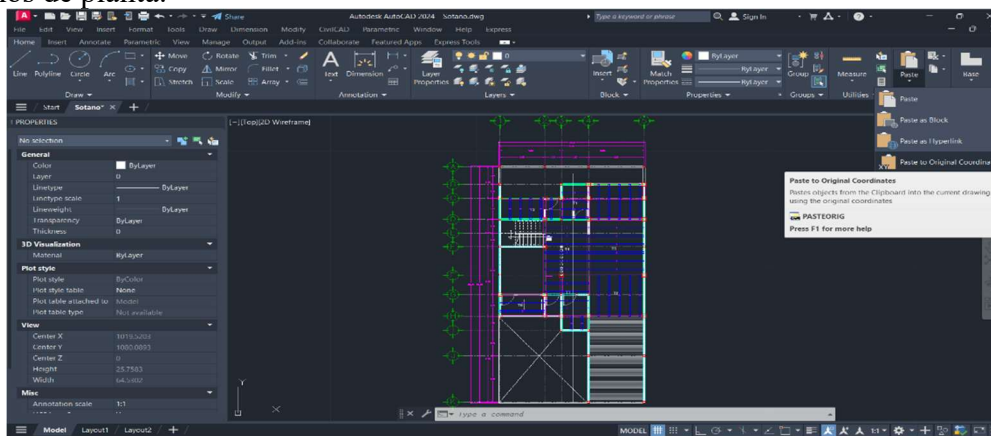


Figura 3.25 Aislar planos de planta para insertar en Revit. Elaboración propia.

Posteriormente, desde Revit, se deberá acceder al menú *Insertar* y utilizar la opción *Importar CAD* para cargar cada una de las plantas correspondientes en sus respectivas vistas de plano estructural: semisótano, planta baja, planta alta y azotea como en la Figura 3.26. Este procedimiento asegura que cada nivel de modelado se alinee correctamente con la propuesta, lo cual permitirá trazar con precisión los ejes del proyecto, tomando como referencia el nivel de banqueta y los límites del terreno, tal como se muestra en la Figura 3.27.

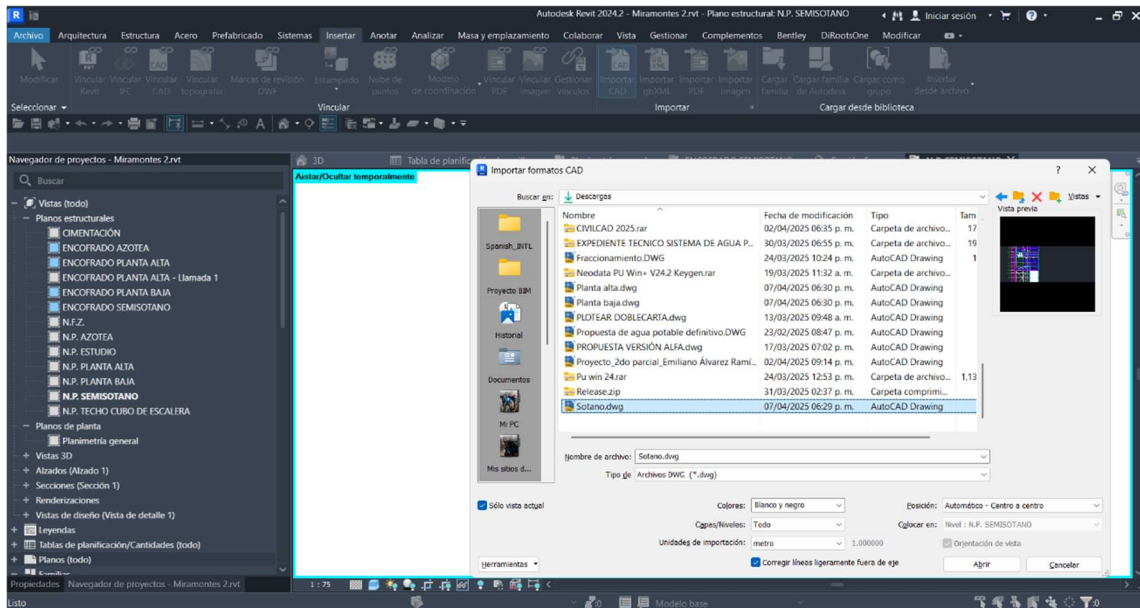


Figura 3.26 Importar plantas a vistas de plano estructural. Elaboración propia.

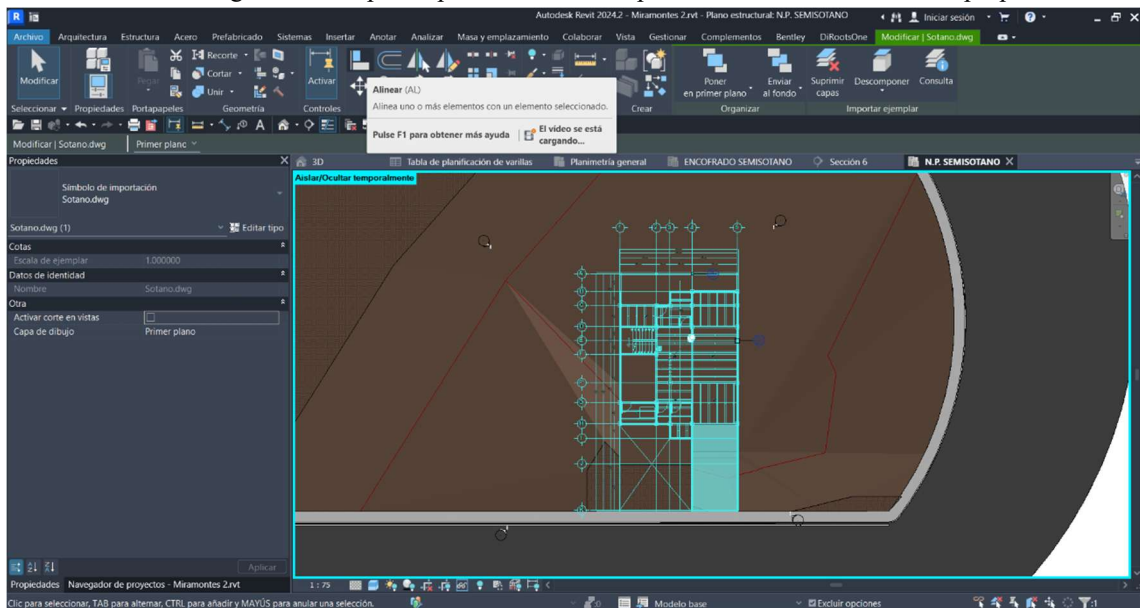


Figura 3.27 Alinear plano de planta a límites del terreno. Elaboración propia.

3.3.2. Creación de ejes de proyecto

La creación de los ejes del proyecto se realiza desde una vista de planta estructural o la vista de planimetría general, ya que Revit genera automáticamente los ejes en todas las vistas. Aunque esta herramienta está disponible tanto en la disciplina de arquitectura como en la de estructura, para este proyecto se optó por utilizar el menú de arquitectura, seleccionando la opción de rejilla dentro del grupo de herramientas de referencia, como se muestra en la Figura 3.28 esto seleccionando los niveles originales de las plantas cargadas previamente.

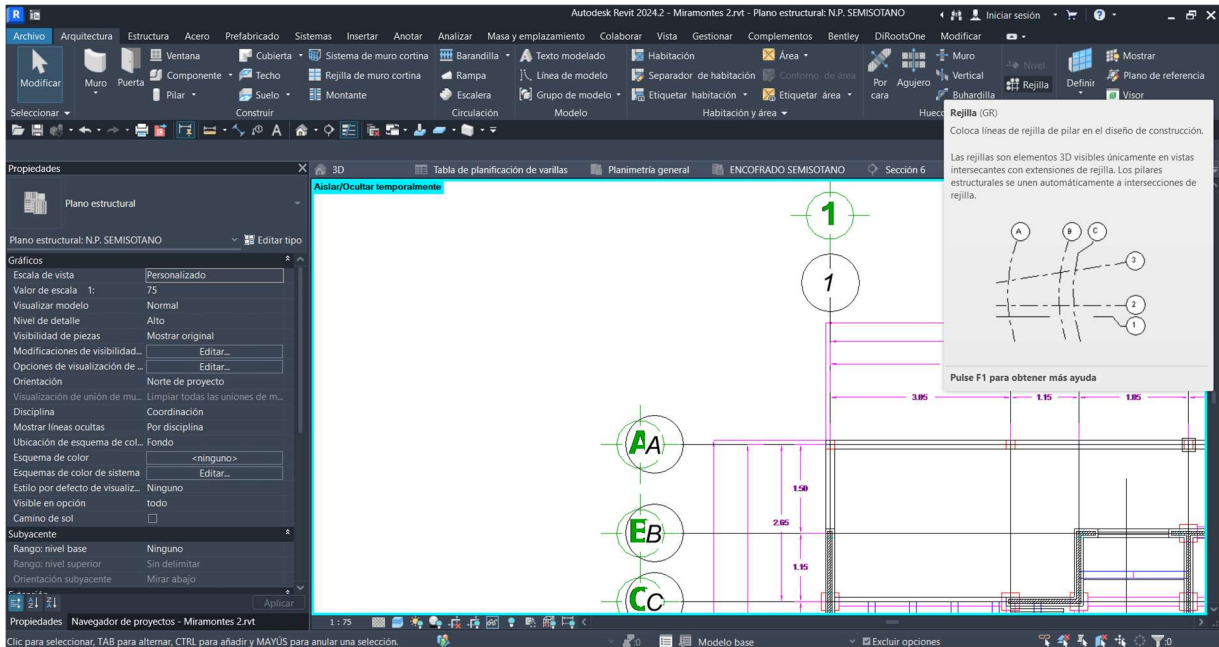


Figura 3.28 Opción de rejillas en Revit. Elaboración propia.

3.3.3. Elementos frame: castillos, columnas, traveses y dalas

Para empezar a modelar los elementos de las categorías pilar y viga, debemos clasificar las secciones que encontramos en la memoria de cálculo estructural donde además de la categoría tendremos que considerar el material y la geometría de cada una de ellas ya que esta será nuestra información de partida para buscarlas en el software ETABS y posteriormente pasarlo al software Revit (ver Tabla 3.).

Tabla 3.4 Clasificación de elementos frame (castillos, dalas, vigas y columnas). Elaboración propia.

Categoría	Tipo de elemento	Geometría	Material (kg/cm ²)
Pilar	Castillo	15x15 cm	Concreto f'c=200
	Columna	30x30 cm	Concreto f'c=250

Viga	Dala	15x20 cm	Concreto $f'c=200$
	Viga	15x20 cm	Concreto $f'c=250$
		15x30 cm	
		20x25 cm	
		20x35 cm	
20x40 cm			

Una vez clasificada la información, dentro del software ETABS se abrirán las vistas en planta para comenzar el modelado en Revit. En este punto, se aplicarán filtros en ETABS para visualizar únicamente los elementos correspondientes a la categoría de viga y pilar, como se muestra en la Figura 3.29 y la siguiente

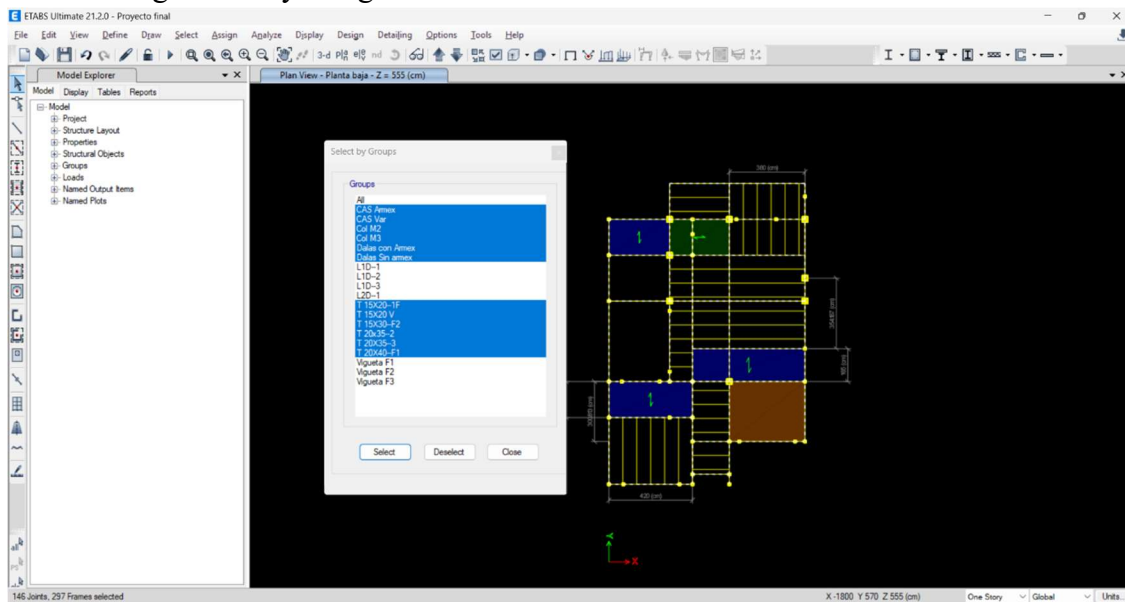


Figura 3.29 Filtro de elementos frame en software ETABS. Elaboración propia.

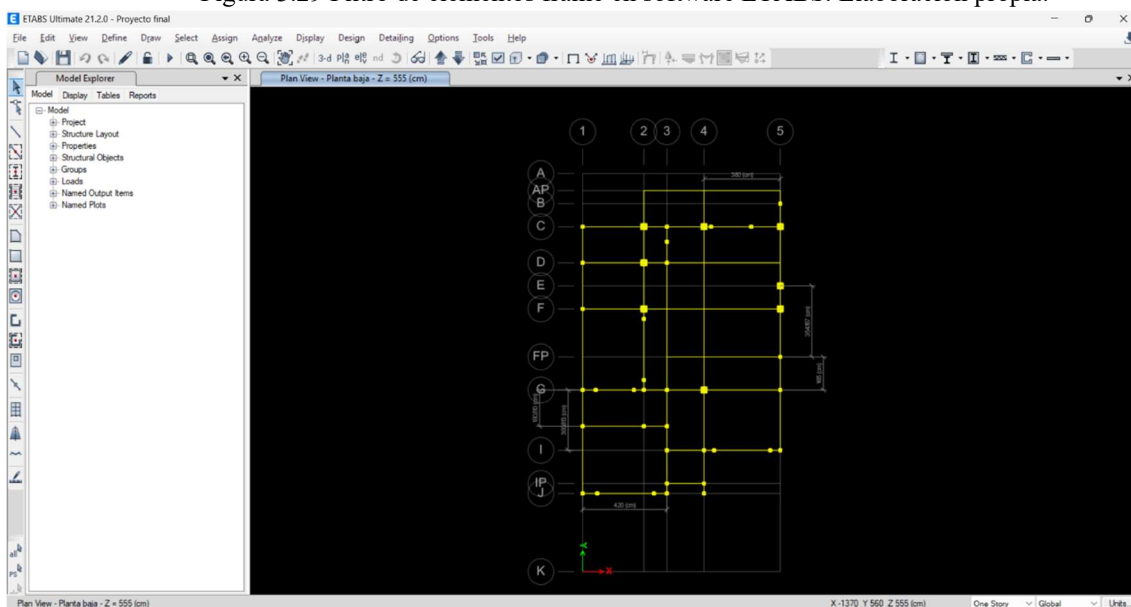


Figura 3.30 Visualización de elementos frame en ETABS. Elaboración propia.

La creación de los tipos dentro de las categorías de elementos en Revit comienza, por ejemplo, con la categoría *viga*, en la cual se definen las secciones específicas a partir de los datos obtenidos de la Tabla 3., como se muestra en la Figura 3.31. y los elementos tipo pilar en la Figura 3.32. Primero se va al menú *Estructura* y se elige la categoría, se duplica y renombra el tipo en el menú de *propiedades de tipo* y se agrega la información de geometría y material estructural.

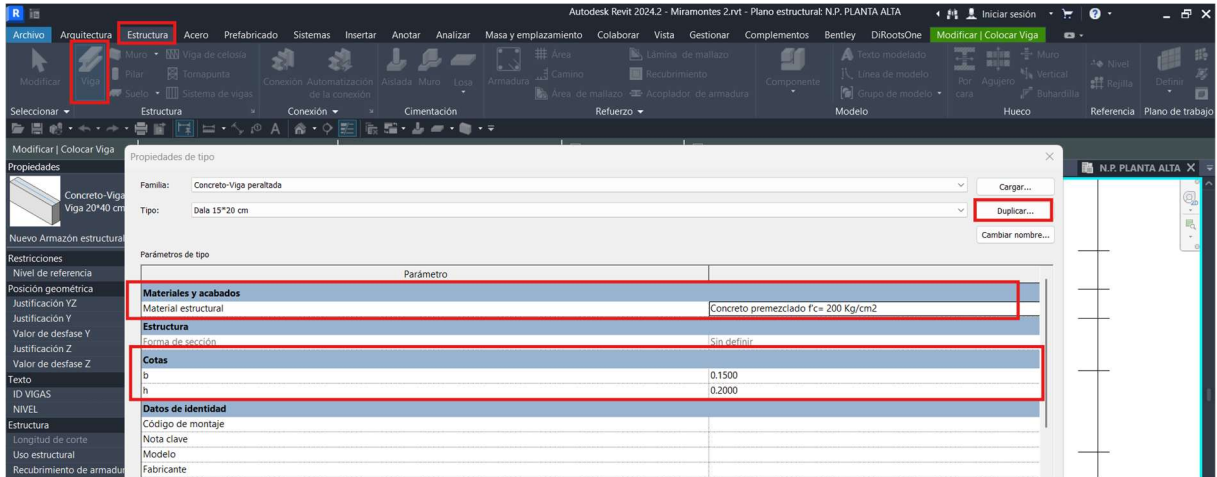


Figura 3.31 Creación de tipo elementos viga. Elaboración propia.

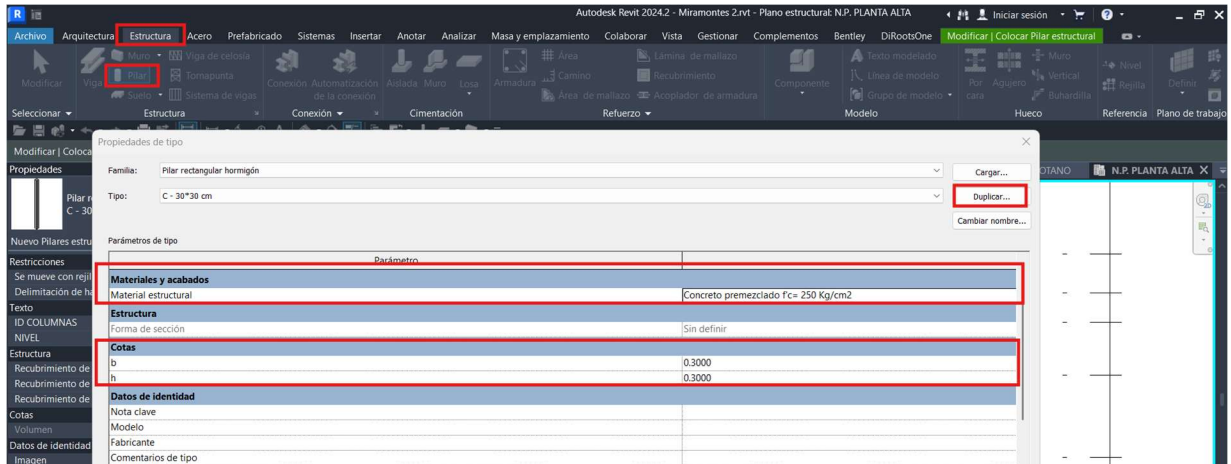


Figura 3.32 Creación de tipo elementos pilar. Elaboración propia.

Por último, se verifica en las familias correspondientes que se han creado los tipos de manera adecuada para comenzar a modelar, primero armazón estructural y después pilares estructurales como se ve en la Figura 3.33 y Figura 3.34.



Figura 3.33 Tipos para elementos viga.

Elaboración propia.

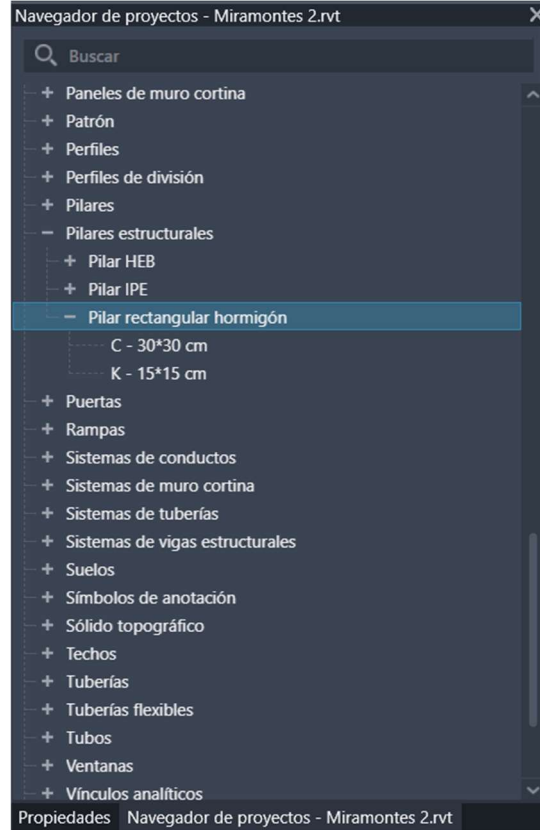


Figura 3.34 Tipos para elementos pilar.

Elaboración propia.

Para modelar la categoría pilar debemos elegir el tipo previamente creado y el modo de modelar que puede ser en profundidad o en altura y mediante restricción de niveles o altura desconectada, para este proyecto se ha modelado con la opción de profundidad y con la restricción del nivel inferior, así como la colocación que será pilar vertical para ejemplificar en la

Figura 3.35 se muestra el eje C y su modelado. Y en la Figura 3.36 se verifica con lo modelado en ETABS.

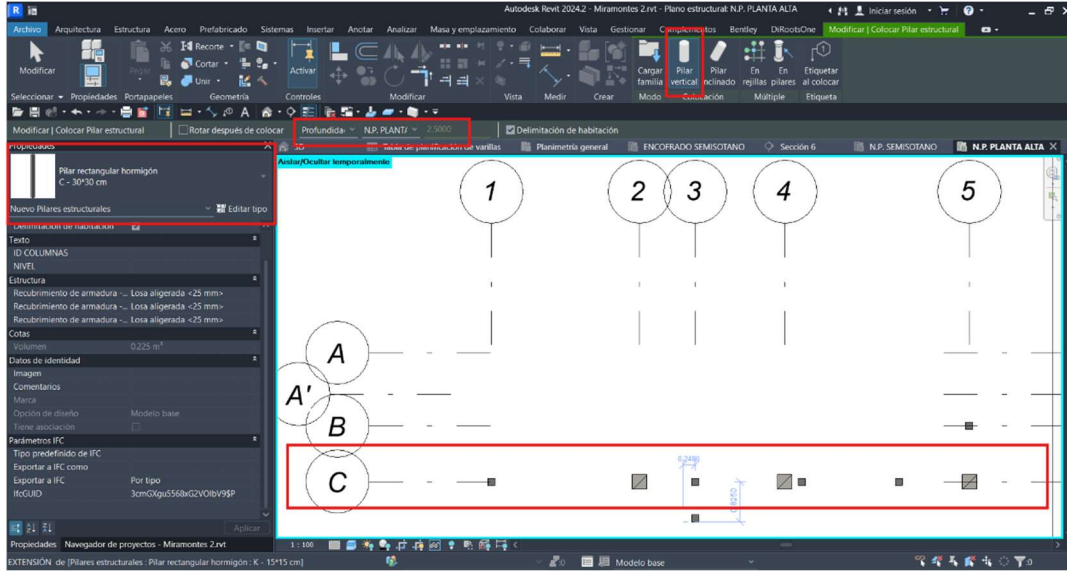


Figura 3.35 Modelado de categoría pilar en Revit. Elaboración propia.

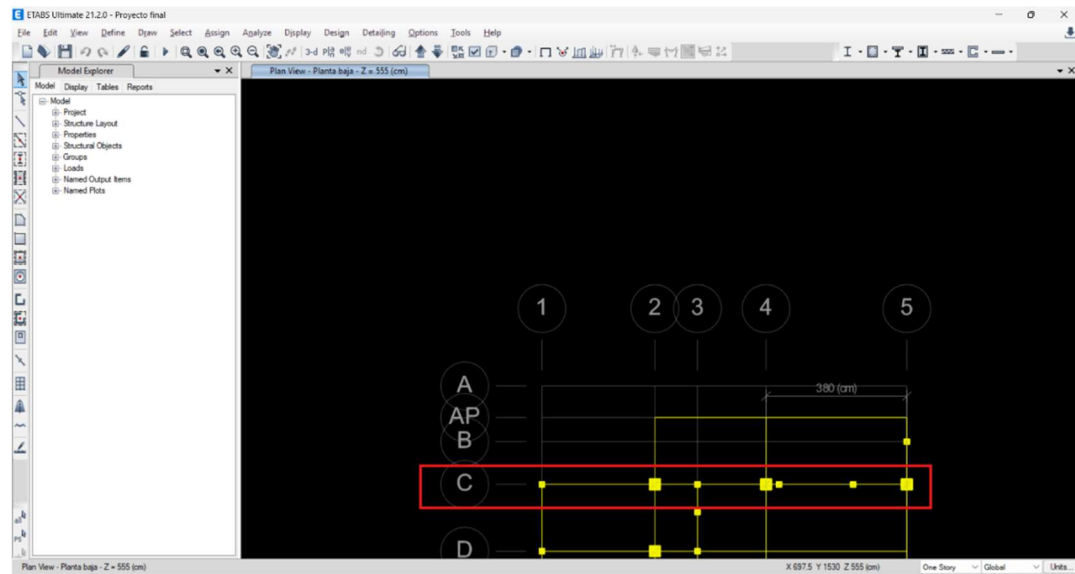


Figura 3.36 Comprobación de ETABS pilares. Elaboración propia.

Para modelar la categoría viga debemos elegir el tipo previamente creado y plano de colocación que es el nivel donde nos encontramos y mediante 2 puntos el de inicio y el de fin como se muestra en la Figura 3.37 se muestra el eje C y su modelado. Y en la Figura 3.38 se verifica con lo modelado en ETABS.

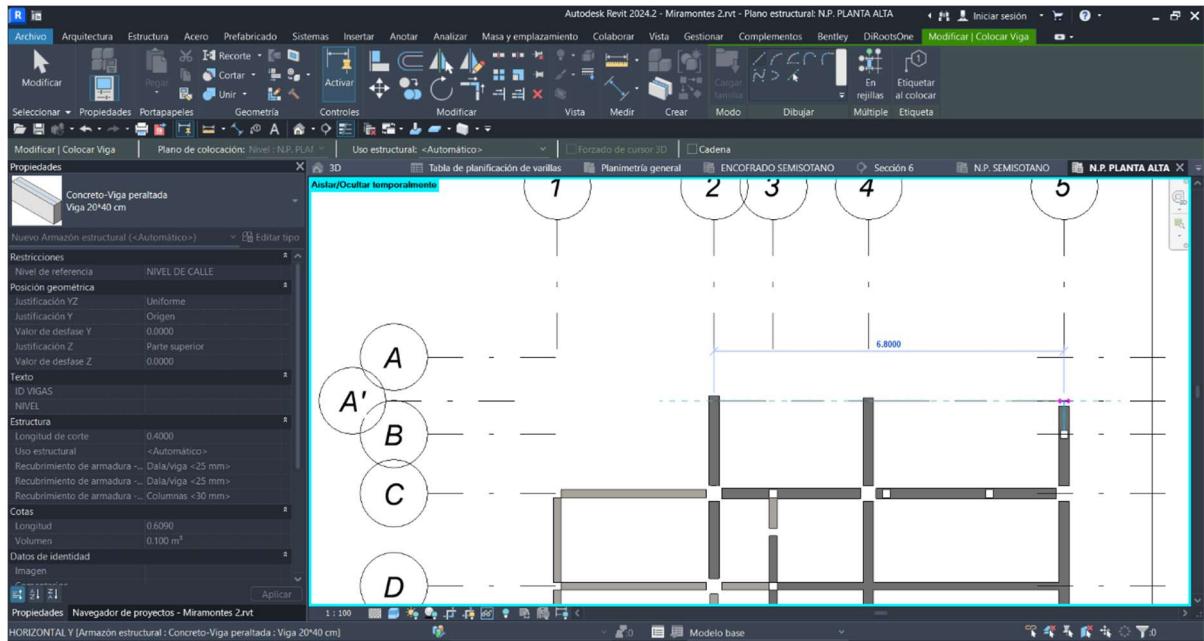


Figura 3.37 Modelado de categoría viga en Revit. Elaboración propia.

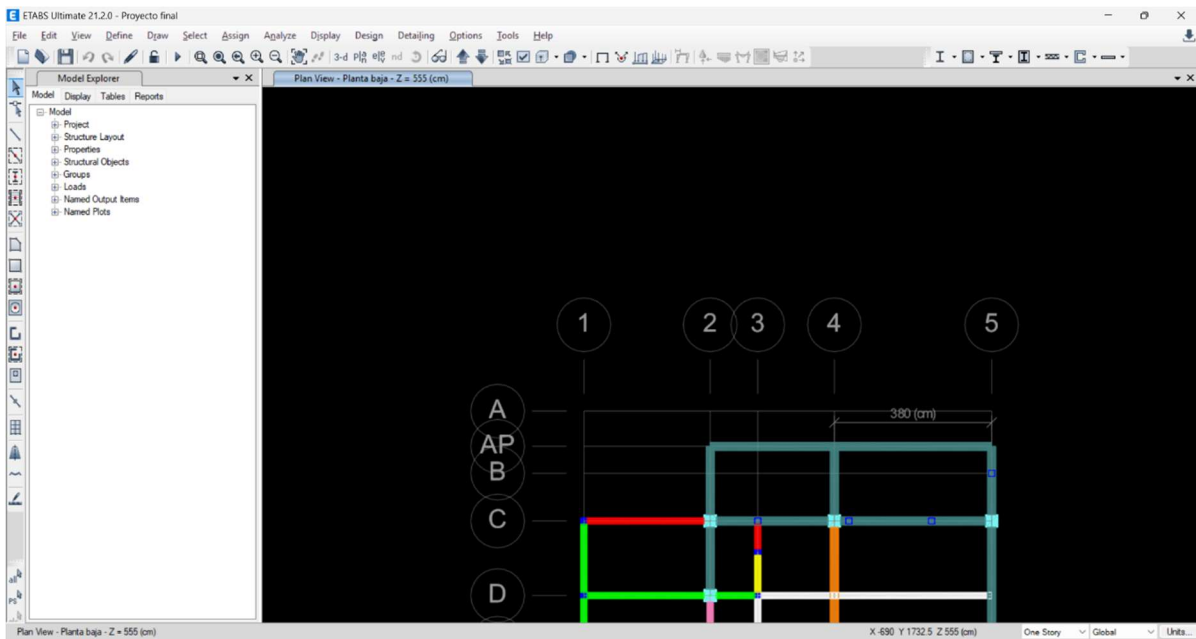


Figura 3.38 Comprobación de ETABS vigas. Elaboración propia.

Finalmente se verifica que lo modelado en ETABS en planta coincida con lo modelado en Revit y posteriormente se replica en el resto de los niveles (ver Figura 3.39 y Figura 3.40).

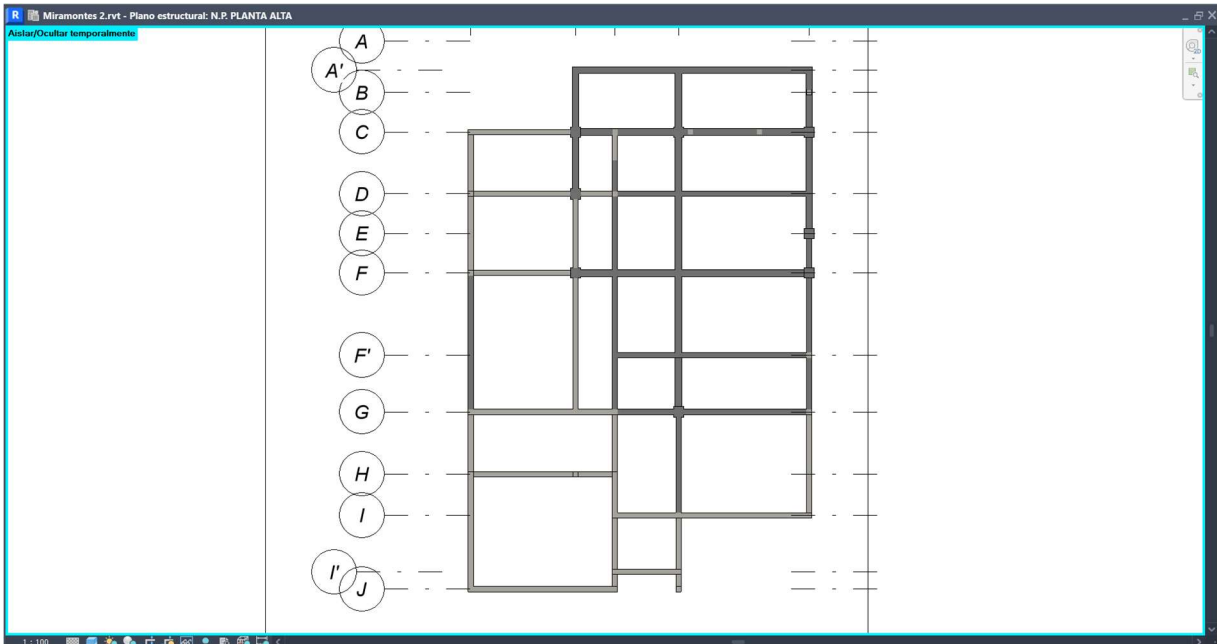


Figura 3.39 Elementos frame modelados en Revit. Elaboración propia.

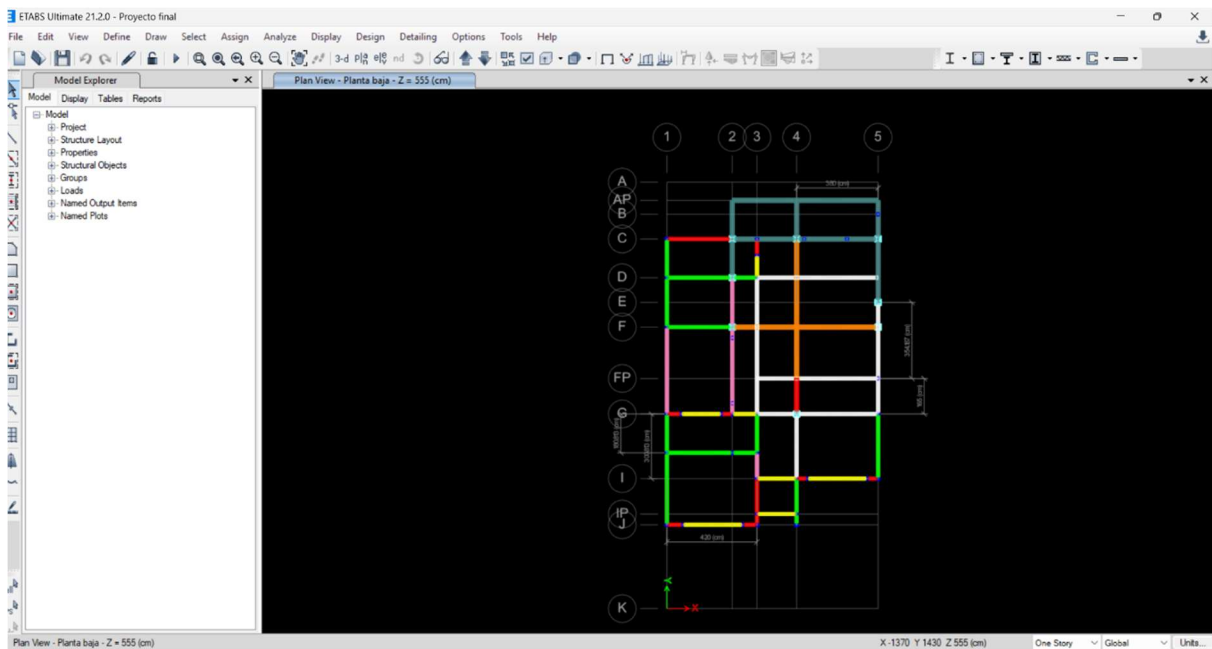


Figura 3.40 Comprobar plantas estructurales. Elaboración propia.

3.3.4. Elementos wall: muros

Para modelar los muros estructurales en Revit, se debe utilizar la categoría Muro: estructural dentro de la disciplina de Estructura, como se aprecia en la Figura 3.41. Una vez seleccionada la herramienta, es necesario configurar el tipo de muro que se va a utilizar. En este

Figura 3.42 Creación de tipo muro de 12 cm. Elaboración propia.

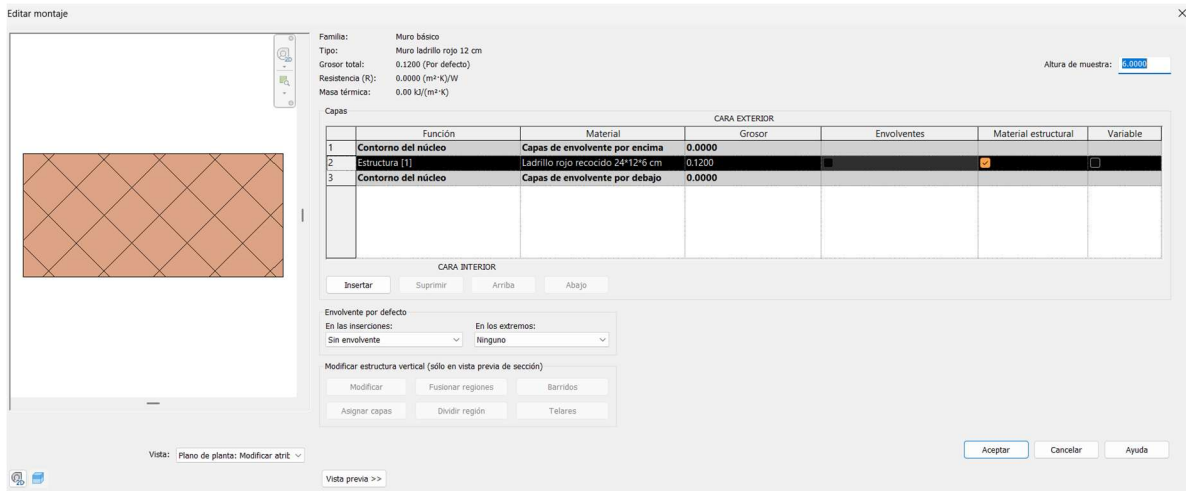


Figura 3.43 Editar espesor de muro y capas de muro en Revit. Elaboración propia.

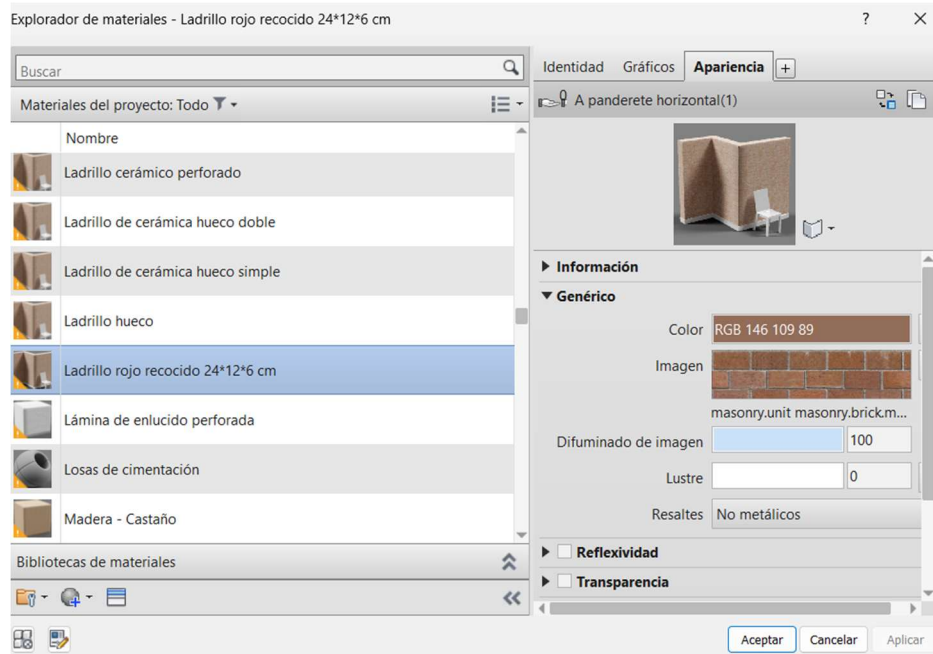


Figura 3.44 Selección de material en Revit. Elaboración propia.

Posteriormente, para modelar los muros, el procedimiento combina formas del modelado de pilares y vigas, ya que la altura del muro puede definirse tanto mediante las opciones de *altura* o *profundidad*. La longitud del muro se traza de forma similar a las vigas, seleccionando dos puntos de inicio y fin en planta. Sin embargo, a diferencia de los anteriores, en este caso es necesario asegurarse de que el muro se conecte correctamente con la viga o dala superior para representar adecuadamente su altura total. Esto se puede lograr uniendo manualmente el muro con la cara inferior del elemento superior o ajustando el desfase superior en las propiedades del tipo,

garantizando así una representación precisa del cerramiento y continuidad del elemento estructural. Para visualizar el correcto modelado de los muros podemos usar la opción de sección y revisar cada eje en elevación para verificar con ETABS (ver Figura 3.45 y Figura 3.46).

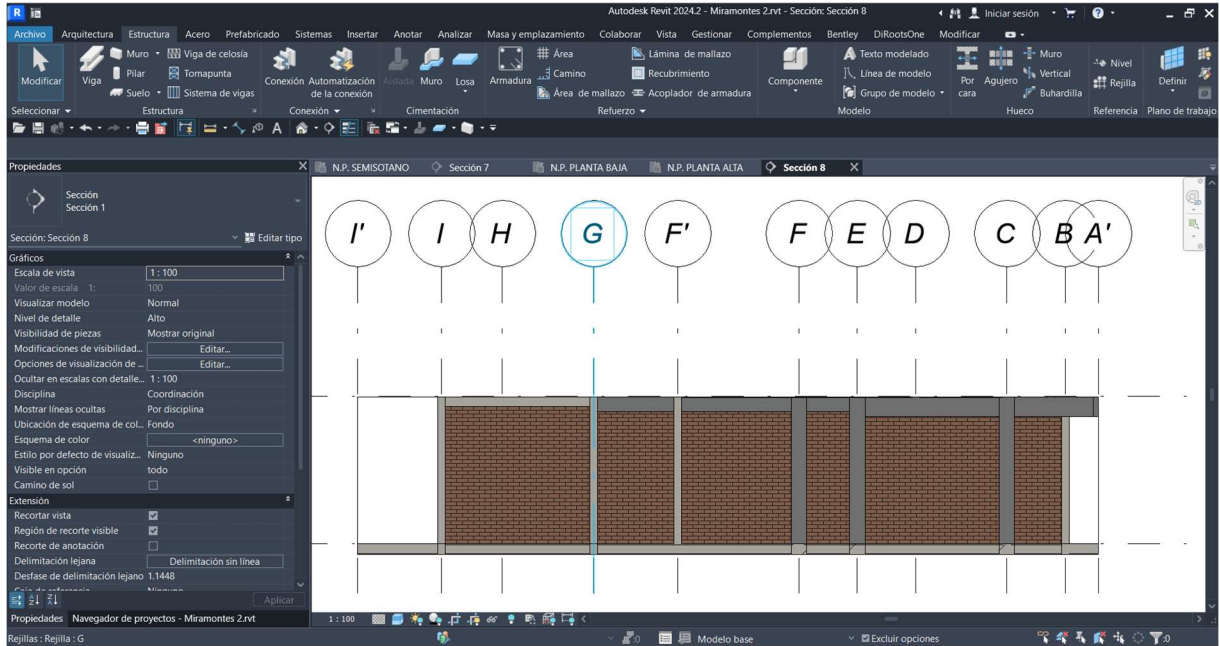


Figura 3.45 Vista en elevación modelado de muros Revit. Elaboración propia.

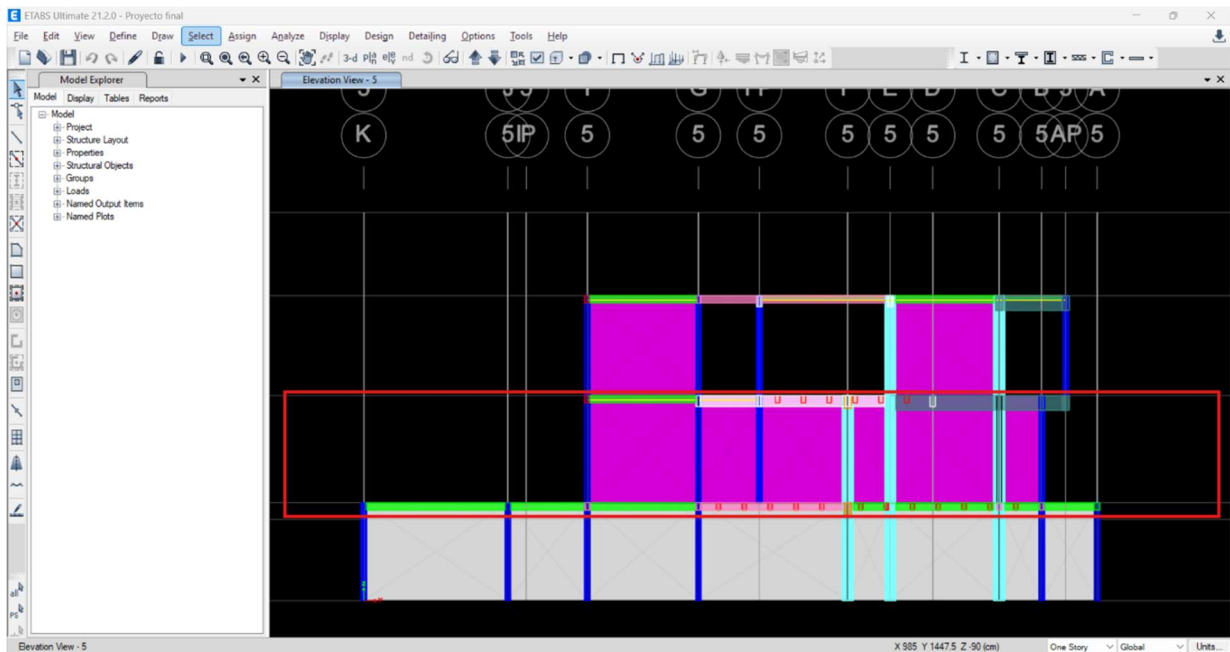


Figura 3.46 Vista en elevación modelado de muros ETABS. Elaboración propia.

3.3.5. Elementos slab: losas

Para el modelado de losas tendremos en cuenta principalmente que tendremos 2 tipos de losa a utilizar que serán losa aligerada para entresijos y losa maciza para azotea, baños y el cubo de ventilación. Por lo que en la Figura 3.46 se resume el tipo de losas con sus elementos de modelado y características de geometría.

Tabla 3.5 Clasificación de elementos slab (losa maciza, aligerada, falsa y rampa). Elaboración propia.

Categoría	Tipo de elemento	Elementos de modelado	Espesor	Material (kg/cm²)
Suelo	Losa maciza	N/A	12 cm	Concreto f _c =200
	Losa aligerada	Viguetas a cada 70 cm y bovedilla de poliestireno de 62 cm	20 cm	
	Falsa losa	N/A	10 cm	
	Rampa de acceso	N/A	20 cm	

Primero se deben crear y verificar los tipos, los cuales, al igual que en los elementos anteriores, se obtienen duplicando un tipo existente y asignando las propiedades correspondientes. En el caso de la categoría suelo, el procedimiento es similar al de la categoría muro, ya que ambos permiten configurar el elemento por capas. Por lo tanto, en esta etapa únicamente se verifica que los tipos hayan sido creados correctamente y que contengan las propiedades adecuadas para representar las losas requeridas en el modelo (ver Figura 3.47).

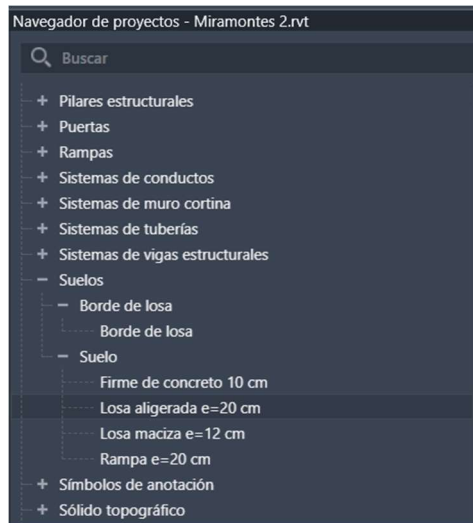


Figura 3.47 Tipos para elementos suelo. Elaboración propia.

Para el modelado de estos elementos, se utilizará la opción de *suelo estructural* (ver Figura 3.48), la cual permite dibujar las losas a partir de un contorno definido. Esta herramienta también permite ajustar la dirección de la luz estructural y, en caso necesario, aplicar pendientes (ver Figura 3.49). Bajo la lógica de preconstrucción que sigue esta metodología, el contorno de cada losa deberá trazarse siguiendo los límites internos de las vigas perimetrales, esto con el objetivo de obtener una cuantificación más precisa del concreto en losas y asegurar una correcta representación del sistema estructural.

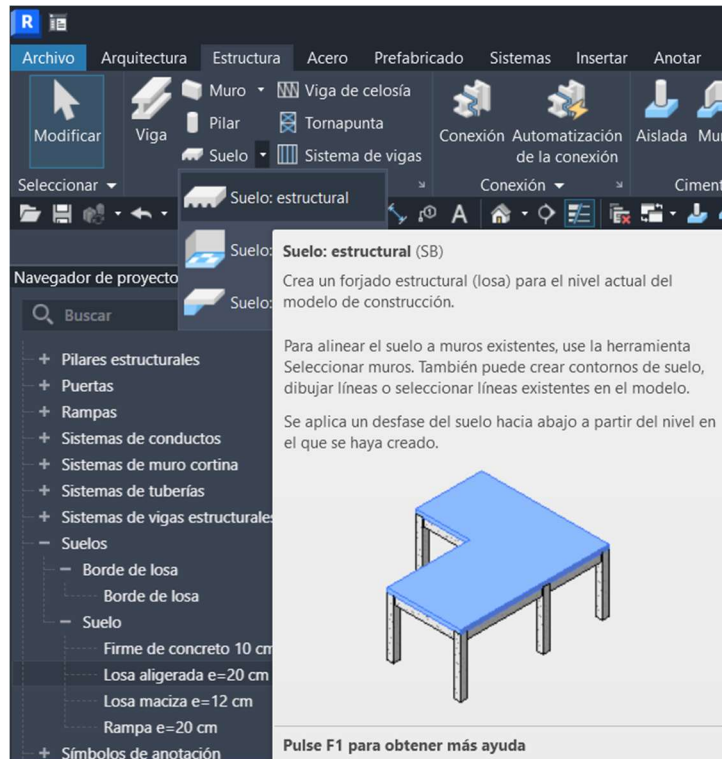


Figura 3.48 Opción suelo estructural en Revit. Elaboración propia.

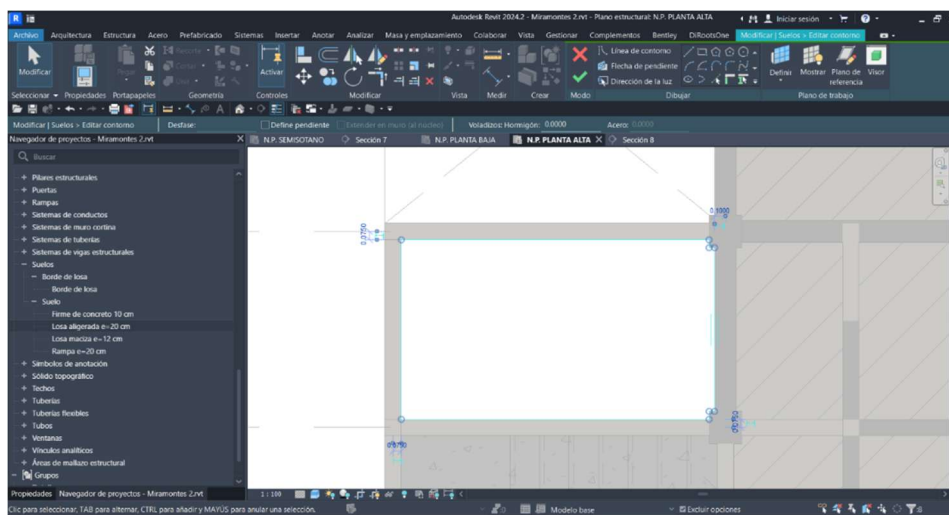


Figura 3.49 Modelado de losas en Revit. Elaboración propia.

Para modelar las losas aligeradas, será necesario cargar las familias personalizadas correspondientes, esto se realiza desde el menú *Insertar* utilizando la opción *Cargar familia* (ver Figura 3.50). En este caso, se requiere una familia específica para las viguetas prefabricadas y otra para la bovedilla de poliestireno, las cuales permitirán representar de forma adecuada la configuración del sistema aligerado.

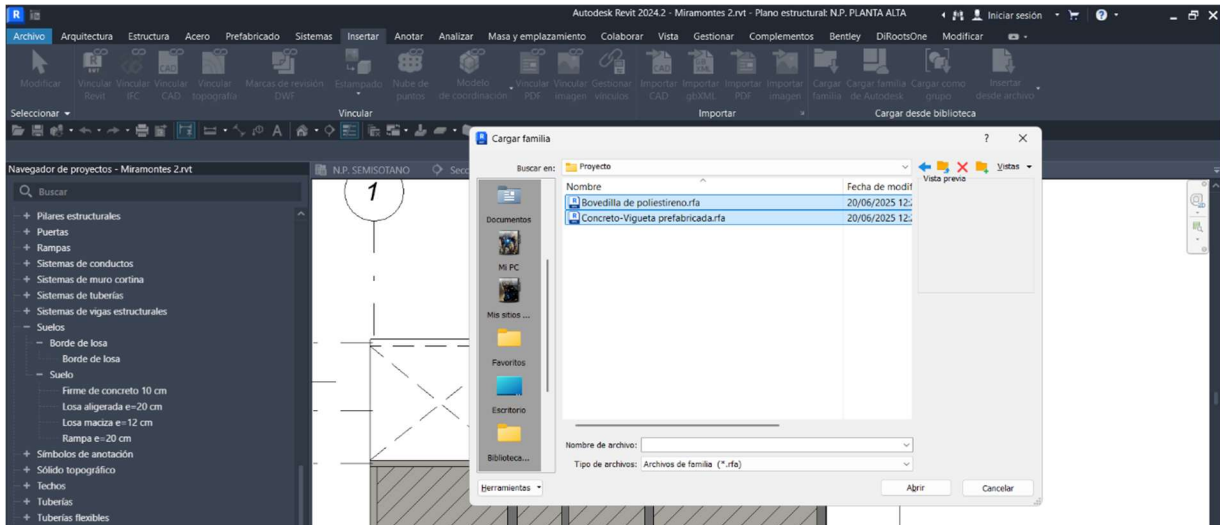


Figura 3.50 Cargar familias en Revit. Elaboración propia.

Para modelar las viguetas se utilizará la herramienta *Sistema de vigas*, la cual permite representar estos elementos de forma más eficiente debido a las múltiples opciones de configuración que ofrece. Esta herramienta permite establecer el desnivel al que se colocarán las viguetas, así como definir las reglas de diseño que controlan su distribución dentro del contorno modelado. Además, se puede especificar el espaciado entre viguetas, la referencia desde la cual se tomará dicho espaciado y la dirección en la que se colocarán. Finalmente, al igual que en la herramienta de suelos, se deberá trazar el contorno que delimita el sistema de vigas. Ver las figuras Figura 3.51, Figura 3.52, Figura 3.53 y Figura 3.54 donde se muestra la opción de sistema, el modelado y el ejemplo en Revit y la revisión en ETABS.

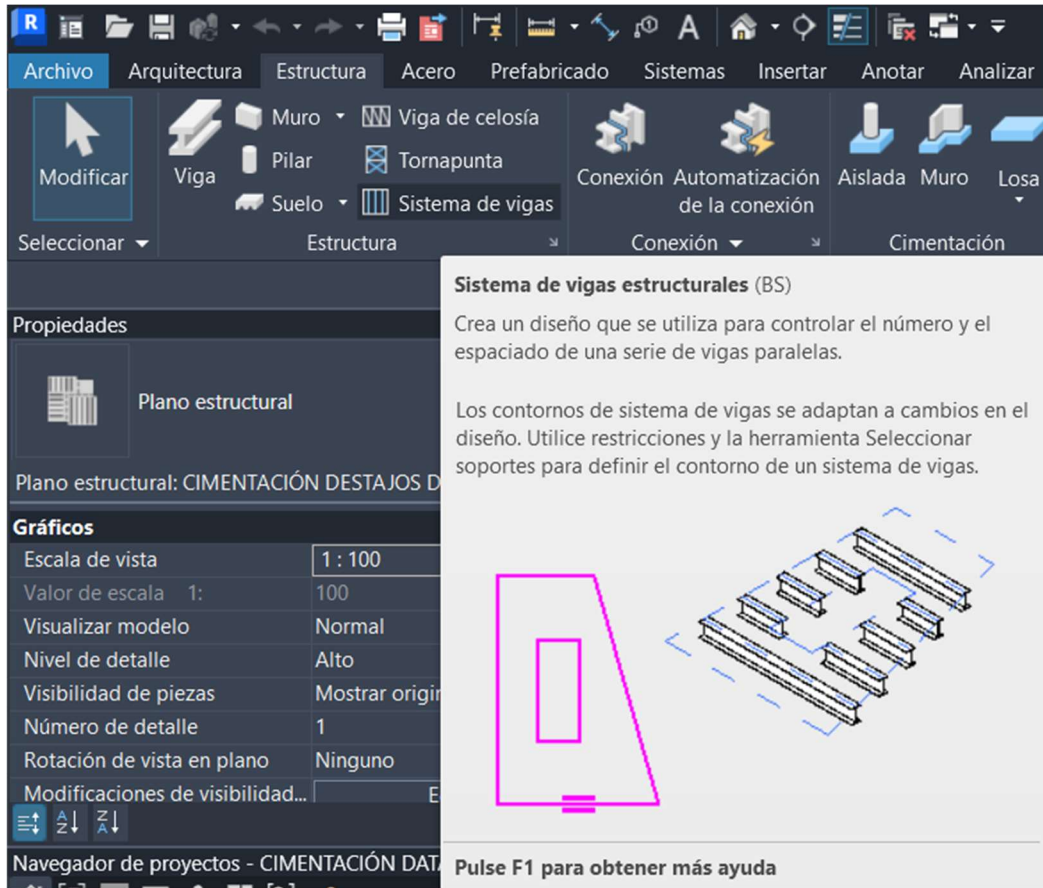


Figura 3.51 Opción de sistema de vigas en Revit. Elaboración propia

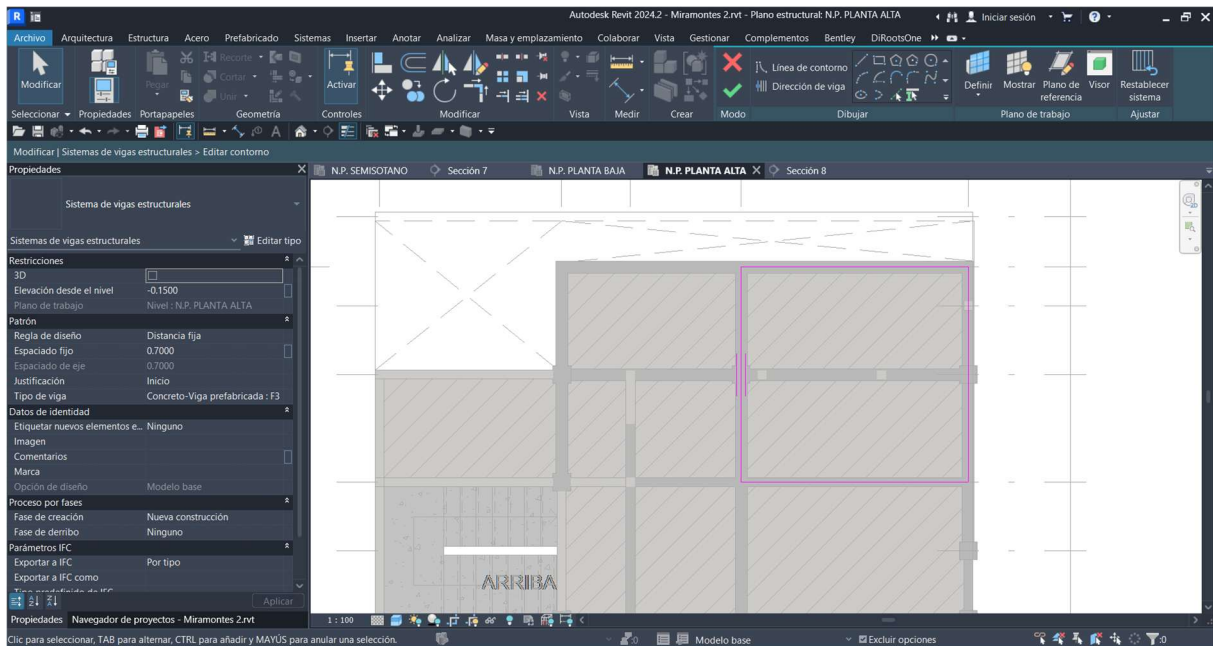


Figura 3.52 Modelado de sistema de vigas. Elaboración propia.

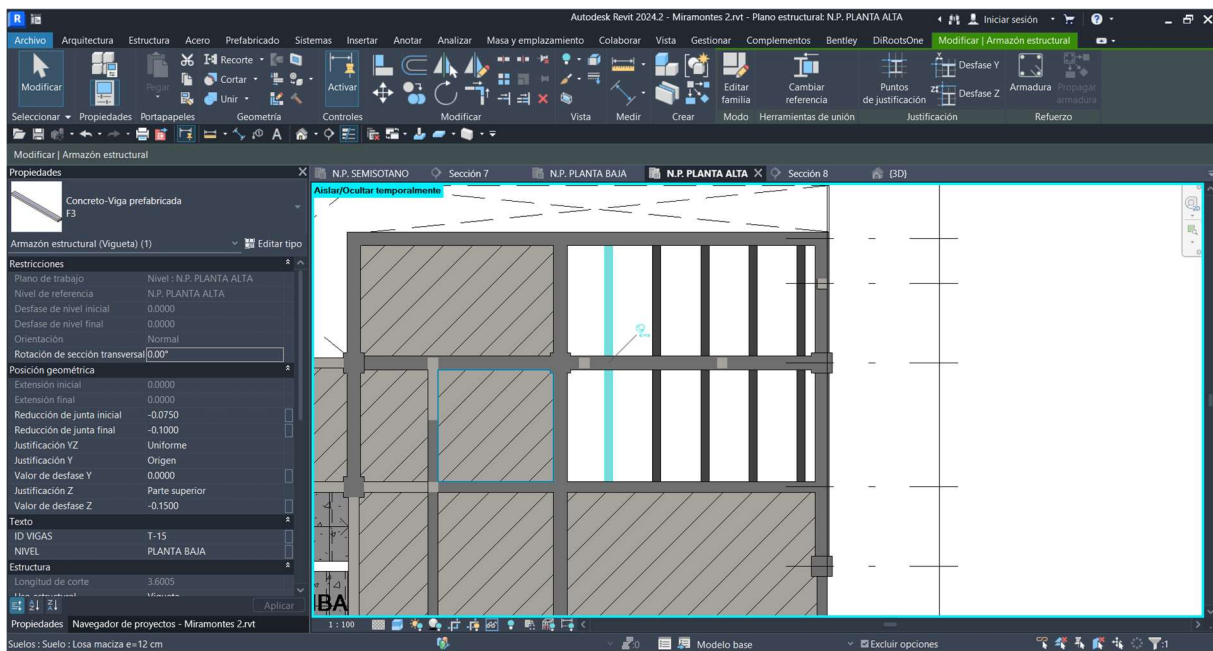


Figura 3.53 Ejemplo de modelado de viguetas en Revit. Elaboración propia.

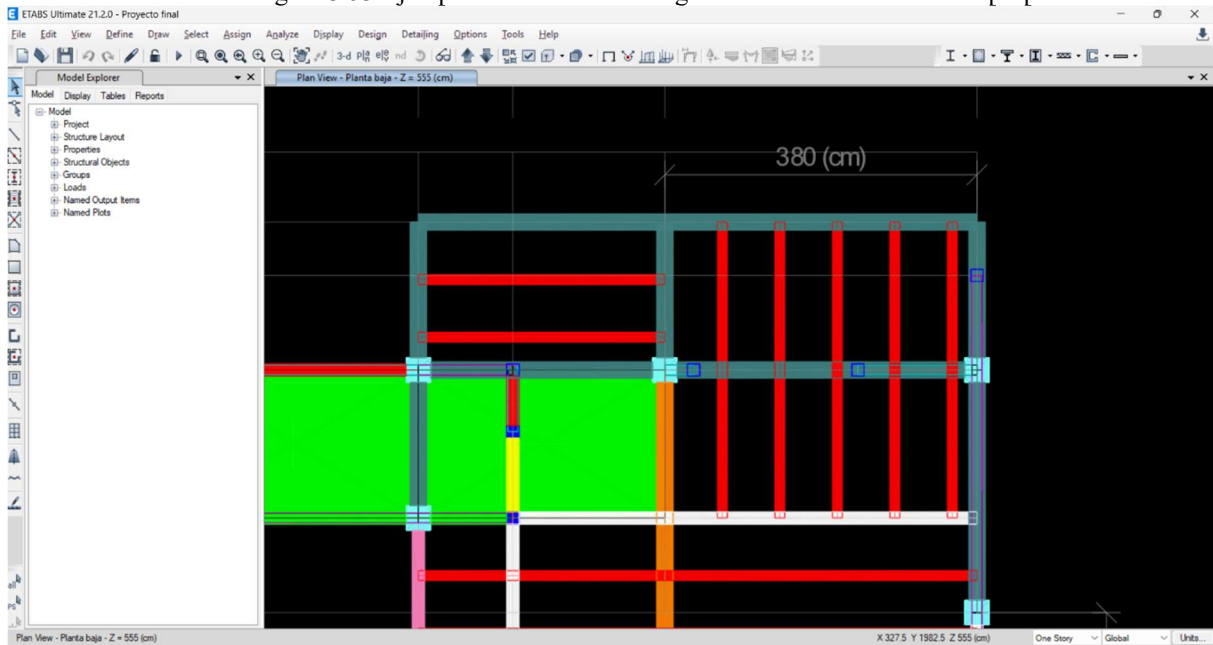


Figura 3.54 Revisión de modelado de viguetas en ETABS. Elaboración propia.

Adicionalmente, para lograr una mejor representación del sistema aligerado y mantener la coherencia visual en el modelo BIM, será necesario modelar las bovedillas utilizando la familia previamente cargada. Esto se realizará mediante la herramienta Componente ubicada en la pestaña de arquitectura, seleccionando la familia correspondiente y posicionándola manualmente dentro del contorno de la losa. Cada bovedilla deberá ser alineada con precisión respecto a las viguetas modeladas previamente mediante la herramienta de sistema de vigas, garantizando así la correcta disposición y lectura gráfica del sistema constructivo. Tal como se observa en la Figura 3.55 y Figura 3.56, esta representación no solo permite una mayor claridad en las vistas 3D y cortes

constructivos, sino que también facilita la comprensión por parte de los involucrados durante las revisiones o coordinaciones del modelo.

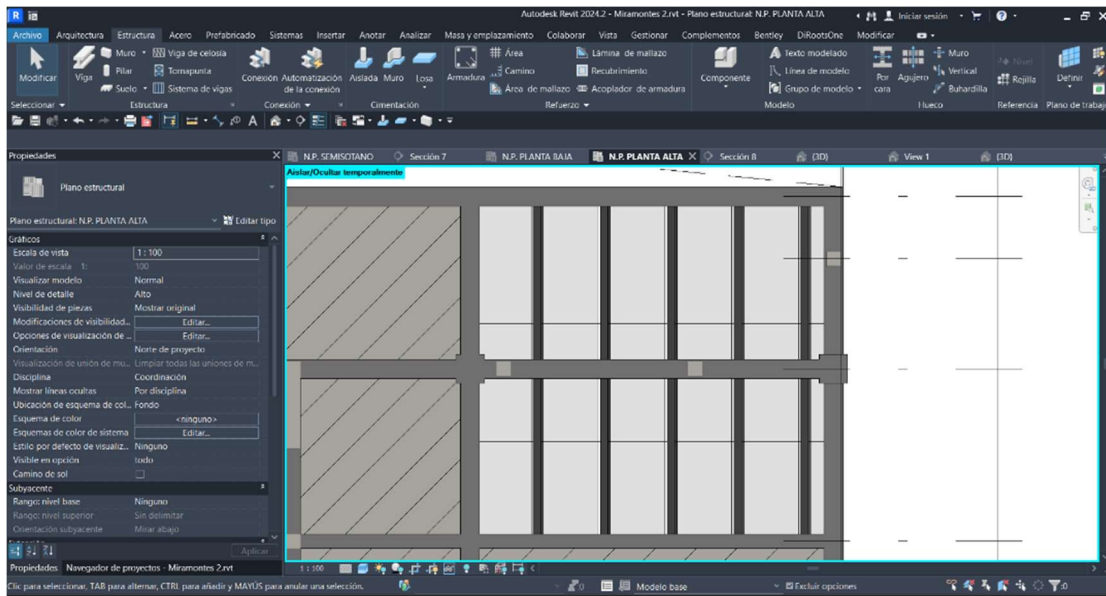


Figura 3.55 Vista en planta de losa aligerada con viguetas y bovedillas. Elaboración propia.

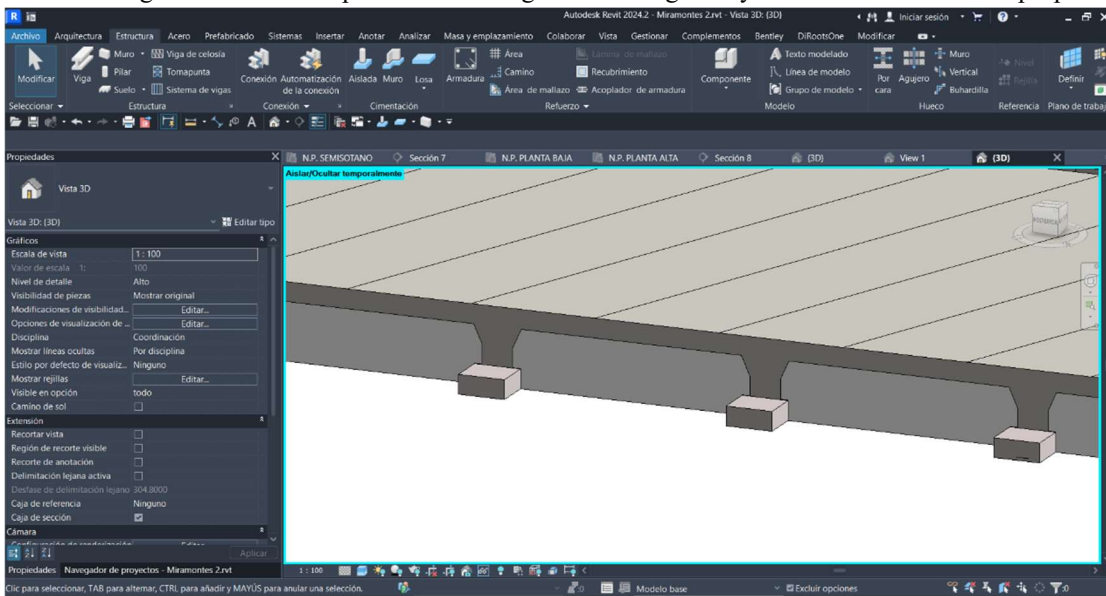


Figura 3.56 Vista 3D de representación de viguetas y bovedilla en losa aligerada. Elaboración propia.

3.3.6. Escaleras

Para el modelado de escaleras, se empleará la herramienta específica de *escaleras* mediante la opción de *creación por boceto*, lo cual permitirá replicar con precisión la geometría definida en el plano arquitectónico (ver Figura 3.57). Esta metodología facilita la representación adecuada de la escalera dentro del modelo estructural, ya que permite definir de manera manual el desarrollo

del tramo, los descansos y la pendiente, asegurando que se respete la configuración arquitectónica. El uso del boceto proporciona un mayor control sobre las dimensiones y la ubicación exacta, garantizando su correcta conexión con los niveles del proyecto. Dado que la escalera mantiene las mismas dimensiones en los diferentes niveles del proyecto, se aprovechará la opción *conectar con niveles*, lo que permitirá que la escalera se proyecte automáticamente entre los niveles deseados sin necesidad de modelarla individualmente en cada planta (ver Figura 3.58). Esto no solo agiliza el proceso de modelado, sino que también asegura la coherencia vertical de este elemento estructural en todo el modelo.

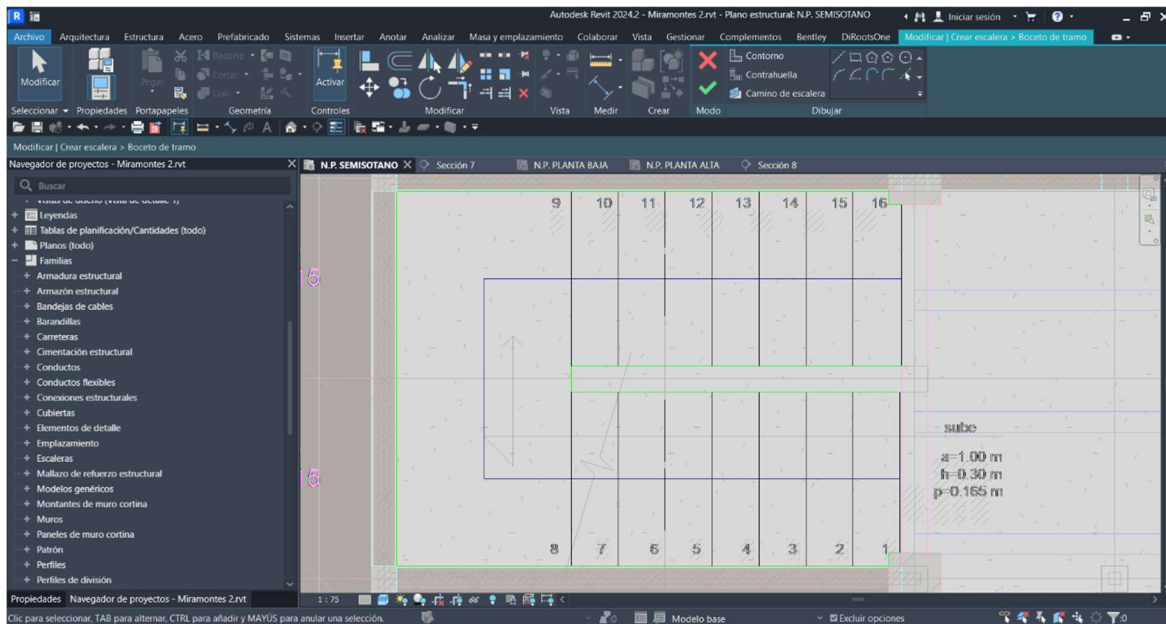


Figura 3.57 Modelado de escalera por boceto. Elaboración propia.

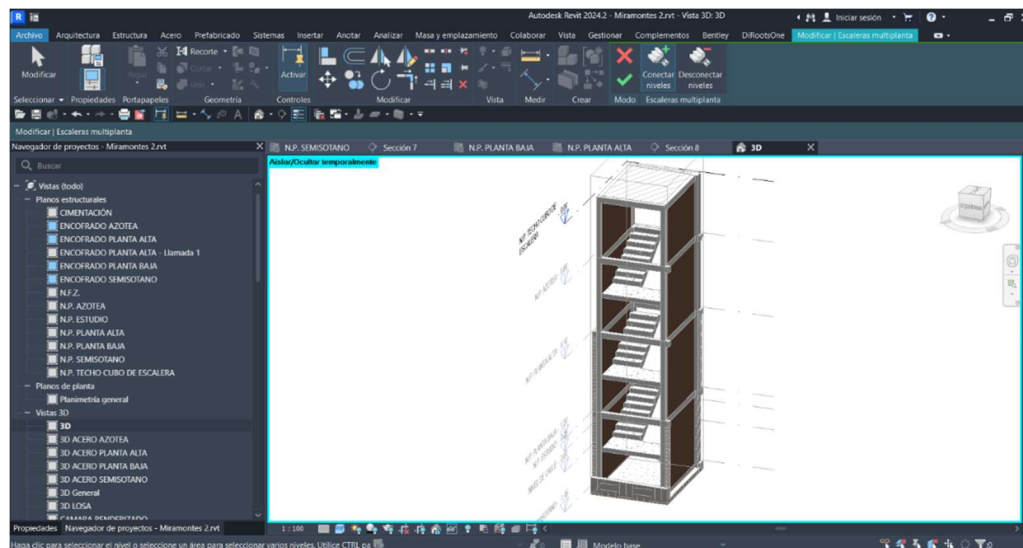


Figura 3.58 Conectar escaleras por niveles en Revit. Elaboración propia.

3.3.7. Refuerzo estructural

Para comenzar a modelar el acero estructural, el primer paso consiste en configurar los recubrimientos de todos los elementos estructurales previamente modelados que serán reforzados. Esto se realiza mediante la herramienta de *configuración de recubrimiento de armadura* en Revit, ubicada dentro del menú de estructura en la Figura 3.59 se muestra como acceder y en la Figura 3.60 se muestra el menú de configuración. Una vez establecidos los valores de recubrimiento, se debe utilizar la herramienta de recubrimiento para asignar, de manera individual o por tipo de elemento, el valor correspondiente a cada categoría estructural. Esta configuración debe alinearse estrictamente con los datos especificados en la memoria de cálculo estructural, considerando las dimensiones del recubrimiento para castillos, columnas, dalas, vigas, muros y losas según su exposición y función estructural el resumen de estos valores se encuentra en la Tabla 3..

Tabla 3.6 Recubrimientos en armadura. Elaboración propia.

Tipo de elemento	Recubrimiento
Castillo con Armex	2.5 cm
Castillo con varillas	2.0 cm
Columnas	3.0 cm
Dalas	2.5 cm
Losa aligerada	2.5 cm
Losa maciza	3.0 cm
Muros	1.5 cm
Vigas	3.0 cm
Vigas 20x40	4.0 cm
Viguetas	1.0 cm

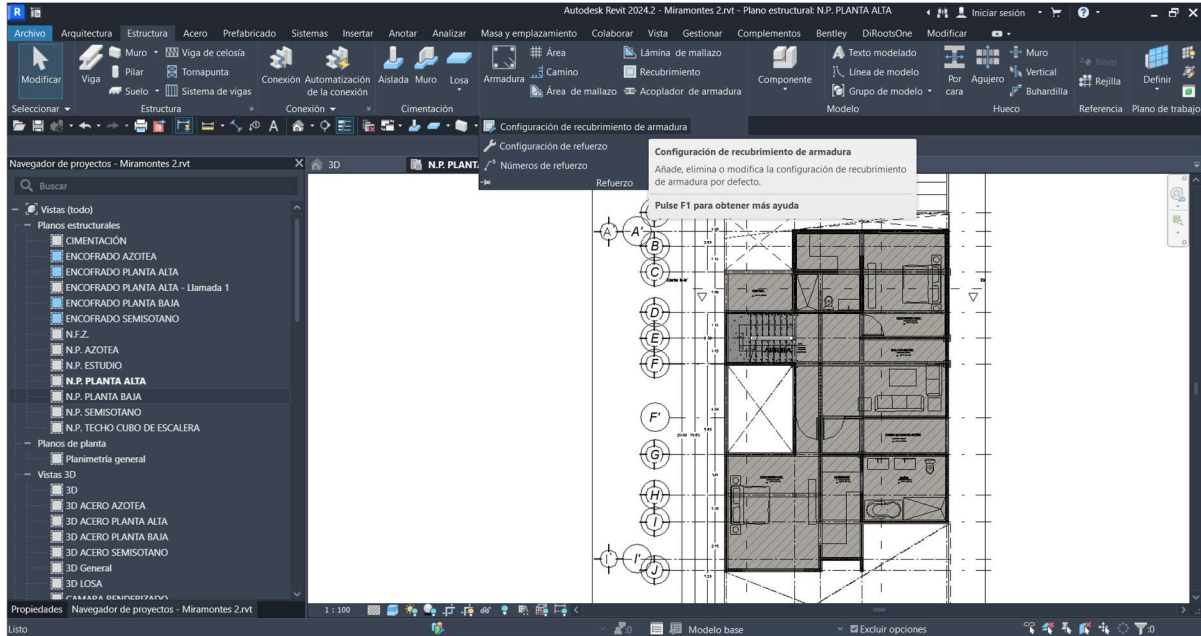


Figura 3.59 Opción de configuración de recubrimiento de armadura en Revit. Elaboración propia.

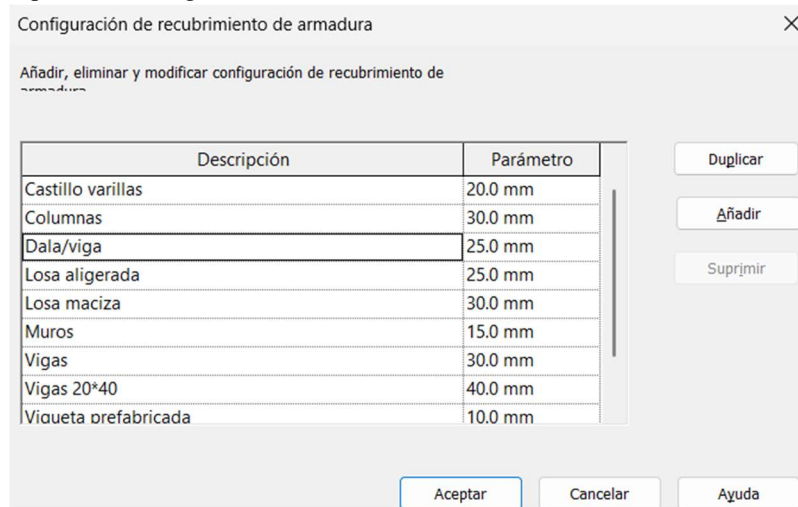


Figura 3.60 Configuración de recubrimiento de armadura en Revit. Elaboración propia.

Se tendrá que verificar que en las propiedades de cada uno de los elementos contenga la información de manera adecuada como se muestra en la Figura 3.61.

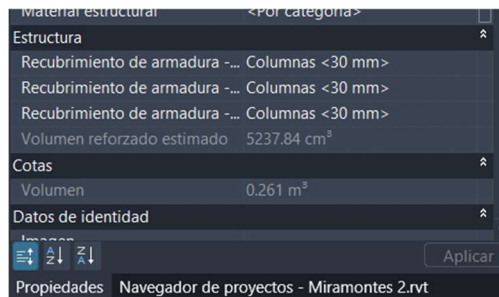


Figura 3.61 Revisar recubrimiento de armadura por elemento. Elaboración propia.

Para comenzar con la integración del acero en el modelo, es necesario clasificar cada sección estructural tal como se presenta en la memoria de cálculo estructural. Esta clasificación permitirá crear los distintos tipos de refuerzo necesarios, diferenciando entre el acero longitudinal y el acero transversal (estribos). En este caso, se hace uso de una Tabla 3. resumen en la que se especifican para cada elemento estructural los diámetros de varilla a utilizar tanto para el armado longitudinal como para el transversal. Esta información será la base para configurar las familias de refuerzo dentro del entorno de modelado en Revit, asegurando que cada tipo de refuerzo responda con precisión a las exigencias del diseño estructural.

Tabla 3.7 Elementos de acero reforzado clasificación. Elaboración propia.

Categoría	Tipo de elemento	Geometría	Acero longitudinal	Acero transversal	Identificador de la sección
Pilar	Castillo	15x15 cm	Armex 15x15-4 + 2Ø3/8"	NA	K-01
			4Ø3/8"	Ø5/16" @ 15 cm	K-02
	Columna	30x30 cm	6Ø1/2"	Ø3/8" @ 5 cm en extremos y @15 cm en el centro	C-01
			4Ø1/2" + 2Ø3/4"	Ø3/8" @ 5 cm en extremos y @15 cm en el centro	C-02
Viga	Dala	15x20 cm	Armex 15x20-4 + 2Ø3/8"	NA	DL-01
			4Ø3/8"	Ø5/16" @ 20 cm	DL-02
	Viga	15x20 cm	2Ø5/8" + 2Ø1/2"	Ø3/8" @ 5 cm	VG-01
		20x35 cm	3Ø3/4" + 3Ø5/8"	Ø3/8" @ 15 cm	VG-02
		20x35 cm	6Ø3/4"	Ø3/8" @ 15 cm	VG-03
		15x30 cm	2Ø3/4" + 2Ø5/8"	Ø3/8" @ 10 cm	VG-04

		20x40 cm	2Ø3/4" + 3Ø1/2"	Ø3/8" @ 15 cm	VG-05
		20x25 cm	3Ø3/4" + 3Ø5/8"	Ø3/8" @ 10 cm	VG-06
Sistema de vigas	Viguetas de alma abierta reforzadas (diseño original 2Ø3/16" en lecho inferior y 1Ø1/4" en el lecho superior y el refuerzo transversal con calibre 8)	Patín 12x15 cm	Reforzar lecho inferior con 1Ø5/16"	NA	F1
			Reforzar lecho inferior con 1Ø3/16"	NA	F2
			Reforzar lecho inferior con 1Ø3/16" y lecho superior 2Ø3/16"	NA	F3
Suelos	Losa maciza	e=12 cm	Ø1/2" @ 25 cm en la dirección del diseño	NA	1D-01
			Ø3/8" @ 20 cm en la dirección del diseño	NA	1D-02
			Ø5/8" @ 12.5 cm en la dirección del diseño	NA	1D-03
			Ø3/8" @ 25 cm en ambas direcciones	NA	2D-01
			Ø5/8" @ 12.5 cm y Ø3/8" @ 25 cm ver especificación	NA	2D-02
Mallazo de refuerzo	Malla electrosoldada 6x6-10/10	NA	NA	NA	NA

Posterior a la recapitulación de la información, se verifica que en Revit ya se han creado los tipos correspondientes a los diferentes diámetros de armadura en la Figura 3.62. Como se

muestra en la Figura 3.50, también se cargará una familia que defina las formas de armadura a utilizar (ver Figura 3.65 y Figura 3.66), siendo las principales la correspondiente a los aceros longitudinales y la destinada a estribos. Además, con base en lo establecido por las Normas Técnicas Complementarias (NTC), se integrarán los factores y parámetros necesarios para la correcta configuración de estas formas. Específicamente, se utilizarán como referencia las tablas 14.3.1 (Tabla 3.), que establece la geometría de dobleces estándar para desarrollar la fluencia en barras corrugadas a tensión, y la 14.3.2 (Tabla 3.), que indica los diámetros interiores mínimos y la geometría de dobleces estándar para estribos, grapas y refuerzo helicoidal. Y se integra esa información a las propiedades de tipo de cada diámetro de armadura (ver Figura 3.63 y Figura 3.64).

Tabla 3.8 Factores de dobleces longitudinal (GOBIERNO CDMX, 2023).

Tabla 14.3.1—Geometría de dobleces estándar para desarrollar fluencia en barras corrugadas a tensión

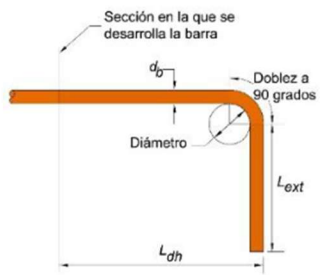
Tipo de doblez estándar	Tamaño de la barra	Diámetro interior del doblez, mm	Tramo recto ^[1] L_{ext} , mm	Tipo de doblez estándar ^[2]
90 grados	No. 3 a no. 8	$6d_b$	$12d_b$	
	No. 9 a no. 12	$8d_b$		
	No. 14 a no. 18	$10d_b$		

Tabla 3.9 Factores de dobleces estribos (GOBIERNO CDMX, 2023).

Tabla 14.3.2 - Diámetros interiores mínimos y geometría de dobleces estándar para estribos, grapas y refuerzo helicoidal

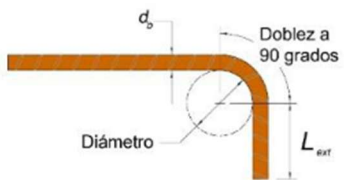
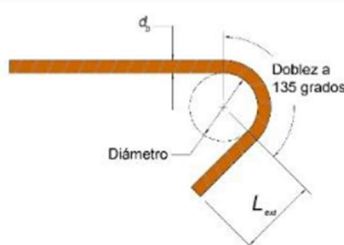
Tipo de doblez estándar	Tamaño de la barra	Diámetro interior del doblez, mm	Tramo recto ^[1] L_{ext} , mm	Tipo de doblez estándar
90 grados	No. 3 a no. 5	$4d_b$	Mayor de $6d_b$ y 80 mm	
	No. 6 a no. 8	$6d_b$	$12d_b$	
135 grados	No. 3 a no. 5	$4d_b$	Mayor de $6d_b$ y 80 mm	
	No. 6 a no. 8	$6d_b$		



Figura 3.62 Diámetros de armadura en Revit. Elaboración propia.

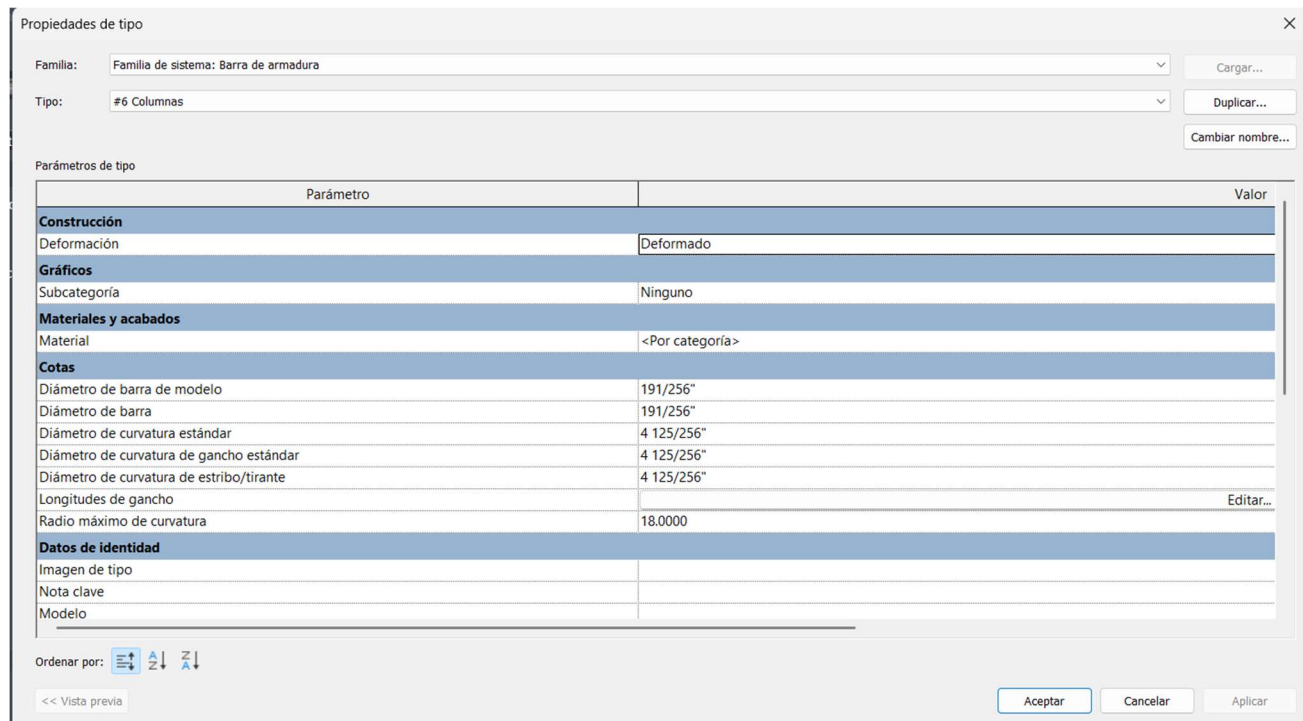


Figura 3.63 Propiedades de tipo de barra de armadura. Elaboración propia.

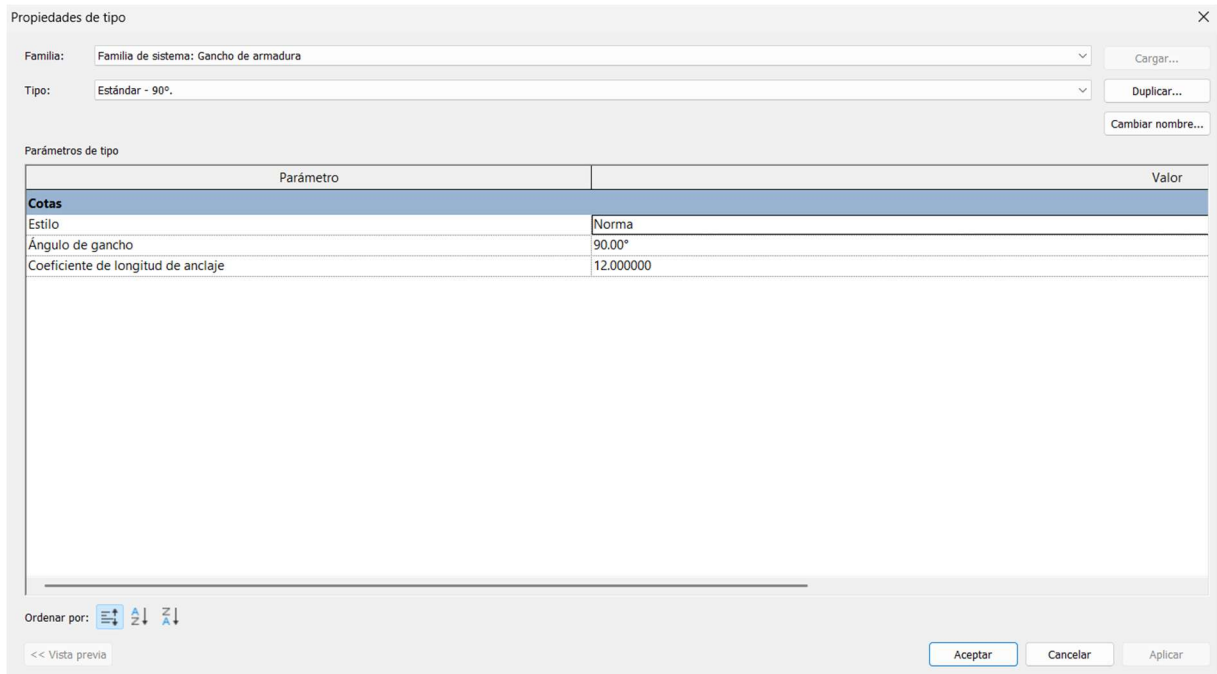


Figura 3.64 Propiedades de gancho de armadura. Elaboración propia.

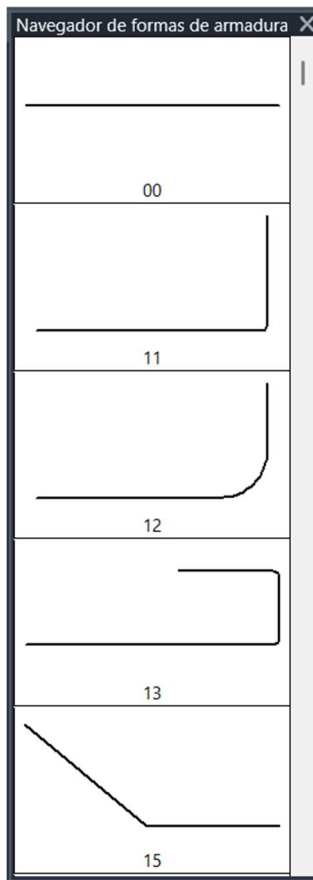


Figura 3.65 Navegador de formas de armadura. Elaboración propia.



Figura 3.66 Formas de armadura. Elaboración propia.

Finalmente, se utiliza la herramienta de armadura (ver Figura 3.67), seleccionando como anfitrión el elemento al cual se le incorporará el refuerzo. Para facilitar el proceso de modelado, se recomienda trabajar con la herramienta de sección que permita visualizar el interior del elemento estructural, previamente verificado tanto en el modelo de ETABS como en las vistas de planta (ver Figura 3.20). En este ejemplo se utilizaron la viga VG-05 y la columna C-01. Primero se tendrá que seleccionar forma de la armadura y tipo previamente cargados al modelo de Revit, se procede a modelar con la opción *expandir en anfitrión y conjunto de armadura*. Entre las configuraciones disponibles, son espaciado máximo para los estribos (ver Figura 3.69 y Figura 3.72) y número fijo para los aceros longitudinales (ver Figura 3.68 y Figura 3.71), ajustando según la distribución indicada en la memoria de cálculo estructural. Es importante señalar que los empalmes de armadura también pueden ser representados en el modelo; en la versión que estamos trabajando la 2024, esto se realiza de manera manual. Tal como se observa en la figura, los empalmes en columnas deben colocarse a $L/2$ como se muestra en la Figura 3.73, siguiendo lo indicado en normativa, y su longitud se determina según por la multiplicación del diámetro con un factor dentro de la normativa; en vigas, el empalme por momento positivo se ubica a $L/2$ y por momento negativo a $L/3$ en la Figura 3.70 se muestra la representación en Revit.

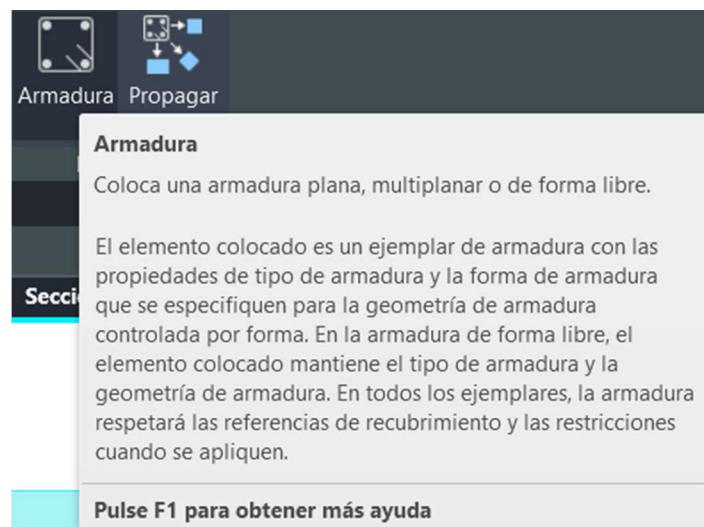


Figura 3.67 Opción armadura en Revit. Elaboración propia.

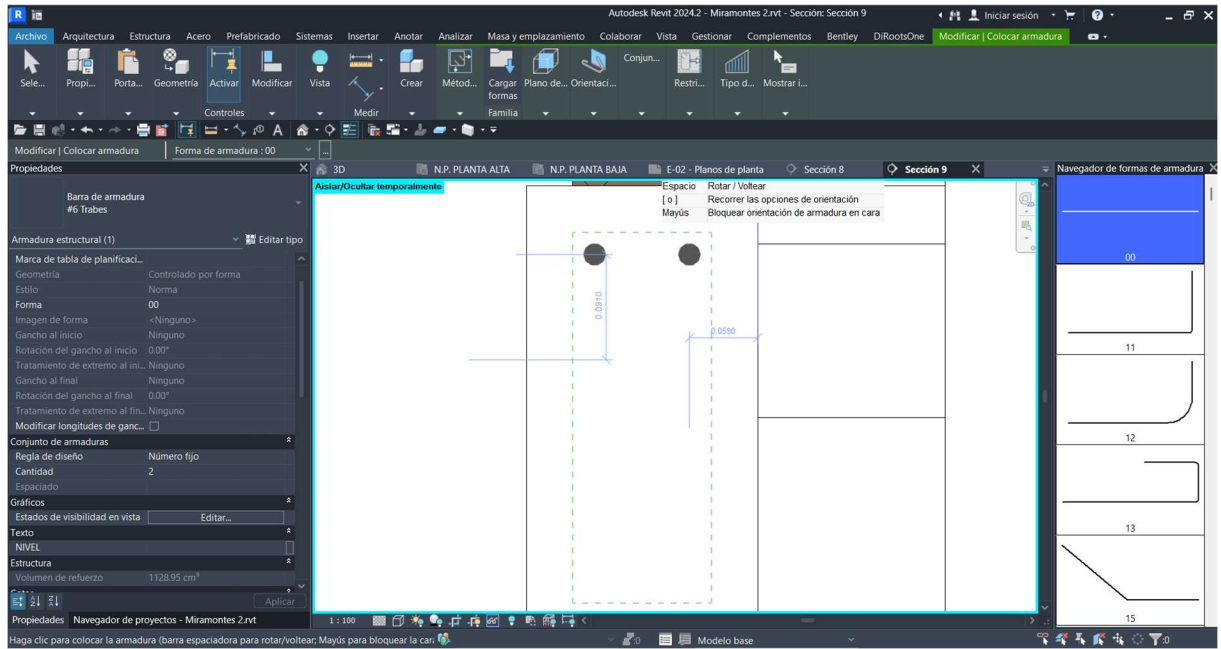


Figura 3.68 Modelado de acero longitudinal elementos viga en Revit. Elaboración propia.

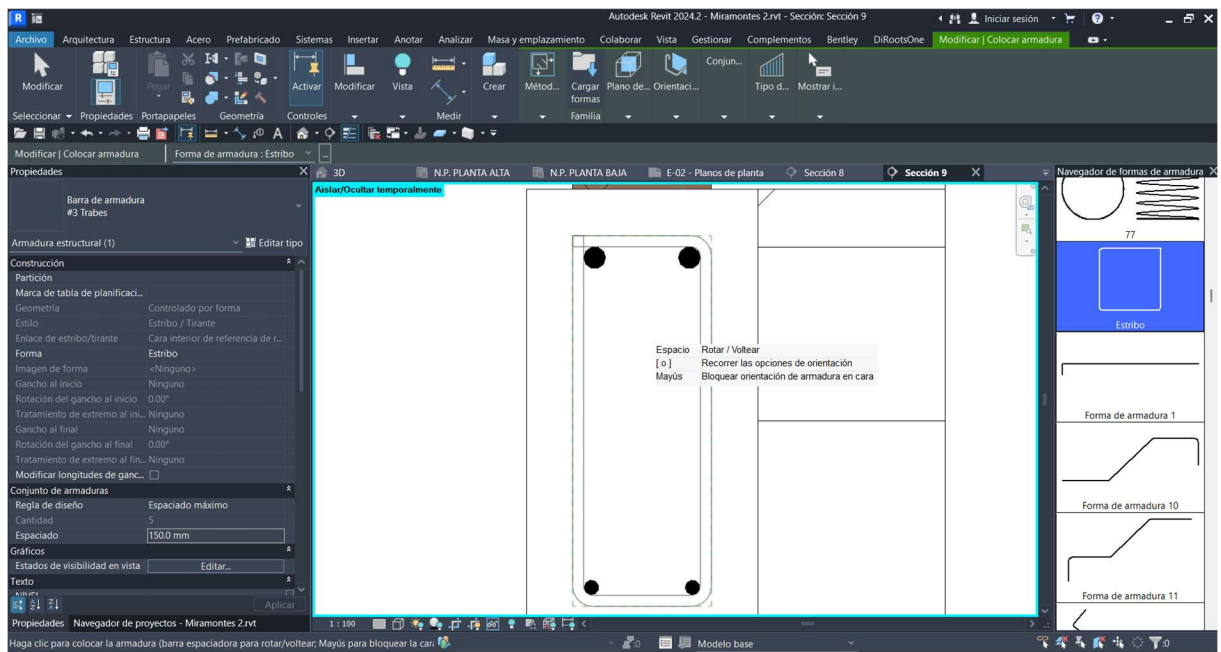


Figura 3.69 Modelado de acero transversal elementos viga en Revit. Elaboración propia.

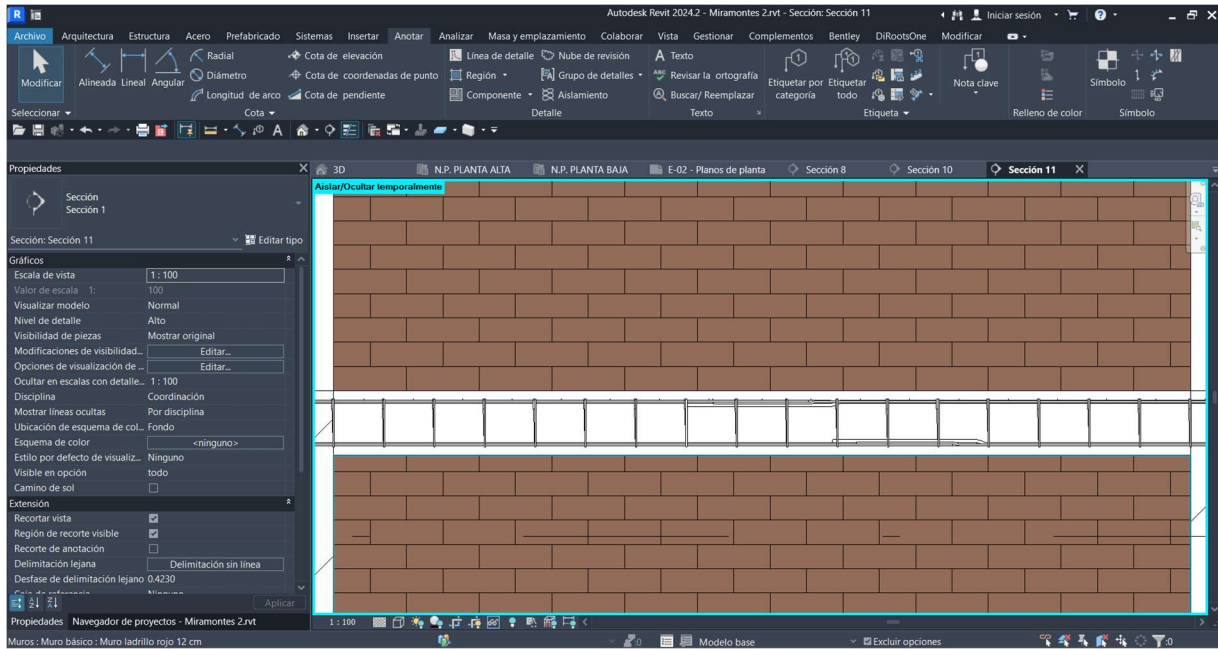


Figura 3.70 Representación de traslapes en elementos viga en Revit. Elaboración propia.

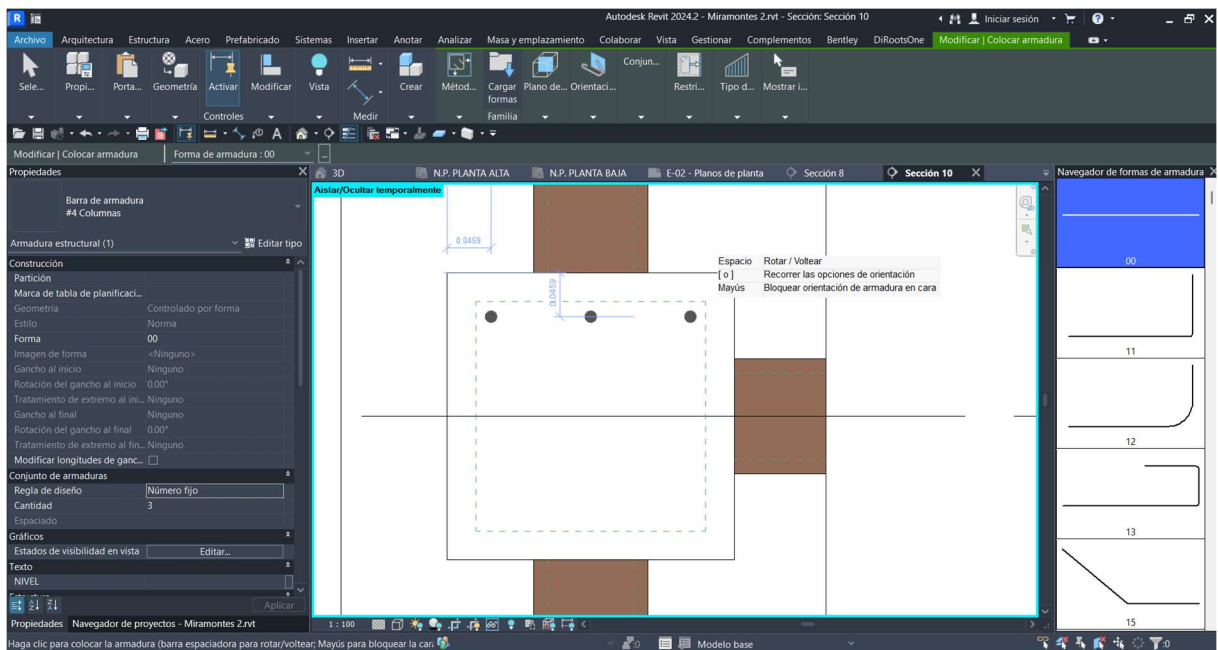


Figura 3.71 Modelado de acero longitudinal elementos pilar en Revit. Elaboración propia.

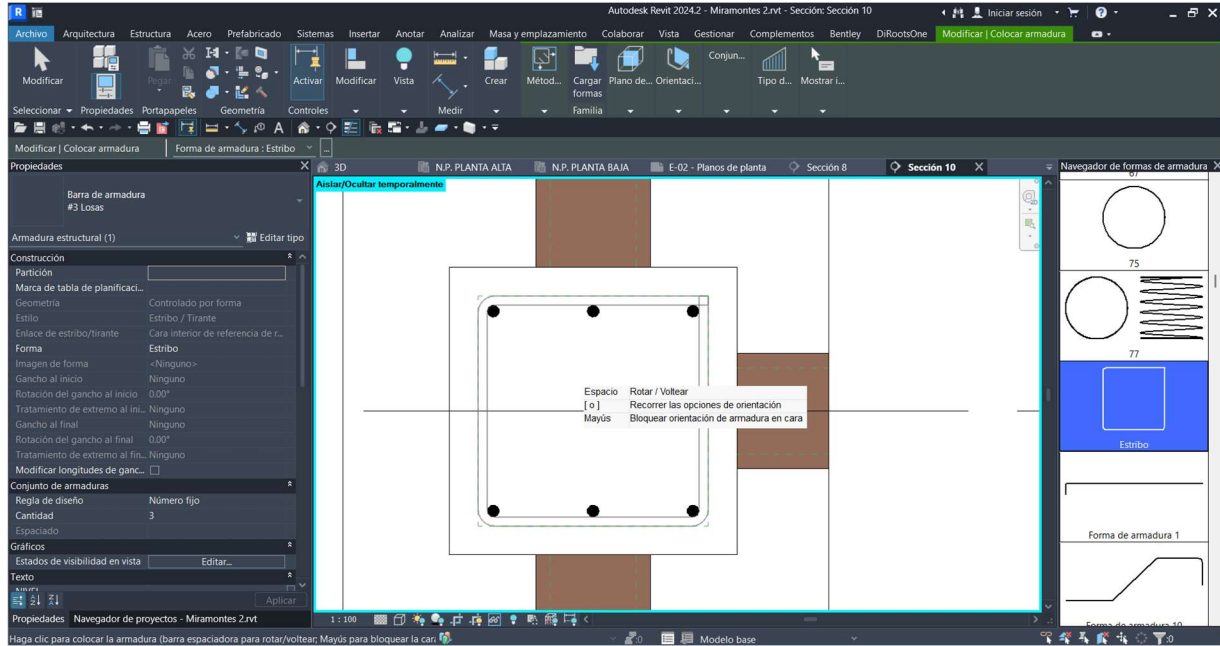


Figura 3.72 Modelado de acero transversal elementos pilar en Revit. Elaboración propia.

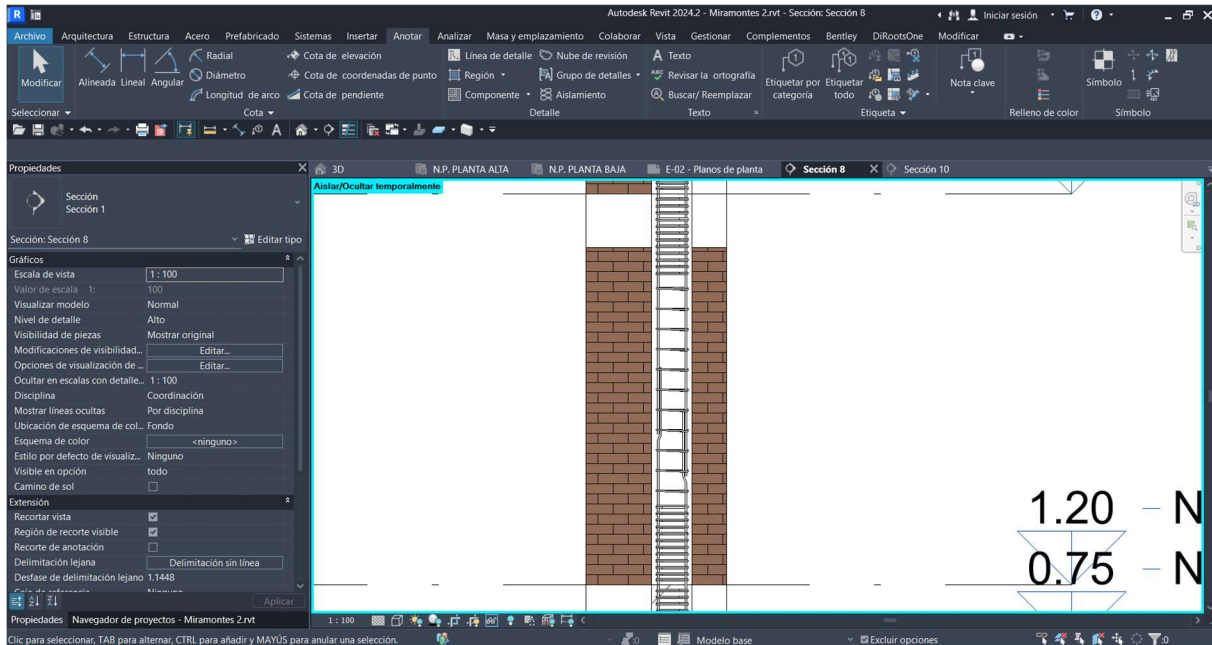


Figura 3.73 Representación de traslapes en elementos viga en Revit. Elaboración propia.

Para el modelado de acero en losas macizas es igual que en las vigas o pilares, únicamente cambia el método de expandir anfitrión a boceto ya que al este tipo de losa tener columpios es la mejor forma de representarlo como se muestra en la Figura 3.74 y en la Figura 3.75 una representación 3D para visualizarlo de una manera más acercado a la realidad.

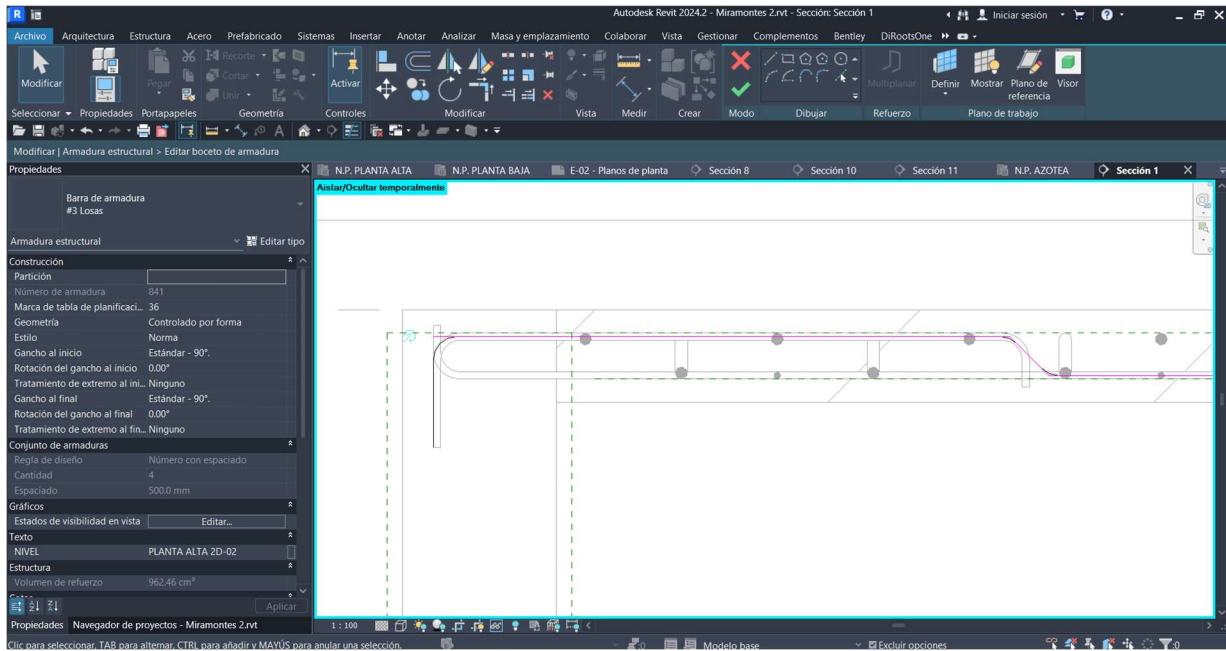


Figura 3.74 Modelado de acero longitudinal elementos suelo (losa maciza) en Revit. Elaboración propia.

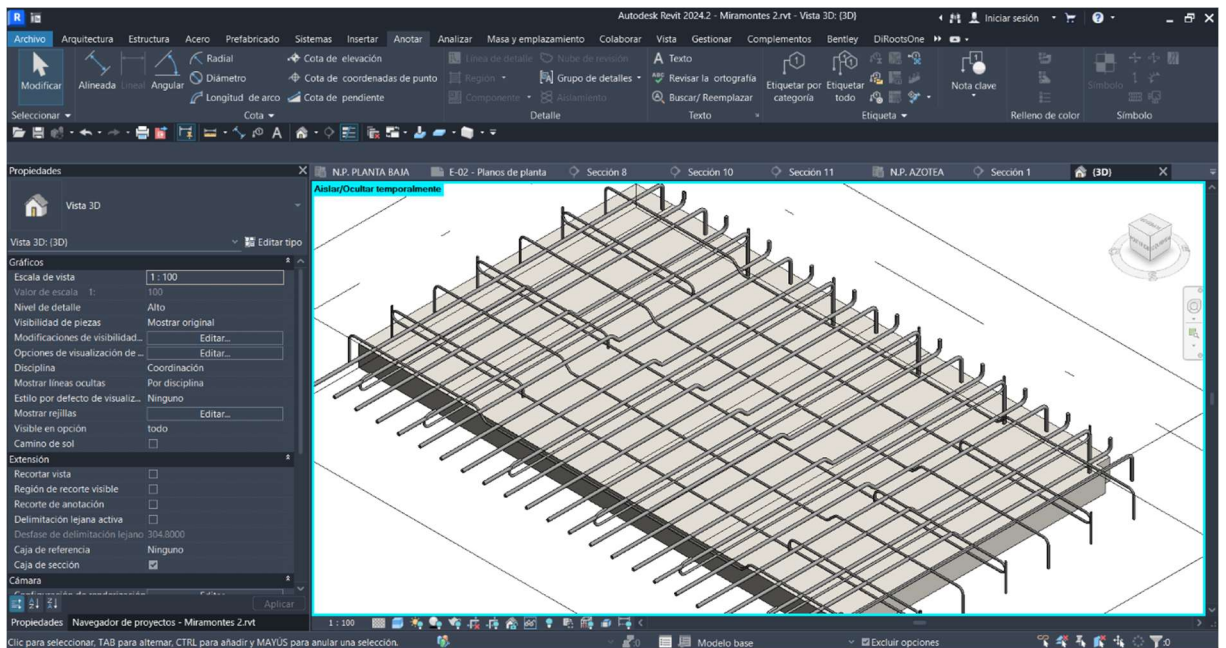


Figura 3.75 Visualización 3D de acero longitudinal elementos suelo (losa maciza) en Revit. Elaboración propia.

3.4. Nivel de Desarrollo (LOD) aplicado a cada elemento estructural

3.4.1. Justificación del LOD empleado por tipo de elemento

El modelo estructural fue creado con un enfoque centrado en la ejecución, lo que explica que la mayoría de los elementos principales se hayan modelado con un Nivel de Desarrollo (LOD) 400, dado que se dispone de información suficiente sobre geometría, materiales y refuerzo estructural. Esto se aplica a elementos tipo marco como vigas, dalas, columnas y castillos, así como a muros, losas macizas y losas aligeradas. En estos casos, el LOD 400 no solo permite una representación precisa en los planos, sino también la inclusión del acero de refuerzo con diámetros, recubrimientos y distribución, tal como se detalla en la memoria de cálculo y el modelo analítico.

Ahora bien, para el resto de los elementos la falsa losa, rampa vehicular y escalera han sido modelados con un LOD 300 ya que no se tiene información respecto a su acero de refuerzo y los detalles se han limitado a su material, dimensiones y ubicación en el proyecto. Con relación al proyecto arquitectónico encontramos que dentro del modelado no se ha incluido ningún elemento por falta de información y este solo ha fungido como punto de partida para la distribución de espacios y la distribución de elementos estructurales.

3.4.2. Limitaciones por información disponible

La metodología BIM aplicada en este proyecto se ejecutó con base en los elementos estructurales diseñados, pero presento limitaciones por el tiempo como limitante en este proyecto en los elementos escalera y rampa de acceso. Aunque dichos elementos forman parte de la propuesta arquitectónica, se integraron con menos información. Por otro lado, al no contar con mecánica de suelos no se ha modelado la cimentación, y si bien tenemos una topografía de anteproyecto, esta deberá verificarse en campo antes del inicio de obra, ya que la precisión topográfica es necesaria para aprovechar la metodología BIM. El LOD, como se expuso en el punto anterior, también delimita el alcance del modelado; por lo tanto, la definición alcanzada se ajusta al grado de información técnica disponible.

CAPITULO -IV-

RESULTADOS DEL MODELADO ESTRUCTURAL

La generación de documentación a partir de un modelo 3D con la metodología BIM es una de las principales funciones por las que se implementa esta metodología. En este apartado, se generarán los planos de planta y los detalles estructurales de cada elemento, así como los pórticos o detalles adicionales a modelar. De igual forma, se incluirán vistas 3D para una representación más visual que aporte al proceso constructivo, y finalmente, se integrarán las tablas de planificación para la extracción de los números generadores.

Los principales elementos que usar vienen del PEB, ya que este nos indicará los parámetros de proyecto a crear, y son los que nos permitirán ubicar los elementos en el proyecto mediante el parámetro nivel. Asimismo, mediante los parámetros de ID, se podrán numerar e identificar cada una de las secciones de acuerdo con lo estipulado en la Tabla 3.; el parámetro unidades de proyecto, que dentro de los planos nos permitirá agregar la unidad principal de las cotas; y el parámetro peso lineal, que nos permitirá cuantificar el acero de refuerzo por kg. Posteriormente, se tendrán que generar plantillas de vista para cada detalle o plano de planta, ya que esto nos permitirá tener una visualización agradable para quien posteriormente ejecute el proyecto. De igual forma, tendremos que cargar las familias para etiquetar los elementos en planta o en los detalles constructivos, así como crear los estilos de cota para acotar planos y detalles constructivos. Para los detalles, habrá que crear secciones y aislar los elementos para ejemplificar únicamente los elementos de la sección o detalle o también se puede aplicar filtros de vista para mostrar únicamente la información a representar, así como las vistas de corte para visualizar los pórticos, empalmes en vigas y empalmes en columnas. Finalmente, se crearán las tablas de planificación, las cuales nos permitirán cuantificar de manera automática cada uno de los elementos modelados. Esto nos permitirá llevar un control de los materiales por etapa de proyecto (niveles) y, a su vez, agregar esta información al presupuesto, ya que cada elemento se podrá visualizar dentro de las tablas con sus propiedades, delimitadas por una plantilla de vista o, en su caso, únicamente con la información que queremos agregar dentro de los campos de dichas tablas.

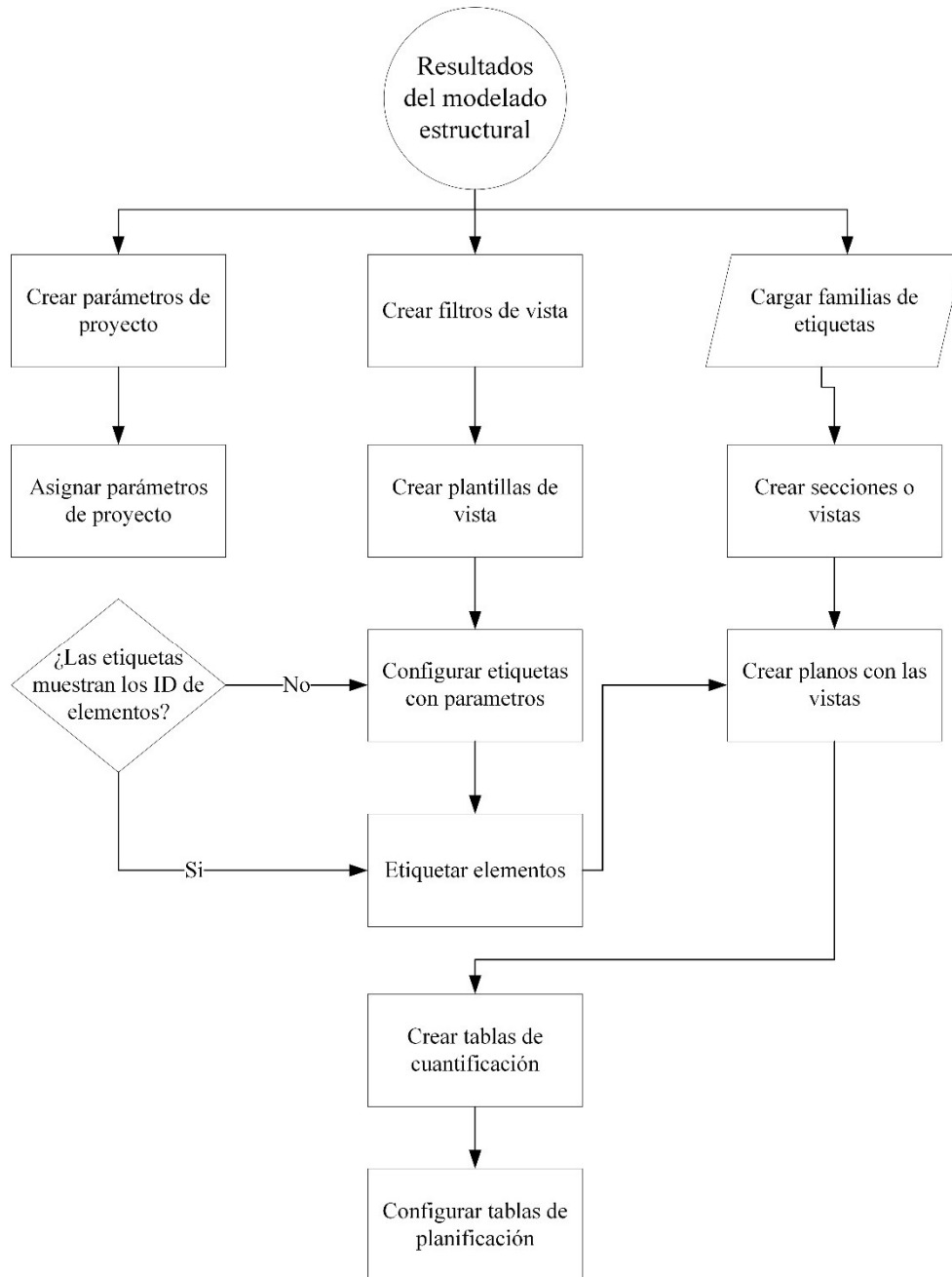


Figura 4.1 Resultados del modelado estructural. Elaboración propia.

4.1. Generación de información a partir del modelo BIM

Para empezar a documentar la información modelada en Revit se tendrán que crear los parámetros de proyecto establecidos en la Tabla 4.1 proporcionadas por el BEP. Para esto usaremos el menú *gestionar* y primero crear los *parámetros compartidos* (ver Figura 4.2) mismos que nos facilitaran agregar posteriormente la información a las etiquetas dentro del proyecto, para

esto se creara cada parámetro y se verificara que cumpla con la información del BEP en la Figura 4.3 y Figura 4.4.

Tabla 4.1 Parámetros para extracción de números generadores del modelo BIM. Elaboración propia.

Nombre del Parámetro	Descripción	Tipo
Nivel	Indica el nivel en el cual se encuentra un elemento/objeto.	Texto
ID COLUMNAS	Indica el ID de la sección diseñada para los objetos de categoría Pilar	Texto
ID LOSA MACIZA	Indica el ID de la sección diseñada para los objetos de categoría suelo	Texto
ID TABLERO	Indica el ID de la sección diseñada para los objetos de categoría suelo	Texto
ID VIGAS	Indica el ID de la sección diseñada para los objetos de categoría viga	Texto
PESO LINEAL	Indica el peso por metro lineal de las armaduras	Otra
UNIDADES DE PROYECTO	Indica la unidad de media en la que esta configuradas las cotas en el proyecto	Texto



Figura 4.2 Opción parámetros compartidos. Elaboración propia.

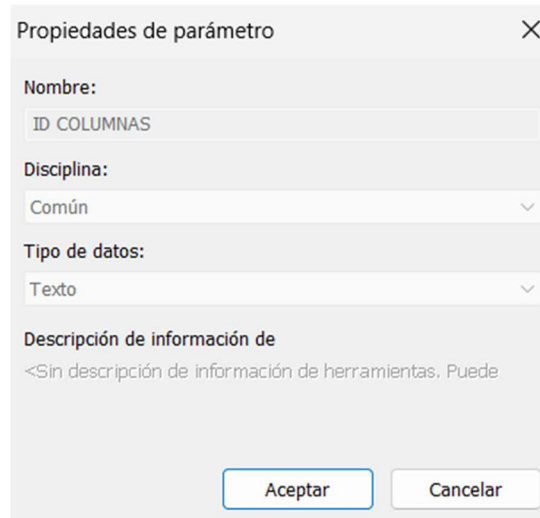


Figura 4.3 Creación de parámetros de compartidos. Elaboración propia.

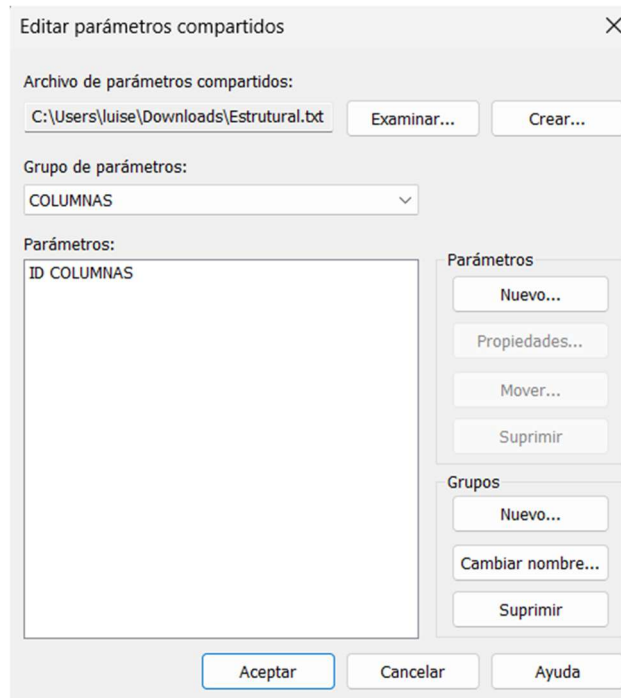


Figura 4.4 Verificar parámetros compartidos. Elaboración propia.

Para crear los *parámetros de proyecto* (ver Figura 4.5) partiremos de los *parámetros compartidos* previamente creados en la opción de tipo de parámetro dentro de las propiedades de parámetro se tendrá que seleccionar parámetro de proyecto y luego dentro del menú emergente seleccionar un parámetro compartido y configurarlo de acuerdo con el BEP ejemplo en: Figura 4.6. Finalmente se verifica que se han creado todos los parámetros (ver Figura 4.7).

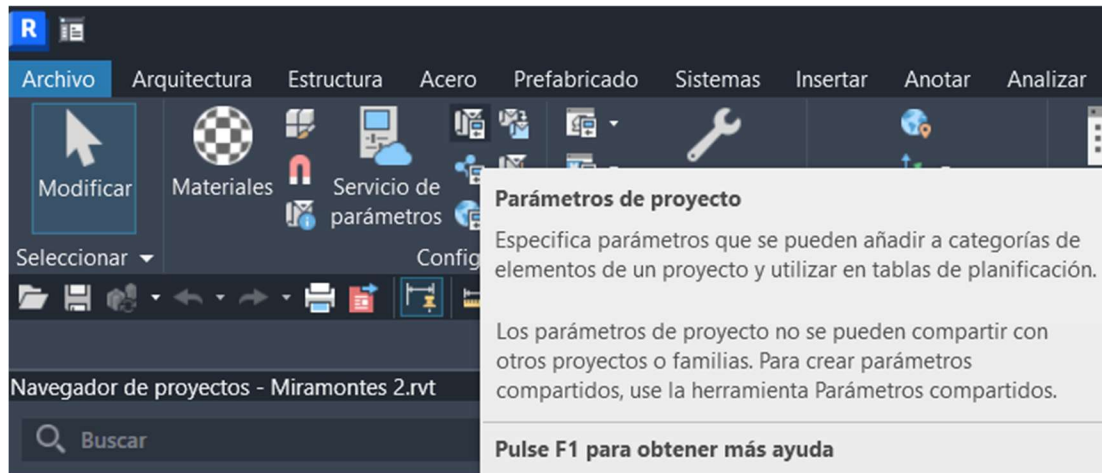


Figura 4.5 Opción parámetros de proyecto. Elaboración propia.

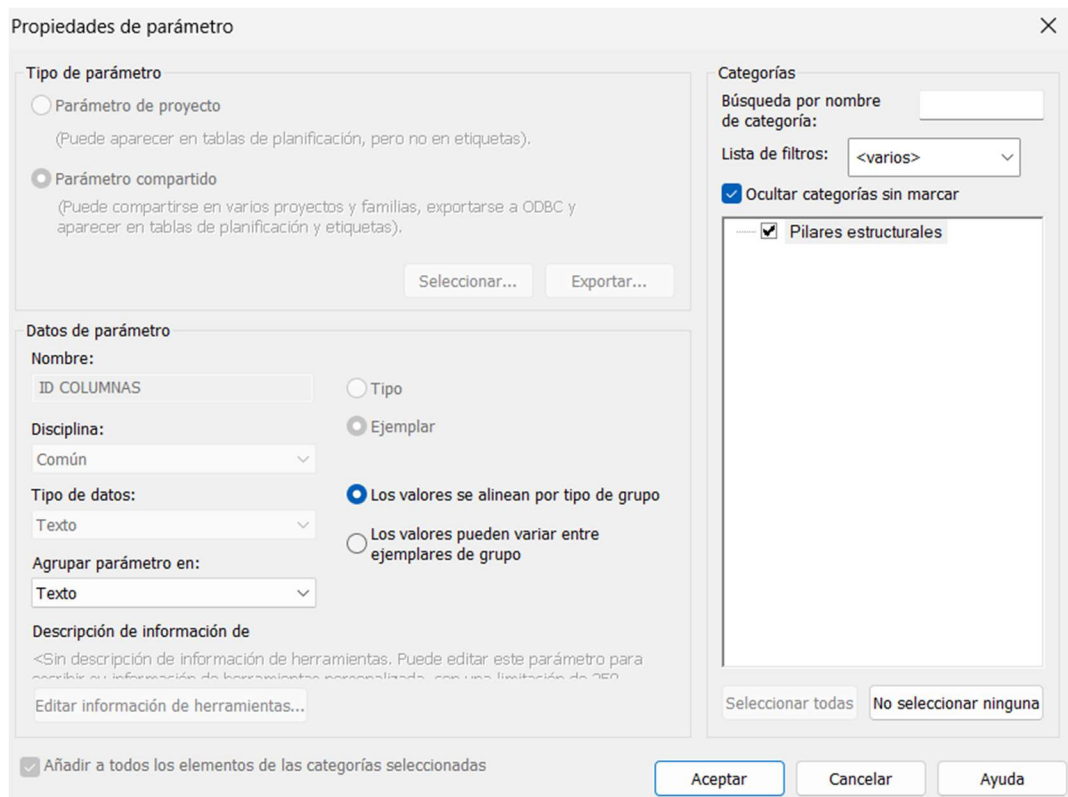


Figura 4.6 Creación de parámetros de proyecto. Elaboración propia.

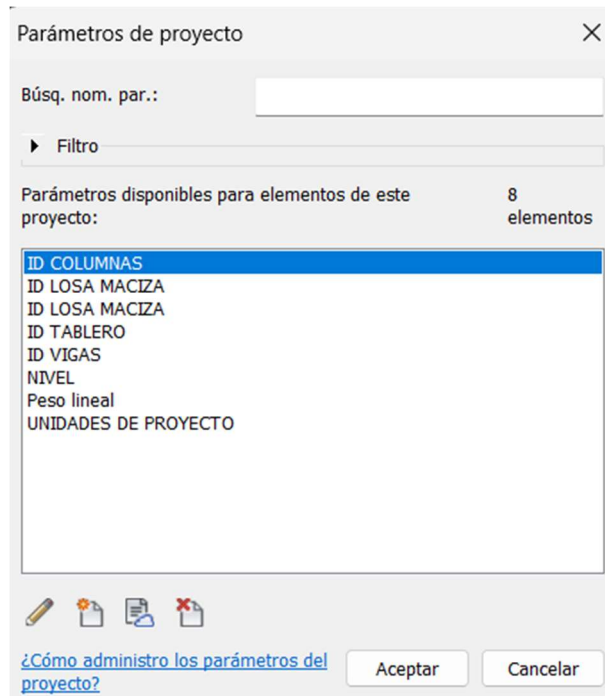


Figura 4.7 Verificar parámetros de proyecto. Elaboración propia.

Ahora, para colocar la información en cada uno de los elementos, al estar ya configurados, dentro de las propiedades de cada uno se mostrará la información. Esto puede visualizarse mediante vistas 3D o vistas de planta, como se muestra en la Figura 4.8.

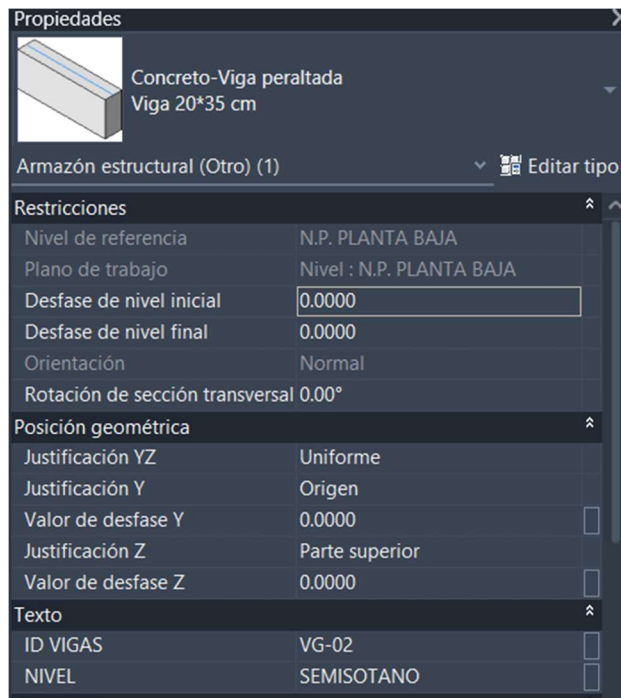


Figura 4.8 Asignación de parámetros de proyecto. Elaboración propia.

4.2. Planos estructurales por niveles

Primero partiremos de las vistas generadas del modelado estructural previamente realizado como en la Figura 4.9, mediante el menú de *vistas* y la opción de *Visibilidad/Gráficos* (ver Figura 4.10) podremos seleccionar que categorías queremos tener visibles en la vista en la Figura 4.11 se ejemplifica el uso de este menú. Se da el formato de visibilidad adecuado para cada uno de los elementos previamente modelados que se muestran en la Figura 4.12.

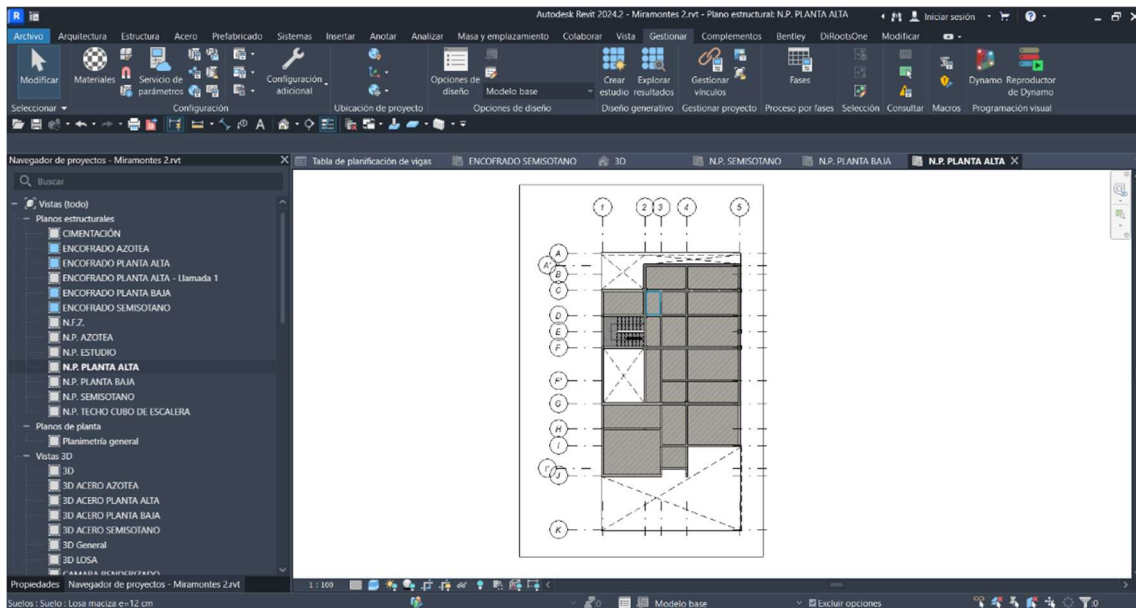


Figura 4.9 Vista en planta Revit. Elaboración propia.



Figura 4.10 Opción Visibilidad/Gráficos en Revit. Elaboración propia.

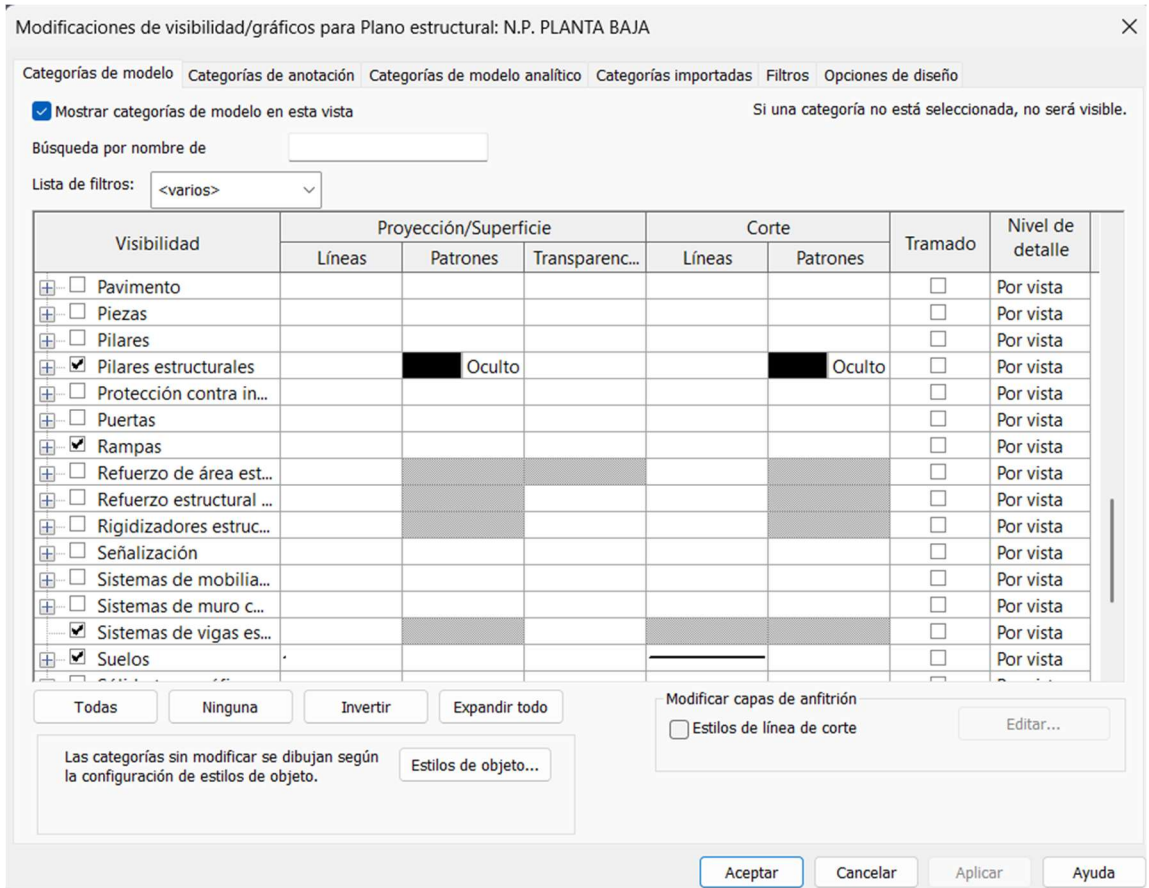


Figura 4.11 Modificaciones de visibilidad/gráficos para vistas en Revit. Elaboración propia.

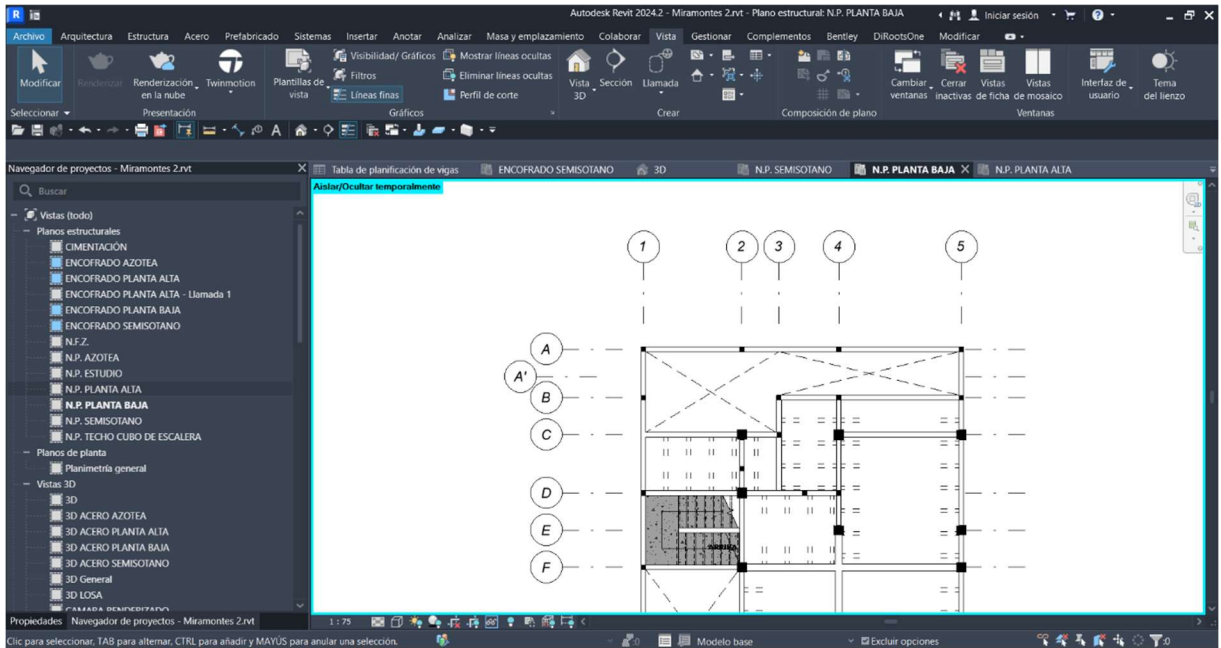


Figura 4.12 Vista en planta con opciones de visibilidad aplicados. Elaboración propia.

A partir de las configuraciones realizadas en una de las vistas en planta obteniendo el resultado de la Figura 4.12, a partir de esa vista podremos crear una plantilla de vista para poder replicar lo ya configurado a el resto de las vistas en el proyecto, esto se hará a partir del menú *Vista*, dentro de las opciones de plantillas de vista usar la opción *crear plantilla a partir de vista actual* dándole un nombre a la plantilla (ver Figura 4.13). Para aplicar la plantilla a cada planta tendremos distintos modos para aplicarlo esto dependerá del objetivo al aplicar la plantilla de vista ya que la aplicaremos desde las propiedades de vista si ya no realizaremos modificaciones adicionales a la vista o en el caso de querer seguir realizando cambios lo haremos mediante la opción *aplicar propiedades de plantilla a vista actual* (ver Figura 4.14).

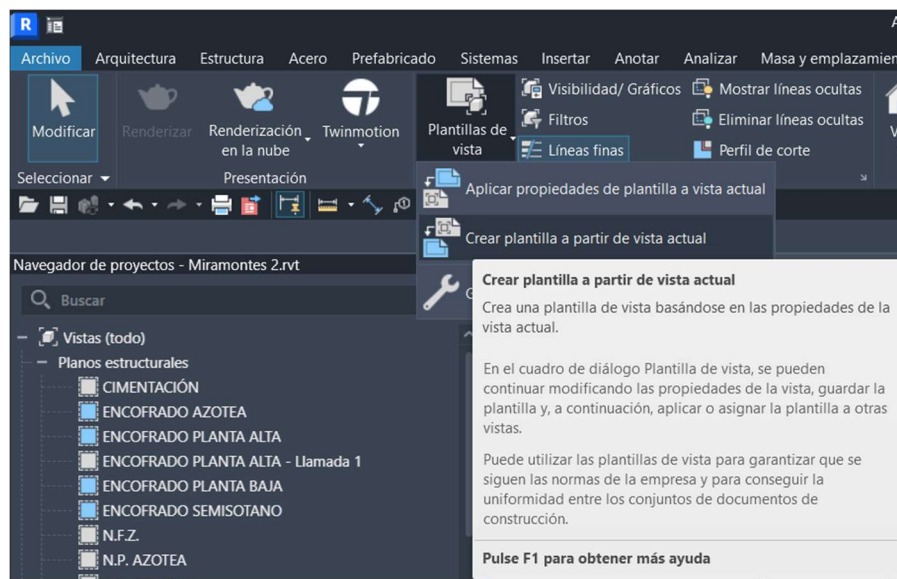


Figura 4.13 Crear plantilla a partir de vista actual en Revit. Elaboración propia.

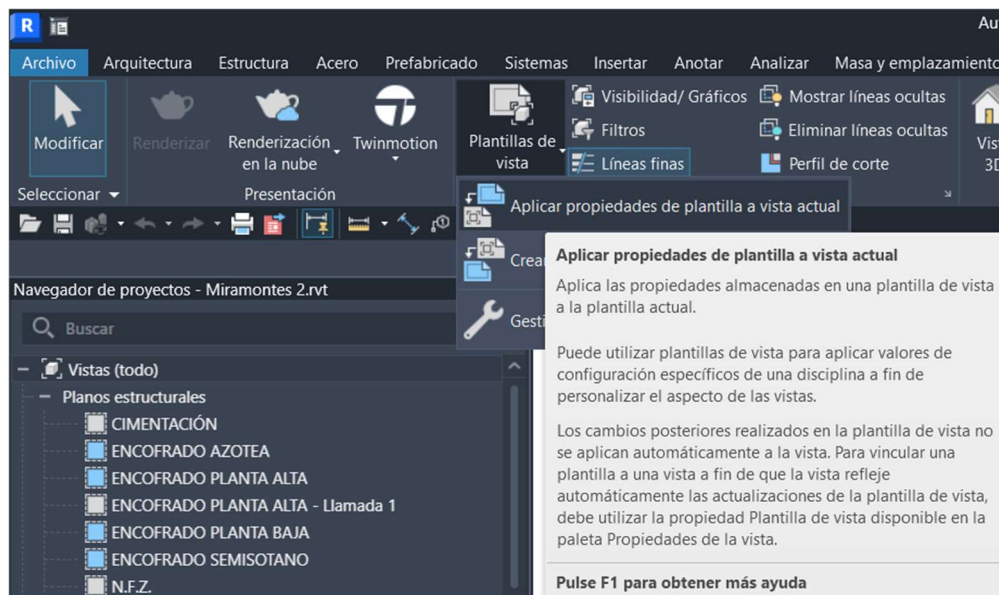


Figura 4.14 Aplicar propiedades de plantilla a vista actual en Revit. Elaboración propia.

Para finalizar la configuración de las vistas en planta será necesario cargar familias de etiqueta, para las vistas en planta como se muestra en la Figura 4.16 y Figura 4.16 lo que se debe mostrar en cada elemento es el ID a excepción de las losas donde se agrega también la información del tipo y el nivel de piso.

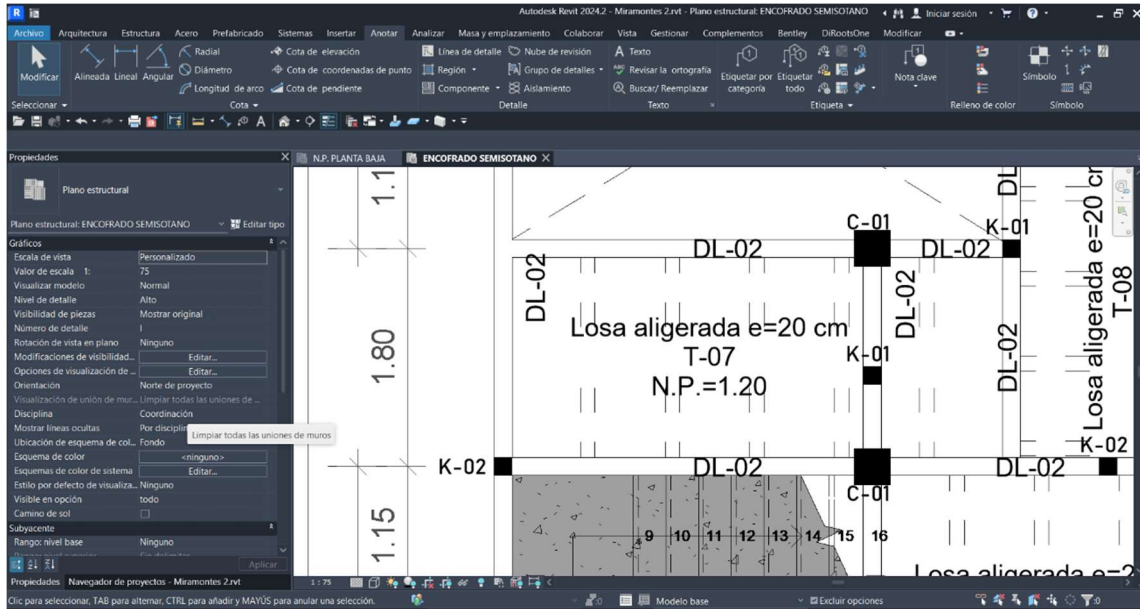


Figura 4.15 Opción etiquetar todo en Revit. Elaboración propia.

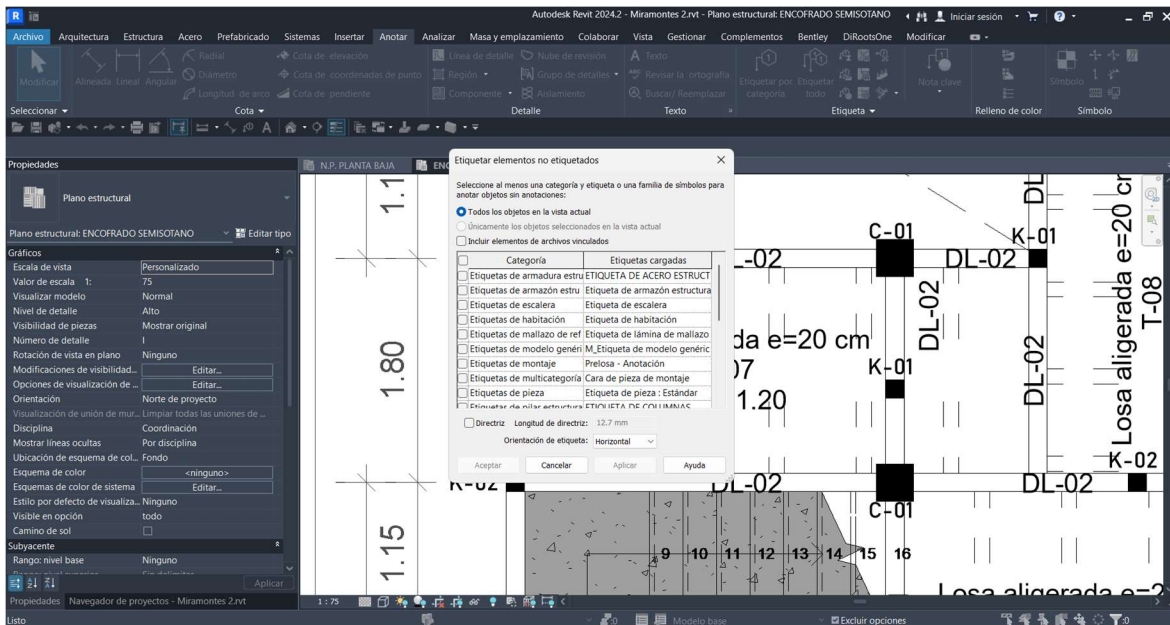


Figura 4.16 Etiquetar vista en planta en Revit. Elaboración propia.

4.3. Detalles estructurales por elemento

Posterior a la creación de las vistas en planta se tendrán que crear las vistas para secciones de cada elemento donde lo más importante a resaltar será las dimensiones del estribo, las dimensiones del elemento, la distribución del armado y el espaciado de los estribos, así como el ID del elementos mostrado en la Figura 4.17 se ejemplifica el resultado final de etiquetar cada sección tipo frame y en la Figura 4.18 se muestra un ejemplo de etiquetar las losas aligeradas, finalmente en la Figura 4.19 se muestra un ejemplo de losas macizas.

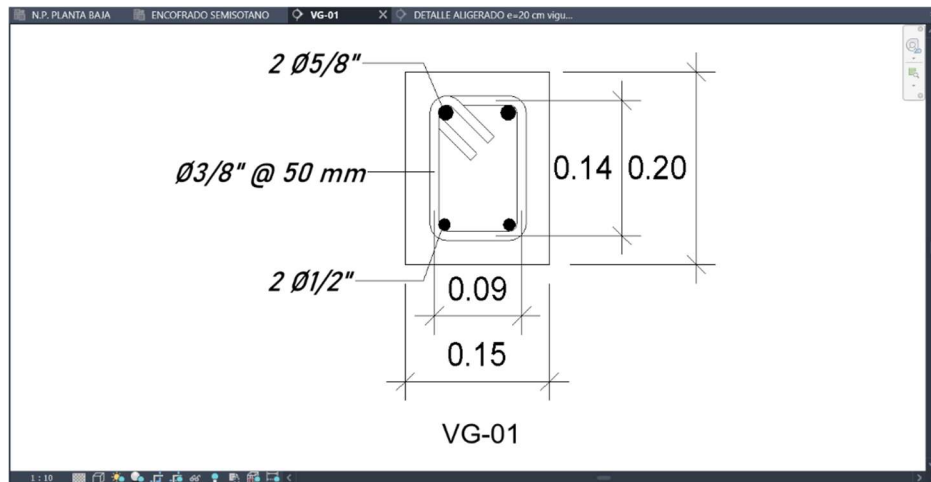


Figura 4.17 Etiquetar vista de detalle vigas, dalas, columnas y castillos. Elaboración propia.

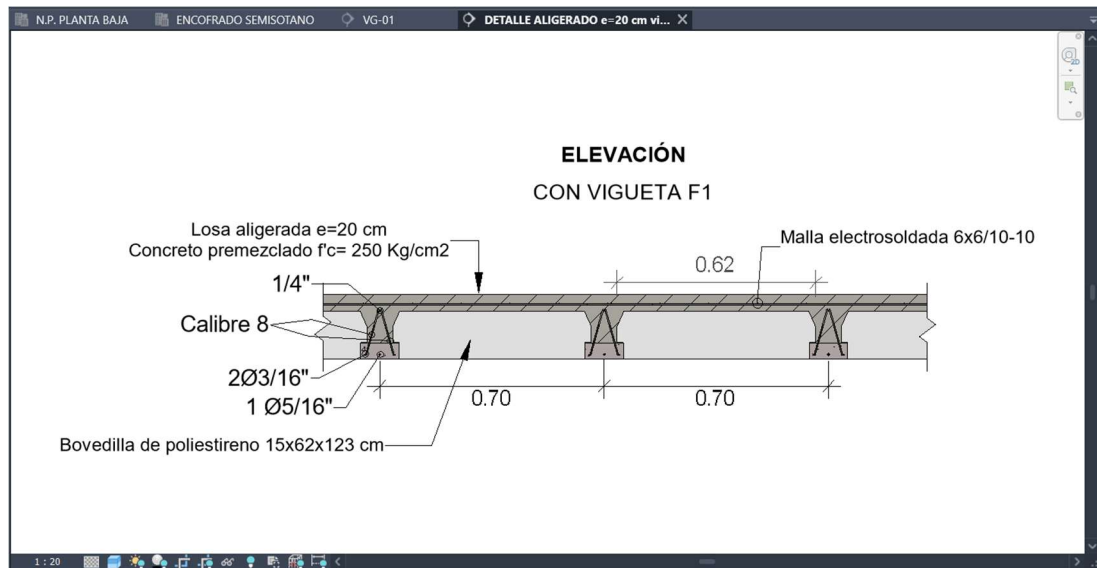


Figura 4.18 Etiquetar vista de detalle losas aligeradas. Elaboración propia.

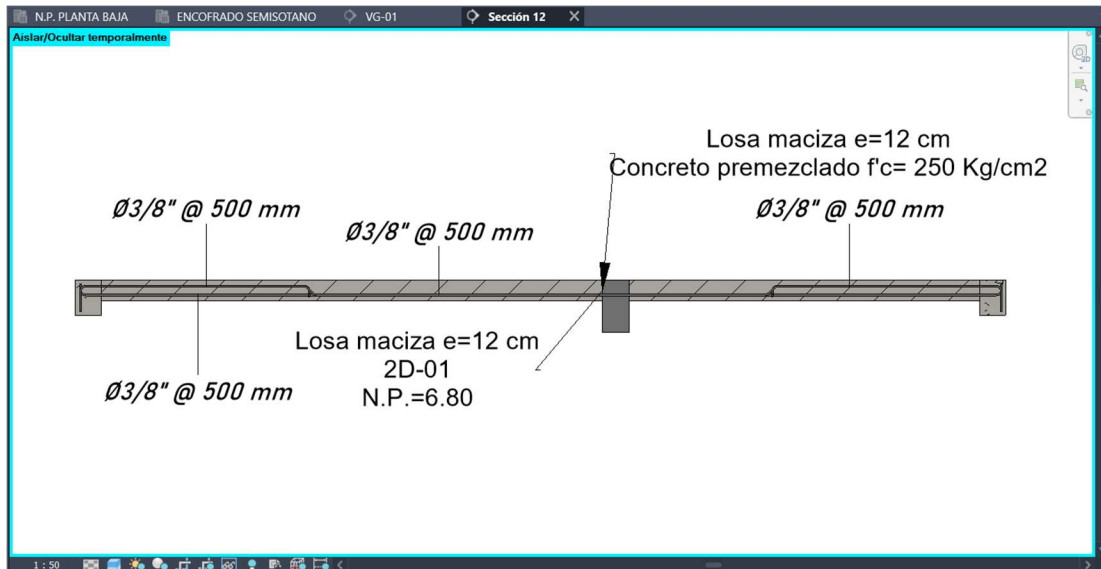


Figura 4.19 Etiquetar vista de detalle losas macizas. Elaboración propia.

4.4. Cortes estructurales/representación de pórticos

En el etiquetado de pórticos o cortes estructurales lo más importante será representar la distribución de los elementos, así como detallado del anclaje de estos y la distribución propia del acero de refuerzo al igual que en la Figura 4.20 se muestra también que se debe etiquetar cada elemento.

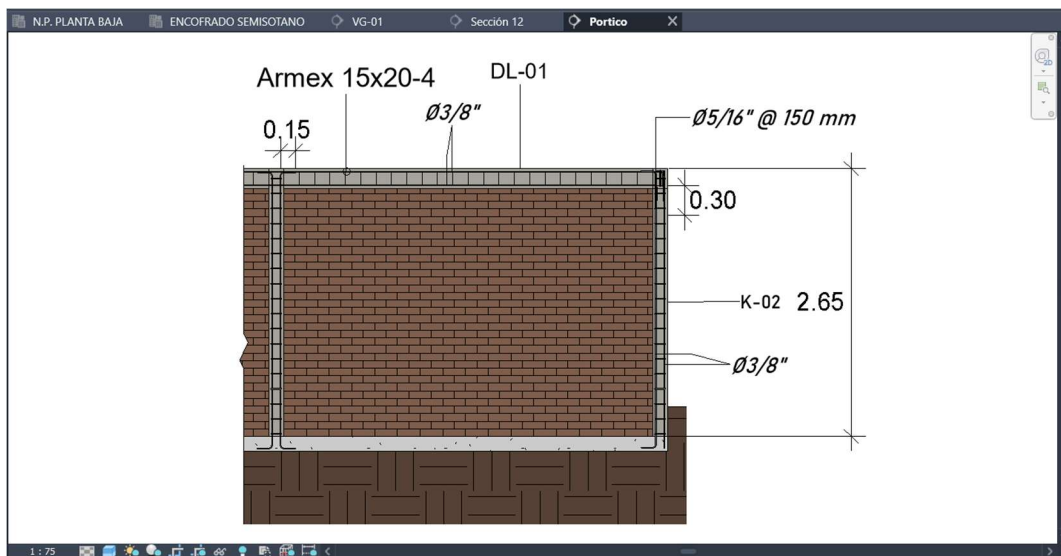


Figura 4.20 Etiquetar vista de detalle de pórticos. Elaboración propia.

4.5. Cuantificación mediante tablas de planificación

Para realizar la cuantificación (números generadores) de cada material modelado dentro del proyecto se usa la creación de vistas y las tablas de planificación en la Figura 4.21 se muestra como acceder a esta opción, posterior se elige la categoría a la que pertenecerá la tabla de planificación, así como el nombre que tendrá (ver Figura 4.22). Finalmente, para tener la tabla bien configurada se editan los campos, filtros, clasificación y formato, estas son primero para filtrar la información a mostrar, el segundo para filtrar los datos mostrados, el tercero para ordenar la información mostrada y la cuarta para mejorar la visualización de los elementos (ver Figura 4.23, Figura 4.24, Figura 4.25 y Figura 4.26). Finalmente, en la Figura 4.27 se muestra un ejemplo.

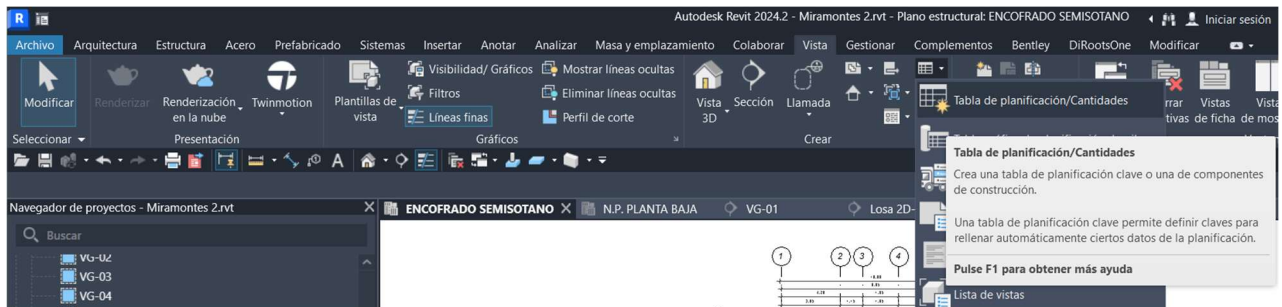


Figura 4.21 Opción tablas de planificación en Revit. Elaboración propia.

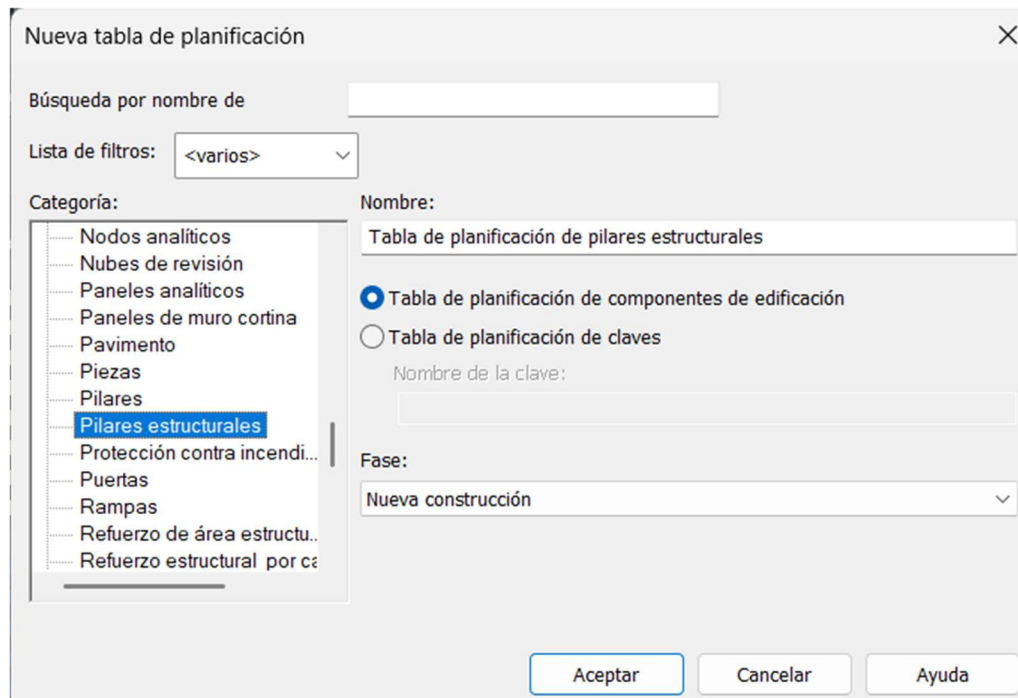


Figura 4.22 Creación de tablas de planificación. Elaboración propia.

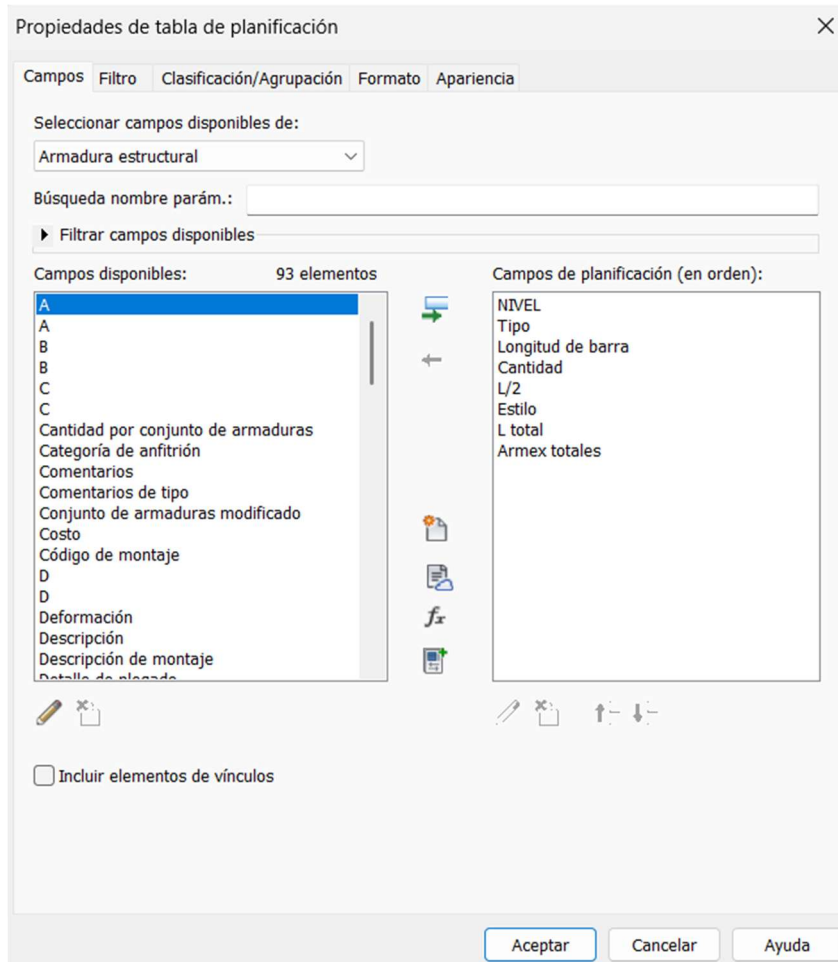


Figura 4.23 Propiedades de tabla de planificación (campos). Elaboración propia.

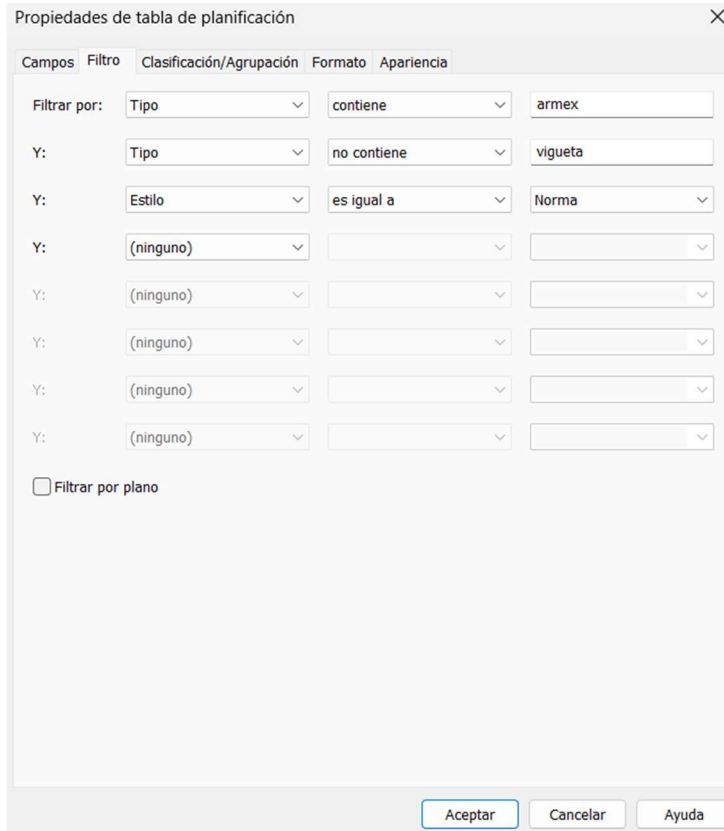


Figura 4.24 Propiedades de tabla de planificación (filtro). Elaboración propia.

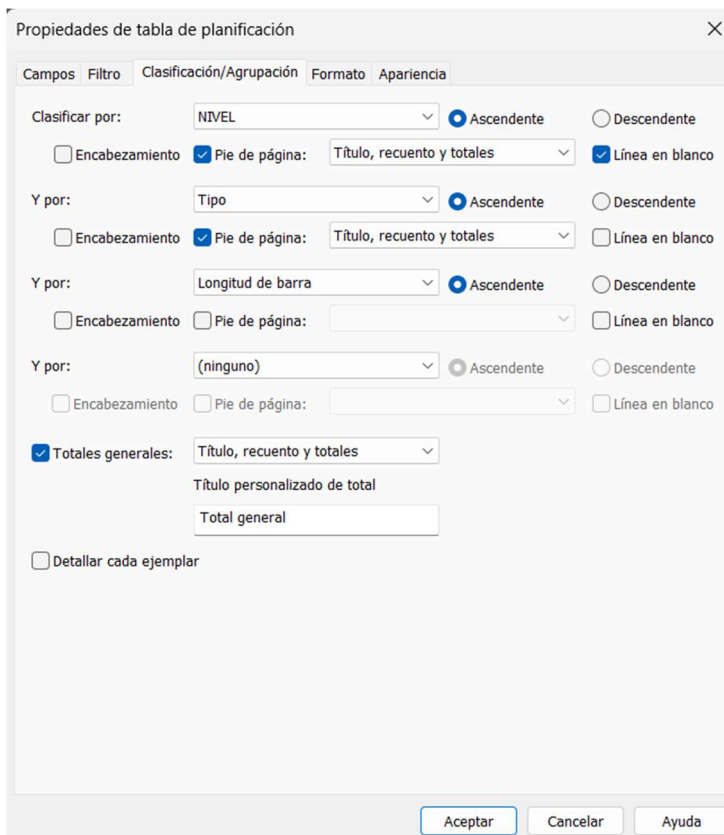


Figura 4.25 Propiedades de tabla de planificación (clasificación). Elaboración propia.

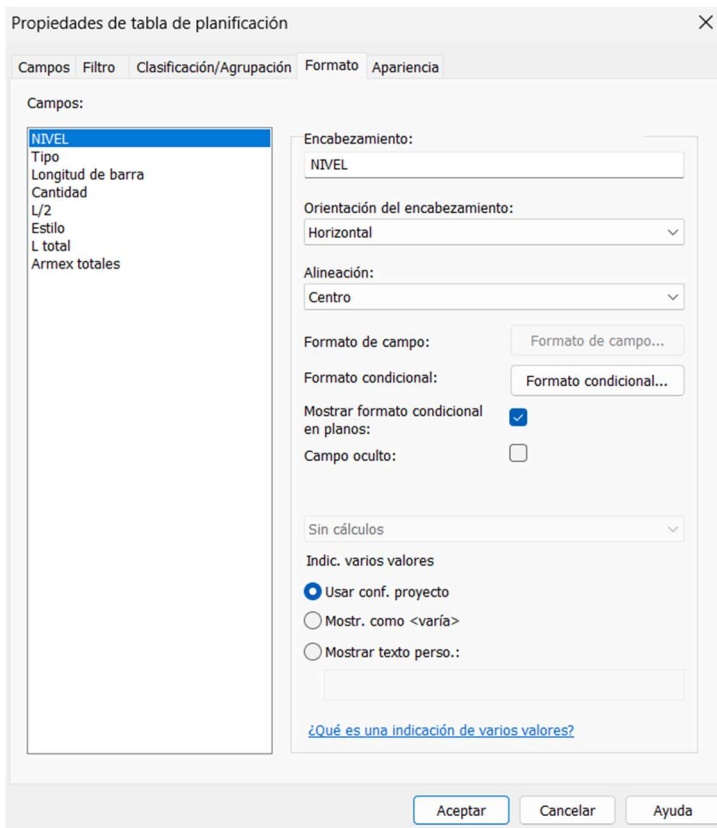


Figura 4.26 Propiedades de tabla de planificación (formato). Elaboración propia.

A	B	C	D	E	F	G	H
NIVEL	Tipo	Longitud de barra	Cantidad	L/2	Estilo	L total	Armex totales
PLANTA ALTA	Longitudinal castillo	2.89 m	2	1.443375	Norma	0.721687	0.120281
PLANTA ALTA	Longitudinal castillo	2.91 m	2	1.452932	Norma	0.726466	0.121078
PLANTA ALTA	Longitudinal castillo	3.50 m	2	1.749145	Norma	0.874572	0.145762
PLANTA ALTA	Longitudinal castillo	7.04 m	2	3.519771	Norma	1.758965	0.291164
PLANTA ALTA	Longitudinal castillo	6.50 m	2	3.251507	Norma	1.625754	0.270969
PLANTA ALTA	Longitudinal castillo	3.40 m	2	1.700324	Norma	0.850162	0.141694
PLANTA ALTA	Longitudinal castillo	3.41 m	2	1.705682	Norma	0.853341	0.142223
PLANTA ALTA	Longitudinal castillo	7.12 m	2	3.558767	Norma	1.779383	0.296564
Longitudinal castillo armex. 16		36.76 m	2	18.380762		9.190381	1.531726
PLANTA ALTA	Longitudinal dala ar	6.52 m	2	3.261002	Norma	1.630945	0.233991
PLANTA ALTA	Longitudinal dala ar	3.51 m	2	1.757447	Norma	0.878723	0.146454
PLANTA ALTA	Longitudinal dala ar	3.65 m	2	1.826935	Norma	0.913467	0.152245
PLANTA ALTA	Longitudinal dala ar	5.67 m	2	2.833372	Norma	1.416686	0.238114
PLANTA ALTA	Longitudinal dala ar	5.80 m	2	2.902245	Norma	1.451122	0.241854
Longitudinal dala armex. 6		24.26 m		12.12789		6.063945	1.010658
PLANTA ALTA. 22		61.02 m		30.508592		15.254296	2.542383
PLANTA BAJA	Longitudinal castillo	3.72 m	2	1.860988	Norma	0.930494	0.155082
PLANTA BAJA	Longitudinal castillo	2.23 m	2	1.117265	Norma	0.558603	0.0931
PLANTA BAJA	Longitudinal castillo	2.24 m	2	1.120452	Norma	0.560226	0.093371
PLANTA BAJA	Longitudinal castillo	9.86 m	2	4.928142	Norma	2.464071	0.410578
PLANTA BAJA	Longitudinal castillo	9.89 m	2	4.947489	Norma	2.473745	0.412291
PLANTA BAJA	Longitudinal castillo	3.55 m	2	1.775247	Norma	0.887624	0.147837
PLANTA BAJA	Longitudinal castillo	10.63 m	2	5.319649	Norma	2.659925	0.444897
PLANTA BAJA	Longitudinal castillo	14.33 m	2	7.165218	Norma	3.582609	0.597102
PLANTA BAJA	Longitudinal castillo	7.19 m	2	3.596635	Norma	1.798317	0.29972
PLANTA BAJA	Longitudinal castillo	10.28 m	2	5.138525	Norma	2.569262	0.42821
PLANTA BAJA	Longitudinal castillo	11.19 m	2	5.595415	Norma	2.797708	0.466285
Longitudinal castillo armex. 24		85.17 m		42.585196		21.292583	3.549964
PLANTA BAJA	Longitudinal dala ar	2.64 m	2	1.320134	Norma	0.661067	0.110178

Figura 4.27 Ejemplo tablas de planificación. Elaboración propia.

CAPITULO -V-

ESTIMACIÓN DE COSTOS Y CRONOGRAMA

5.1. Estructura de desglose del trabajo (WBS)

Para integrar la información modelada en un presupuesto es necesario partir de una WBS que es donde se van a integrar y clasificar cada una de las actividades a realizar en un proyecto de construcción, esto puede ser por etapas para facilitar la elaboración del cronograma de obra, para este proyecto se consideran 4 etapas: semisótano, planta baja, planta alta y azotea, dentro de estas etapas las actividades se clasificaran en grupos que son: muros, castillos, dalas, columnas, trabes y losas en la Figura 5.1 se ejemplifica en orden de actividades como se desarrolla la WBS. Para el desarrollo de estas mismas se define cada uno de los conceptos de trabajo esto de acuerdo con la cuantificación realizada. Se justifica que para este proyecto la cuantificación se ha realizado por categoría de elemento ya que es la forma en la que trabaja el software y de acuerdo con la una Construbase que es una base de datos que almacena información para realizar proyectos de presupuestos de igual forma se usa una nomenclatura dentro de la Tabla 5.1 que indica la nomenclatura de cada uno de los conceptos dentro del proyecto. Y en la Tabla 5.2 se muestra que se cuantificara en cada una de las categorías dentro del proyecto, también la unidad en la que se realiza dicha cuantificación. Como comentario se indica que la cuantificación de la cimbra se ha hecho de forma manual mediante tablas de cálculo en Excel en base a la información del modelo 3D por lo que esta no se encuentra al 100% dentro de la metodología BIM.

Tabla 5.1 Nomenclatura de conceptos. Elaboración propia.

Disciplina	Etapas	Número	Etapas
Estructura	SS	###	Semisótano
	PB		Planta baja
	PA		Planta alta
	AZ		Azotea

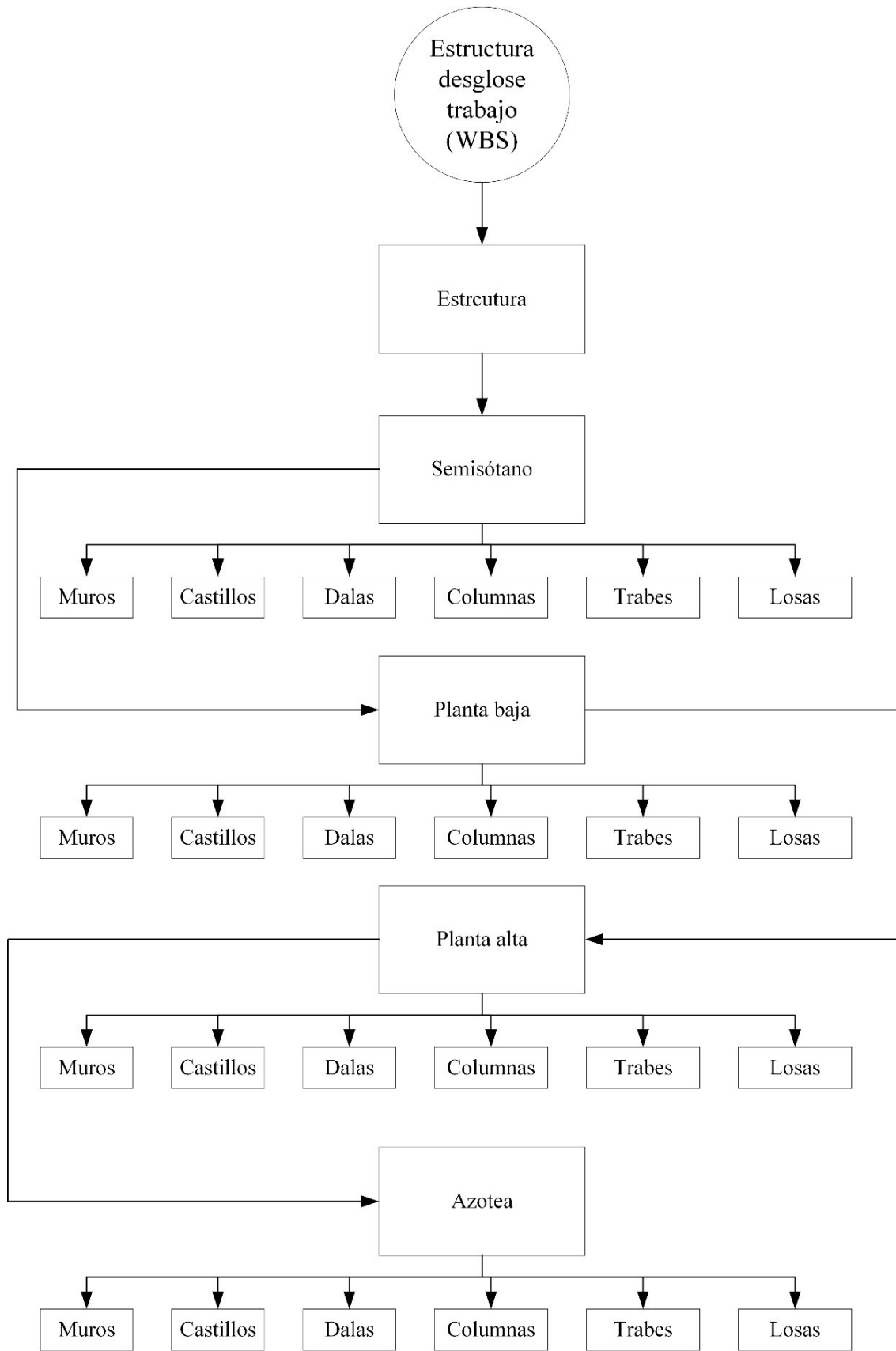


Figura 5.1 Estructura desglose trabajo (WBS). Elaboración propia.

Tabla 5.2 Elementos a cuantificar. Elaboración propia.

Actividad	Elemento a cuantificar	Unidad
Muros	Muro 12 cm	m ²
	Acero #3.0 Fy=4200 kg/cm ²	kg
Castillos	Acero #2.5 Fy=6000 kg/cm ²	Kg
	Acero #3.0 Fy=4200 kg/cm ²	
	Armex 15x15-4	m
	Cimbra	m ²
	Concreto F'c=200 kg/cm ²	m ³
Dadas	Acero #2.5 Fy=6000 kg/cm ²	Kg
	Acero #3.0 Fy=4200 kg/cm ²	
	Armex 15x20-4	m
	Cimbra	m ²
	Concreto F'c=200 kg/cm ²	m ³
Columnas	Acero #3.0 Fy=4200 kg/cm ²	Kg
	Acero #4.0 Fy=4200 kg/cm ²	
	Acero #6.0 Fy=4200 kg/cm ²	
	Cimbra	m ²
	Concreto F'c=250 kg/cm ²	m ³
Trabes	Acero #3.0 Fy=4200 kg/cm ²	Kg
	Acero #4.0 Fy=4200 kg/cm ²	
	Acero #5.0 Fy=4200 kg/cm ²	
	Acero #6.0 Fy=4200 kg/cm ²	
	Cimbra	m ²
	Concreto F'c=250 kg/cm ²	m ³
Losa	Losa maciza 12 cm 1D-01	m ²
	Losa maciza 12 cm 1D-02	
	Losa maciza 12 cm 1D-03	
	Losa maciza 12 cm 2D-01	
	Losa maciza 12 cm 2D-02	
	Losa aligerada 20 cm	
	Acero 3/16" Fy=6000 kg/cm ²	Kg

5.2. Cuantificación automática de materiales desde Revit

Se tendrá que recabar información por nivel en base a lo establecido en la Tabla 5.2 mediante la información generada en Revit como en la Tabla 5.3, esto se hará de forma manual ya que el software para desarrollar el presupuesto no cuenta con un vínculo directo a Revit, sin

embargo en Revit si se realiza algún cambio las tablas de planificación se actualizarán, por lo que para el mismo caso la recapitulación de información se hará mediante una hoja de cálculo en Excel similar a la de la Tabla 5.4 Cantidades de Revit en Excel. Elaboración propia. misma que copiando la información y pegándola se puede pasar al software NEODATA para realizar el presupuesto.

Tabla de planificación de columnas y castillos				
A	B	C	D	E
Tipo	ID COLUMNAS	NIVEL	Volumen	M3 de concreto
C - 30*30 cm	C-02	AZOTEA	0.20 m³	0.2079
C - 30*30 cm: 1			0.20 m³	0.2079
K - 15*15 cm	K-02	AZOTEA	0.29 m³	0.30807
K - 15*15 cm: 6			0.29 m³	0.30807
AZOTEA: 7			0.49 m³	0.51597
C - 30*30 cm	C-01	PLANTA ALTA	0.97 m³	1.0206
C - 30*30 cm	C-02	PLANTA ALTA	0.49 m³	0.5103
C - 30*30 cm: 6			1.46 m³	1.5309
K - 15*15 cm	K-01	PLANTA ALTA	0.49 m³	0.5103
K - 15*15 cm	K-02	PLANTA ALTA	1.64 m³	1.722263
K - 15*15 cm: 35			2.13 m³	2.232563
PLANTA ALTA: 41			3.58 m³	3.763463
C - 30*30 cm	C-01	PLANTA BAJA	1.31 m³	1.37025
C - 30*30 cm	C-02	PLANTA BAJA	0.78 m³	0.821992
C - 30*30 cm: 8			2.09 m³	2.192243
K - 15*15 cm	K-01	PLANTA BAJA	0.79 m³	0.828056
K - 15*15 cm	K-02	PLANTA BAJA	1.41 m³	1.479676
K - 15*15 cm: 33			2.20 m³	2.307732
PLANTA BAJA: 41			4.29 m³	4.499975
C - 30*30 cm	C-01	SEMISOTANO	1.43 m³	1.501526
C - 30*30 cm	C-02	SEMISOTANO	0.71 m³	0.750409
C - 30*30 cm: 9			2.14 m³	2.251935
K - 15*15 cm	K-01	SEMISOTANO	0.42 m³	0.437864
K - 15*15 cm	K-02	SEMISOTANO	1.35 m³	1.413923
K - 15*15 cm: 31			1.76 m³	1.851787
SEMISOTANO: 40			3.91 m³	4.103722

Tabla 5.3 Ejemplo tabla de planificación. Elaboración propia.

Tabla 5.4 Cantidades de Revit en Excel. Elaboración propia.

Actividad	Elemento a cuantificar	Unidad	Semisotano	Planta baja	Planta alta	Azotea
Muros	Muro 12 cm	m ²	178.760	119.760	112.960	21.630
	Acero #3.0 Fy=4200 kg/cm ²	kg	7.170	20.130	31.790	11.700
Castillos	Acero #2.5 Fy=6000 kg/cm ²	Kg	4.800	3.380	6.170	1.200
	Acero #3.0 Fy=4200 kg/cm ²		138.650	129.990	96.440	14.700
	Armex 15x15-4	m	14.159	21.293	9.190	4.118
	Cimbra	m ²	25.064	29.403	29.799	0.000
	Concreto F'c=200 kg/cm ²	m ³	1.852	2.308	2.233	0.308
Dalas	Acero #2.5 Fy=6000 kg/cm ²	Kg	7.360	6.040	3.810	1.340
	Acero #3.0 Fy=4200 kg/cm ²		166.240	76.620	50.710	15.010
	Armex 15x20-4	m	41.176	10.588	6.064	4.214
	Cimbra	m ²	53.135	24.183	14.255	0.000
	Concreto F'c=200 kg/cm ²	m ³	3.881	1.762	1.106	0.309
Columnas	Acero #3.0 Fy=4200 kg/cm ²	Kg	16.220	14.420	10.810	1.800
	Acero #4.0 Fy=4200 kg/cm ²		94.590	62.510	58.770	5.390
	Acero #6.0 Fy=4200 kg/cm ²		33.250	41.170	16.430	6.140
	Cimbra	m ²	26.460	25.920	18.576	2.496
	Concreto F'c=250 kg/cm ²	m ³	2.252	2.192	1.531	0.208
Trabes	Acero #3.0 Fy=4200 kg/cm ²	Kg	2.090	9.430	11.870	0.670
	Acero #4.0 Fy=4200 kg/cm ²		10.990	26.410	54.670	4.130
	Acero #5.0 Fy=4200 kg/cm ²		38.040	68.430	103.570	6.490
	Acero #6.0 Fy=4200 kg/cm ²		30.500	216.140	124.610	0.000
	Cimbra	m ²	117.411	49.427	45.787	1.754
	Concreto F'c=250 kg/cm ²	m ³	0.629	4.159	3.629	0.128
Losa	Losa maciza 12 cm 1D-01	m ²	6.470	19.390	13.600	8.380
	Losa maciza 12 cm 1D-02		0.000	4.300	0.000	0.000
	Losa maciza 12 cm 1D-03		0.000	0.000	10.320	0.000
	Losa maciza 12 cm 2D-01		0.000	10.430	88.500	0.000
	Losa maciza 12 cm 2D-02		0.000	0.000	37.500	0.000
	Losa aligerada 20 cm		91.600	65.380	0.000	0.000
	Acero 3/16" Fy=6000 kg/cm ²	Kg	97.504	145.684	0.000	0.000

5.3. Elaboración del programa de obra y presupuesto en NEODATA

Partiendo del resumen de información de la cuantificación en la Tabla 5.4 se realiza la WBS en formato que admite el programa de NEODATA con las columnas partida, código, descripción completa, unidad y cantidad que se encuentra en la Figura 5.2.

Partida	Código	Descripción completa	Unidad	Cantidad
E		Residencial "La Concepción"		
E.3		Estructura		
E.3.1		Semisotano		
E.3.1.1		Muros		
E.3.1.1	EST-SS-001	Muro de 12 cm. de espesor, de tabique rojo recocido, asentado con mezcla cemento arena 1:5 acabado común, incluye: materiales, mano de obra, equipo y herramienta.	m2	178.76
E.3.1.1	EST-SS-002	Acero de refuerzo longitudinal en muros del No. 3 (3/8"), de Fy=4200 kg/cm2, incluye: suministro de materiales, acarrees, cortes, traslapes, ganchos, escuadras, dobles, desperdicios, habilitado, amarres, mano de obra, equipo y herramienta.	kg	7.17
E.3.1.2		Castillos		
E.3.1.2	EST-SS-003	Acero de refuerzo de estribos en castillos 15*15 del No. 2.5 (5/16"), de Fy=6000 kg/cm2, incluye: suministro de materiales, acarrees, cortes, traslapes, ganchos, escuadras, dobles, desperdicios, habilitado, amarres, mano de obra, equipo y herramienta.	kg	4.8
E.3.1.2		Acero de refuerzo longitudinal en castillos 15*15 del No. 3 (3/8"), de Fy=4200 kg/cm2, incluye: suministro de materiales, acarrees		

Figura 5.2 Formato de WBS a NEODATA. Elaboración propia.

En el inicio de NEODATA se crea un nuevo catálogo de obras y dentro de este se crea una nueva obra que se configura con la información del proyecto como se muestra en la Figura 5.3.

Detalle de la obra: La concepción

Nombre: La concepción

Descripción: Presupuesto de proyecto estructural

Dirección: Villas de la Concepción, Libramiento Circuito de la Concepción km 2.5/N

Colonia: La Concepción Código postal: 42080

Ciudad: PCH PACHUCA

Estado: HGO Hidalgo

Teléfono: Mail:

Observaciones:

Obra bloqueada

Obra maestra

Botones: Editar, Aplicar, Aceptar

Figura 5.3 Creación de obra en NEODATA. Elaboración propia.

Ya con el proyecto creado dentro de NEODATA se tendrá que copiar la información del Excel con la WBS cargada y pegar del portapapeles en NEODATA (ver Figura 5.4).

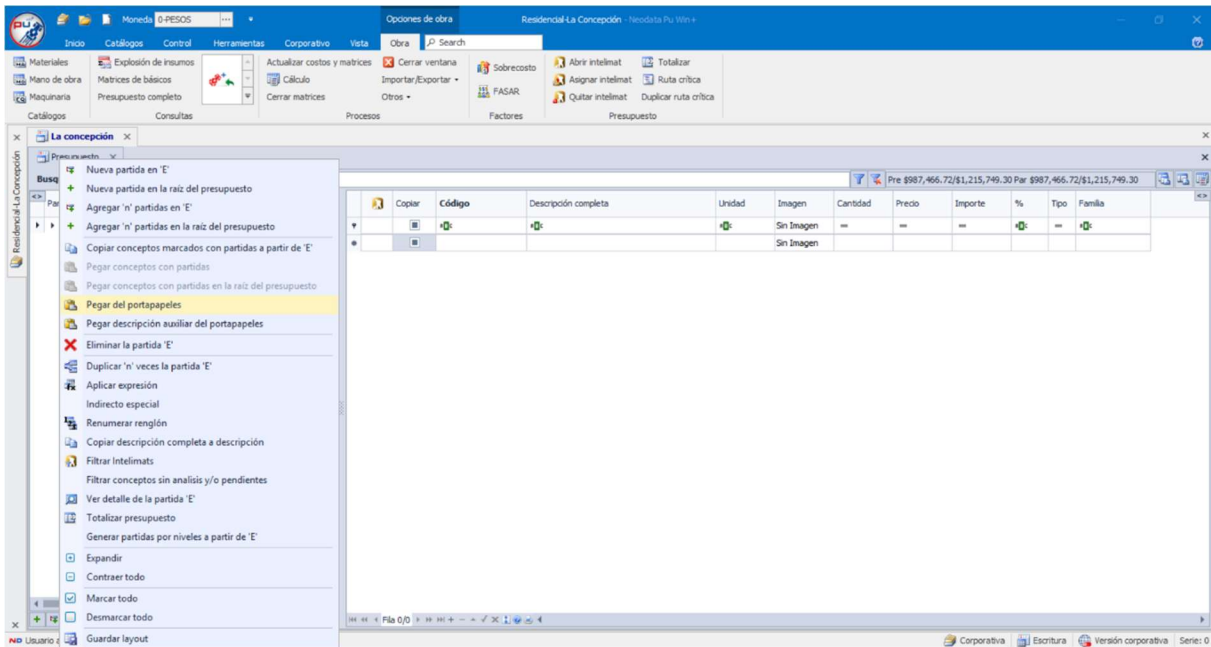


Figura 5.4 Cargar WBS a NEODATA. Elaboración propia.

Previo a configurar cada uno de los conceptos se carga la información de cada uno de los catálogos (materiales, mano de obra, maquinaria) y las matrices de básicos. Para el catálogo de materiales se ingresa el código, la descripción, la unidad y los costos, así como la fecha en la que se realizó la consulta del precio del material (ver Figura 5.5). Para la mano de obra de igual forma se carga el código, descripción y unidad, pero además se configura y carga la información del Factor de Salario Real (FASAR) (ver Figura 5.6 y Figura 5.7). Para la maquinaria se carga la información general y también se configura la información del costo horario (ver Figura 5.8 y Figura 5.9). Finalmente, las matrices de básicos se crean a partir de la información de los catálogos previamente cargados donde se configura el código, descripción, unidad y el tipo (ver Figura 5.10).

P	Código	Descripción completa	Tipo	Unidad	Costo LAB	Fletes	Manobra	Almacenaje	Derechos	Mermas	Costo	Fecha
✓	303-ARF-11	ALAMBRE RECOCIDO CAL. 16, (L.59 mm Ø), KG, 0.016 KG/M		1 kg	\$22.10						\$22.10	08/08/2024
✓	305-CLA-13	CLAVOS PARA MADERA DE 2 1/2" (260 pzas/kg) CAJA DE 25 KG		1 kg	\$26.00						\$26.00	08/08/2024
✓	305-CLA-14	CLAVOS PARA MADERA DE 4" (77 pzas/kg) CAJA DE 25 KG		1 kg	\$26.00						\$26.00	08/08/2024
✓	305-M3A-0	DUELA DE PINO DE 3a DE 3"x4"x8" (0.0190, 20x2-44 kg)		1 PZA	\$52.20						\$52.20	08/08/2024
✓	305-M3A-0	BARROTE DE PINO DE 3a, DE 1 1/2"x3 1/2"x8"		1 PZA	\$63.00						\$63.00	08/08/2024
✓	305-M3A-0	POLIN DE PINO DE 3a, DE 3 1/2"x3 1/2"x8"		1 PZA	\$114.00						\$114.00	08/08/2024
✓	305-M3A-0	CHAPLAN DE PINO DE 1"x1"x8"		1 PZA	\$20.00						\$20.00	08/08/2024
✓	305-M3A-0	TRIPLAY DE PINO P/CINERA DE 19 MM, HOJA DE 1.25x2.44 M.		1 PZA	\$870.00						\$870.00	08/08/2024
✓	359-CMB-0	DIESEL		1 LT	\$22.12						\$22.12	08/08/2024
✓	359-CMB-0	GASOLINA		1 LT	\$20.78						\$20.78	08/08/2024
✓	359-CMB-0	ACEITE		1 LT	\$80.00						\$80.00	08/08/2024
✓	ALR-CAL16	ALAMBRE RECOCIDO CAL. 16, (L.59 mm Ø), KG, 0.016 KG/M		1 kg	\$23.50						\$23.50	08/06/2025
✓	AR-001	ARENA 1 M3		1 m3	\$641.66						\$641.66	07/06/25
✓	AR-15-15-4	ARMEX 15x15-4, M.		1 m	\$25.50						\$25.50	08/06/2025
✓	AR-15-20-4	ARMEX 15x20-4, M.		1 m	\$25.83						\$25.83	08/06/2025
✓	AT-001	AGUA DE TOMA		1 m3	\$32.00						\$32.00	07/06/2025
✓	BOV-62	BOVEDILLA DE POLIESTIRENO DE 62x123x15		1 PZA	\$162.00						\$162.00	09/06/2025
✓	CEM-001	CEMENTO EXTRA GRIS CEMEX 25 KG		1 Bufo	\$130.00						\$130.00	07/06/2025
✓	GR-001	GRAVA 1 M3		1 m3	\$678.33						\$678.33	07/06/2025
✓	M-6x6-10/10	MALLA ELECTROSOLDADA 6x6/10-10, M2 (2.50x40 kg)		1 m2	\$18.12						\$18.12	09/06/2025
✓	PRE-200	CONCRETO PREMEZCLADO Fc=200 KG/CM2		1 m3	\$2,474.63						\$2,474.63	08/06/2025
✓	CONCRETO PREMEZCLADO Fc=250 KG/CM2			1 m3	\$3,063.10						\$3,063.10	08/06/2025

Figura 5.5 Catálogo de materiales en NEODATA. Elaboración propia.

P	Código	Descripción completa	Unidad	Tipo	Salario Base	Factor de salario integrado	Fasar	Salario Integrado	Salario Real	Viáticos	Alimentación y Hospedaje	Gastos de espeso	Otras Prestaciones	CostoTotal	Tipo fassar	Fecha
✓	AY-001	AYUDANTE DE ALBAÑIL	Jor	2	\$270.83	1.045205	1.929892	\$283.07	\$522.67	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$522.67	1	09/06/2025
✓	C-001	CARPINTERO	Jor	2	\$551.00	1.045205	1.795573	\$575.91	\$989.36	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$989.36	1	21/06/2025
✓	CAB-001	CABO DE OFICIOS	Jor	2	\$519.00	1.045205	1.803544	\$542.46	\$936.04	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$936.04	1	09/06/2025
✓	MO067	OPERADOR DE MAQUINARIA MENOR	Jor	2	\$477.00	1.045205	1.815996	\$498.56	\$866.09	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$866.09	1	09/06/2025
✓	OFA-001	OFICIAL ALBAÑIL	Jor	2	\$407.17	1.045205	1.841440	\$425.58	\$749.78	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$749.78	1	09/06/2025
✓	P-001	PEÓN	Jor	2	\$254.66	1.045205	1.946710	\$266.17	\$495.75	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$0.00	\$495.75	1	09/06/2025

Figura 5.6 Catálogo de mano de obra en NEODATA. Elaboración propia.

FASAR

Año de los % de Aplicación: 2024

Salario mínimo: 278.80

UMA: 0.00

Impuesto sobre nómina: 2.00%

Otros cargos: 0.00%

Limite Superior: Grupo 1: 25.0000, Grupo 2: 25.0000

Considerar: Solo % Patrón, %Patrón + %Trabajador

SAR: 2.00%, INFONAVIT: 5.00%

Porcentajes establecidos para la determinación de las cuotas del año elegido

Enfermedades y Maternidad: Cuota fija: 20.4000%, Excedente 3 UMA: 1.5000%, Prestaciones en dinero: 0.9500%, Prestaciones en especie(pensionados): 1.4250%

Riesgo de trabajo: 7.58875%

Guarderías: 1.0000%

Invalidez y vida: 2.3750%

Cesantía en edad avanzada y vejez: 4.2750%

Opciones Libro: Libro FASAR: FasarEstandar, Versión: 2024-02-07-06-58

Modificar hoja

Aceptar, Cancelar

Figura 5.7 FASAR en NEODATA. Elaboración propia.

P	CH	Código	Descripción completa	Unidad	Tipo	Costo	Vida económica Barras	Vida económica Piezas	Potencia	Factor Operación	Factor Combustible	Factor otras fuentes	Factor Lubricante	Capacidad cárter	Hrs cambio
		%MO1	HERRAMIENTA MENOR	%	3	\$1.00				0.0000%					
		%MO2	EQUIPO DE SEGURIDAD	%	3	\$1.00				0.0000%					
		%MO3	ANDAMIOS	%	3	\$1.00				0.0000%					
		EQVIB	VIBRADOR PARA CONCRETO	HOR	3	\$143.44	0	0	4.00	100.0000%	0.1514	0.0000	0.0030	5.00	100

Figura 5.8 Catálogo de Maquinaria en NEODATA. Elaboración propia.

Código	Descripción completa	Unidad	Costo	
Cargo fijo activo	CFVIB	VIBRADOR PARA CONCRETO	HRS	\$17.64
Espera				\$120.04
Reserva				\$113.00
Valor adquisición	VAVIB	VIBRADOR PARA CONCRETO	PZA	\$22,481.00
Llantas				\$0.00
Piezas esp.				\$0.00
Combustible	359-CMB-0201	GASOLINA	LT	\$20.78
Lubricante	359-CMB-0301	ACEITE	LT	\$80.00
Otras fuentes de energía				\$0.00
Llantas		Piezas especiales		
Vida económica (Hrs)	0	0	Valor de la Maquinaria	\$22,481.00

Cargos fijos: \$17.64 **Operación:** \$108.26 **Consumos:** \$17.54

Figura 5.9 Costo horario en NEODATA. Elaboración propia.

M	Código	Descripción completa	Unidad	Tipo	Costo	Expns
	1A1A1ICO	CUADRILLA No 2 (1 ALBAÑIL+1 AYUDANTE+ 1 CABO DE OFICIOS)	Jor	2	\$1,366.05	24.377983
	1C1A1ICO	CUADRILLA No 5 (1 CARPINTERO+1 ALBAÑIL+1 AYUDANTE+ 1 CABO DE OFICIOS)	Jor	2	\$2,355.41	63.674478
	2A1A1IP1ICO	CUADRILLA No 1 (2 ALBAÑIL+2 AYUDANTE+1 PEÓN+ 1 CABO DE OFICIOS)	Jor	2	\$3,134.25	35.223420
	2A3A1IP1ICO	CUADRILLA No 3 (2 ALBAÑIL+3 AYUDANTE+1 PEÓN+ 1 CABO DE OFICIOS)	Jor	2	\$3,656.92	7.121750
	2A4A2P1ICO	CUADRILLA No 4 (2 ALBAÑIL+4 AYUDANTE+2 PEÓN+ 1 CABO DE OFICIOS)	Jor	2	\$4,675.34	13.084100
	MOR-1-4	MORTERO CEMENTO ARENA EN PROPORCION DE 1:4, INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.	m3	4	\$2,643.05	13.476651

Figura 5.10 Catálogo de básicos en NEODATA. Elaboración propia.

Posteriormente se carga cada uno de los insumos a los conceptos previamente cargados con la WBS recordando que cada concepto tendrá los insumos principales materiales, mano de obra, herramienta y equipo, también los básicos como se muestra en la Figura 5.11 esto nos permitirá obtener el presupuesto a costo directo que al contener solo la parte estructural es lo que se busca ya que no tendría sentido incorporar el costo indirecto, utilidad y cargos adicionales. Esto se haría únicamente en un proyecto que comprenda todas las disciplinas. Trabajar en NEODATA con la metodología BIM posteriormente nos permitirá integrar el presupuesto de la parte arquitectónica, instalaciones, cimentaciones y preliminares.

Renglón	N	Código	Descripción completa	Tipo	Unidad	Costo	Cantidad	Importe	Expresión
1	0	TAB-RR-241206	TABIQUE ROJO RECOCIDO DE 6x12x24 CM.		Ml	\$4,640.00	0.054905	\$254.76	
2	1	2A1A1 (P1CO	CUADRILLA No 1 (2 ALBAÑIL+2 AYUDANTE+1 PEÓN+ 1 CABO DE OFICIOS)		Jor	\$3,134.25	20.000000	\$156.71	
3	0	%MO1	HERRAMIENTA MENOR		%	\$156.71	0.030000	\$4.70	
4	0	%MO2	EQUIPO DE SEGURIDAD		%	\$156.71	0.020000	\$3.13	
5	0	%MO3	ANDAMIOS		%	\$156.71	0.020000	\$3.13	
6	1	MOR-1-4	MORTERO CEMENTO ARENA EN PROPORCIÓN DE 1:4, INCLUYE: MATERIALES, MANO DE OBRA, EQUIPO Y HERRAMIENTA.		m3	\$2,643.05	0.031116	\$82.24	

Unidad: m2 Precio: \$620.79 \$504.67

Figura 5.11 Ejemplo de conceptos en NEODATA. Elaboración propia.

Para complementar la información del presupuesto se realiza un cronograma de proyecto donde se hace mediante un diagrama de *Program Evaluation and Review Technique* (PERT) que nos permitirá establecer el tiempo que requerirá cada una de las actividades (de acuerdo al personal de obra propuesto), las actividades predecesoras y sucesoras, así como las que se pueden realizar en simultaneo mismo que nos permitirá identificar la ruta crítica del proyecto lo que indicara que actividades se pueden retrasar y cuales no, esto permitirá desarrollar estrategias a futuro para que estas actividades no se retrasen. Para desarrollarlo en NEODATA será a partir del apartado ruta crítica donde se dará un nombre/descripción, el calendario que indica los días de la semana a trabajar, la fecha de inicio del proyecto, la fecha de término del proyecto, la periodicidad en la que aparecerá la información en los reportes que posteriormente serán exportados y como se capturara esta información por cantidad o porcentaje en la Figura 5.12 se muestra la información del proyecto.

Define programa de obra

Programa 1

Descripción Programa de obra superestructura

Calendario 6DIAS

Fecha de inicio 01/01/2026 Días calendario 169

Fecha de terminación 18/06/2026 Días hábiles 145

Periodicidad

- Mensual
- Quincenal
- Semanal
- Diaria

No. de periodos 6

Capturar por

- Porcentajes
- Cantidades

Programa vigente

Recorrer las fechas al inicio del programa

Borrar las relaciones actuales

Eliminar Aceptar Salir

Figura 5.12 Ruta crítica en NEODATA. Elaboración Propia.

Dentro de ruta crítica en NEODATA cada concepto se edita de forma independiente donde se integra la información de la fecha de inicio de esa actividad, la fecha de fin, la duración, las actividades predecesoras y sucesoras, los recursos. Para la representación de la ruta crítica NEODATA muestra las actividades con barras y las actividades en rojo serán las que pertenecen a la ruta crítica como se observa en la Figura 5.13 una vez se tiene toda la información se usa la opción de cálculo como en la Figura 5.14.

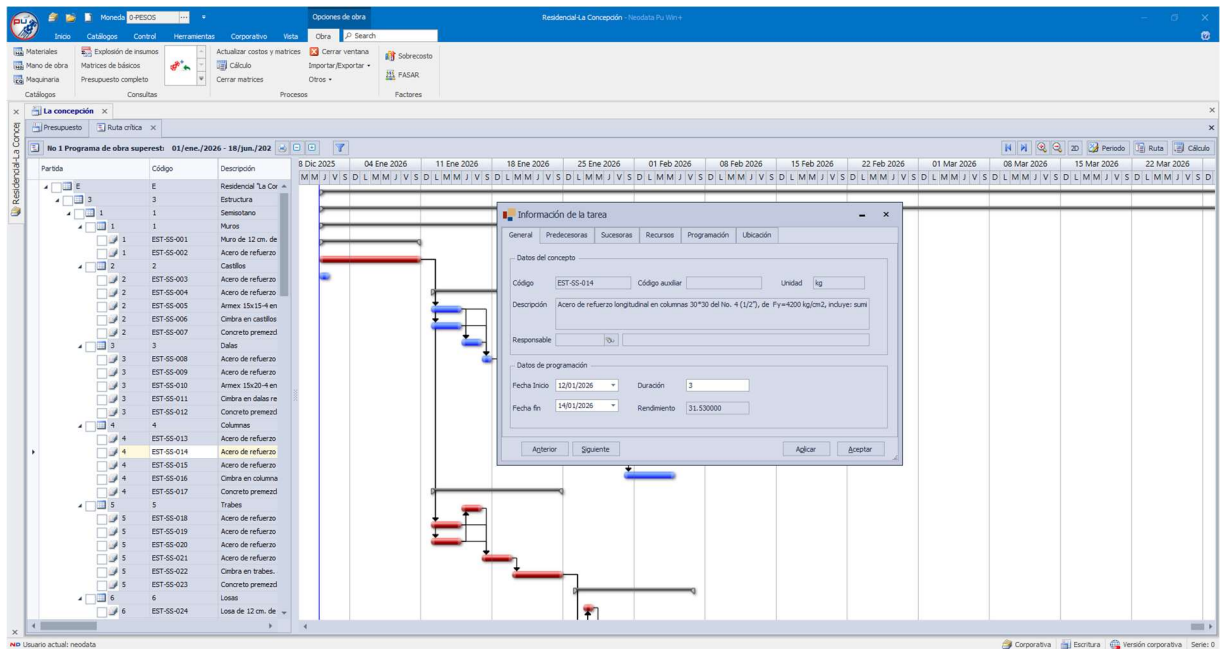


Figura 5.13 Configuración de ruta crítica en NEODATA. Elaboración propia.

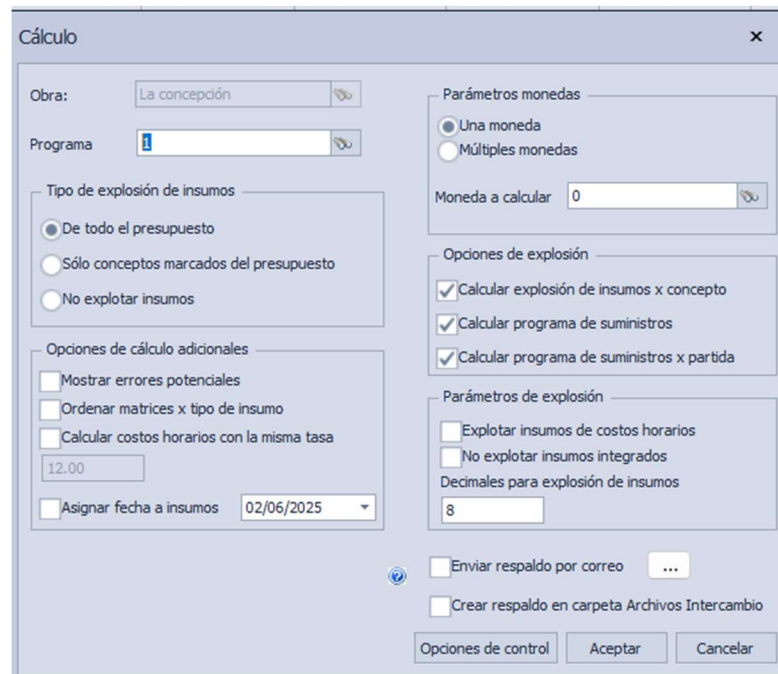


Figura 5.14 Opción de cálculo en NEODATA. Elaboración propia.

Por último, se generan los reportes (ver) y se obtiene que el total del costo \$987,466.72 MXN al cual se le puede agregar el IVA del 16% dando un total de \$1,145,461.40 MXN comparado con proyectos similares que no es el fin de esta investigación en términos de

presupuesto se presenta un ahorro aproximado de entre el 5-10% lo más importante en la cuestión del presupuesto es el tiempo de ahorro al momento de realizar los números generadores.

Formatos de reportes	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Reportes	31	3	Dalás		\$18,326.74							
> CIE	32	4	Columnas		\$30,184.21							
> CIA	33	5	Trabes		\$52,571.86							
> Estándar	34	6	Losas		\$101,591.90							
> Costo Escalado de Insumos.xlsx	35	2	TOTAL Planta baja		\$292,089.72							
> Costo Insumos.xlsx	36	3	Planta alta									
> Escalado según Programa de Obra.xlsx	37	1	> Muros		\$58,092.19							
> Estimaciones carabala.xlsx	38	2	> Castillos		\$26,174.70							
> Estimaciones Detalle de conceptos.xlsx	39	3	> Dalás		\$11,273.52							
> Estimaciones Piqueto.xlsx	40	4	> Columnas		\$21,529.51							
> Estimaciones.xlsx	41	5	> Trabes		\$47,722.65							
> Generadores.xlsx	42	6	> Losas		\$154,762.32							
> Insumos de Estimaciones.xlsx	43	3	TOTAL Planta alta		\$319,554.89							
> Insumos por partida.xlsx	44	4	> Azotea									
> Insumos.xlsx	45	1	> Muros		\$11,315.21							
> Licitaciones Cuadr. Comparativo.xlsx	46	2	> Castillos		\$3,610.17							
> Licitaciones Resumen Partidas.xlsx	47	3	> Dalás		\$3,167.77							
> Matrices.xlsx	48	4	> Columnas		\$2,976.09							
> Presupuesto.xlsx	49	5	> Trabes		\$1,784.55							
> Programa de obra por Concepto.xlsx	50	6	> Losas		\$8,527.74							
> Programa de obra por Partida.xlsx	51	4	TOTAL Azotea		\$13,381.93							
> Programa de Suministros por Concepto.xlsx	52	3	TOTAL Estructura		\$987,466.72							
> Programa de Suministros.xlsx	53	E	TOTAL Residencial "La Concepción"		\$987,466.72							
> Relación de Rendimientos de Insumos.xlsx	54											
> Resumen de Insumos.xlsx	55		Total del presupuesto mostrado sin IVA:		\$987,466.72							
> Ruta.xlsx	56		IVA 16.00%		\$157,994.68							
> Totales del Presupuesto.xlsx	57		Total del presupuesto mostrado:		\$1,145,461.40							
> [Icono]	58		(* UN MILLON CIENTO CUARENTA Y CINCO MIL CUATROCIENTOS SESENTA Y UN PESOS 40/100 M.N. *)									
> [Icono]	59		Total del presupuesto mostrado sin IVA:		\$987,466.72							
> [Icono]	60		IVA 16.00%		\$157,994.68							
> [Icono]	61		Total del presupuesto mostrado:		\$1,145,461.40							
> [Icono]	62		(* UN MILLON CIENTO CUARENTA Y CINCO MIL CUATROCIENTOS SESENTA Y UN PESOS 40/100 M.N. *)									
> [Icono]	63											
> [Icono]	64											

Figura 5.15 Reportes de presupuesto. Elaboración propia.

5.4. Comparativa con metodología tradicional

Dentro de la metodología tradicional la cuantificación de materiales, aunque se tengan libros de Excel automatizados el error humano al pasar información puede generar duplicidad de materiales o una mala cuantificación de los mismos. Dentro de Revit la cuantificación es automática en base a la información modelada por lo que en caso de tener cambios dentro del proyecto esto se actualizara. La metodología tradicional también no permite una actualización practica en caso de que los cambios en los precios de los materiales, en NEODATA se tienen opciones para ajustar presupuestos. De igual forma documentar la información de cronograma o presupuesto para un concurso mediante softwares especializados nos permiten hacerlo de una forma automática mediante reportes o impresiones dentro de los archivos o documentos generados y de igual forma exportar la información es más sencillo.

CAPITULO -VI-

ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

6.1. Ventajas observadas en el desarrollo del proyecto con metodología BIM

La metodología BIM permitió una integración fluida de la información desde el inicio de su conceptualización, entre la información arquitectónica y estructural, la coordinación de estas 2 disciplinas y también la generación automática de la documentación (planos, modelado, presupuesto y cronograma). De igual forma, facilitó la comunicación entre los practicantes ya que cada uno de ellos se dedicó a una parte del proyecto, esto gracias a la implementación inicial del PEB donde se indicaron los roles, entorno común de datos, estrategias de entrega de la información, así como las reuniones que se tuvieron a lo largo del proyecto para la detección de desperfectos ya sea en la propuesta arquitectónica o estructural, previo al inicio del modelado estructural. Para la integración de la documentación es una metodología que al trabajar con herramientas tecnológicas como ETABS, Revit, Excel y NEODATA facilitó la entrega de cada uno de los entregables de proyecto establecidos en el PEB con el formato correspondiente. El tiempo de realización de este proyecto igual se limitó a cumplir con el tiempo estipulado de inicio lo que facilitó el concretar este proyecto, ya que mediante la metodología tradicional y por los cambios que se presentaron durante la elaboración del mismo, los tiempos de realización hubieran sido insuficientes.

6.2. Limitaciones encontradas en la aplicación de BIM en este caso

Si bien BIM es una gran herramienta para proyectos similares o de mayor escala, se identificó que dentro de las normativas nacionales que guían el modelado BIM en la actualidad son insuficientes y aunque las normativas internacionales son suficientes siempre será necesario tener una normativa que se adapte a los estándares de una nación. También la compatibilidad de las herramientas tecnológicas no termina de ser al 100% ya que con el software NEODATA por ejemplo se ha tenido que recurrir a implementar Excel para recabar la información de cuantificación en Revit y posteriormente esta se cargó a NEODATA, que, si bien se puede llevar mediante un proceso, este se vuelve manual lo que puede ocasionar sesgos o errores en el presupuesto. Además, el tiempo inicial que requiere cualquiera de las herramientas tecnológicas utilizadas puede ser una complicación si el profesional que está implementando la metodología se

está adentrando a la misma y aquí otra posible limitante que es la curva de aprendizaje de la metodología y los softwares ya que para una implementación fiable de estas se requiere personal capacitado o que tenga un mínimo conocimiento de esto. Finalmente, para un modelado fluido de los elementos se requiere un equipo de cómputo que cumpla con ciertas características específicas.

6.3. Consideraciones para la replicabilidad del modelo

Se identifico que la metodología BIM en proyectos estructurales puede beneficiar proyectos de vivienda unifamiliar ya que con un buen uso de la misma los tiempos de ejecución del anteproyecto se pueden reducir ya que si se requiere algún cambio por la visualización que nos ofrece herramientas como Revit pueden ser detectadas en una etapa temprana del proyecto, pero se hace hincapié en que se requiere personal capacitado que de inicio conozca que es la metodología BIM y como se puede aplicar, así como los estándares actuales que existen y el dominio de herramientas tecnológicas como antes se mencionó. Se retoma que lo más replicable para proyectos similares es el uso de las herramientas tecnológicas ya que en este trabajo se detalló el cómo se realiza cada uno de los elementos en el modelo y que pasos se siguieron para exportar la información al presupuesto, así como la elaboración de los planos.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Con la finalidad de comprobar la eficiencia de la metodología BIM dentro de este proyecto de investigación, y crear un antecedente que permita al constructor en un futuro próximo controlar y prevenir la complejidad de un proyecto estructural para vivienda unifamiliar se analizaron distintos criterios, separandolos por las etapas que consideró la metodología BIM.

El modelado estructural a través de Revit de elementos tipo suelo, pilar, viga, armadura se logró de manera satisfactoria, permitiendo a través de una memoria de cálculo y planos estructurales representar de manera adecuada cada uno de los elementos previamente diseñados.

La herramienta Autodesk Revit permitió a partir de la información modelada la generación de planos estructurales, cortes, detallado del armado, esto gracias a que cuenta con opciones para modificar la visualización de los objetos, así como etiquetar los mismos para una mejor representación a el constructor o la persona que construirá el mismo.

La creación de vistas de tablas de planificación dentro de Autodesk Revit permitió una organización adecuada de cada uno de los materiales dentro del proyecto modelado, así como la creación de parámetros para identificar de mejor manera en que etapa del proyecto se encuentran ubicados y a que actividad pertenecen.

La creación del presupuesto en NEODATA logro que se pueda generar información posteriormente actualizable en caso de cambio de precios, así como una correcta organización de cada uno de los insumos y matrices dentro del mismo. También un ahorro de tiempo en la elaboración del mismo.

La elaboración de una ruta crítica en NEODATA permitió una representación adecuada de esta, así como un tiempo estimado en el que se realizara este proyecto para la superestructura.

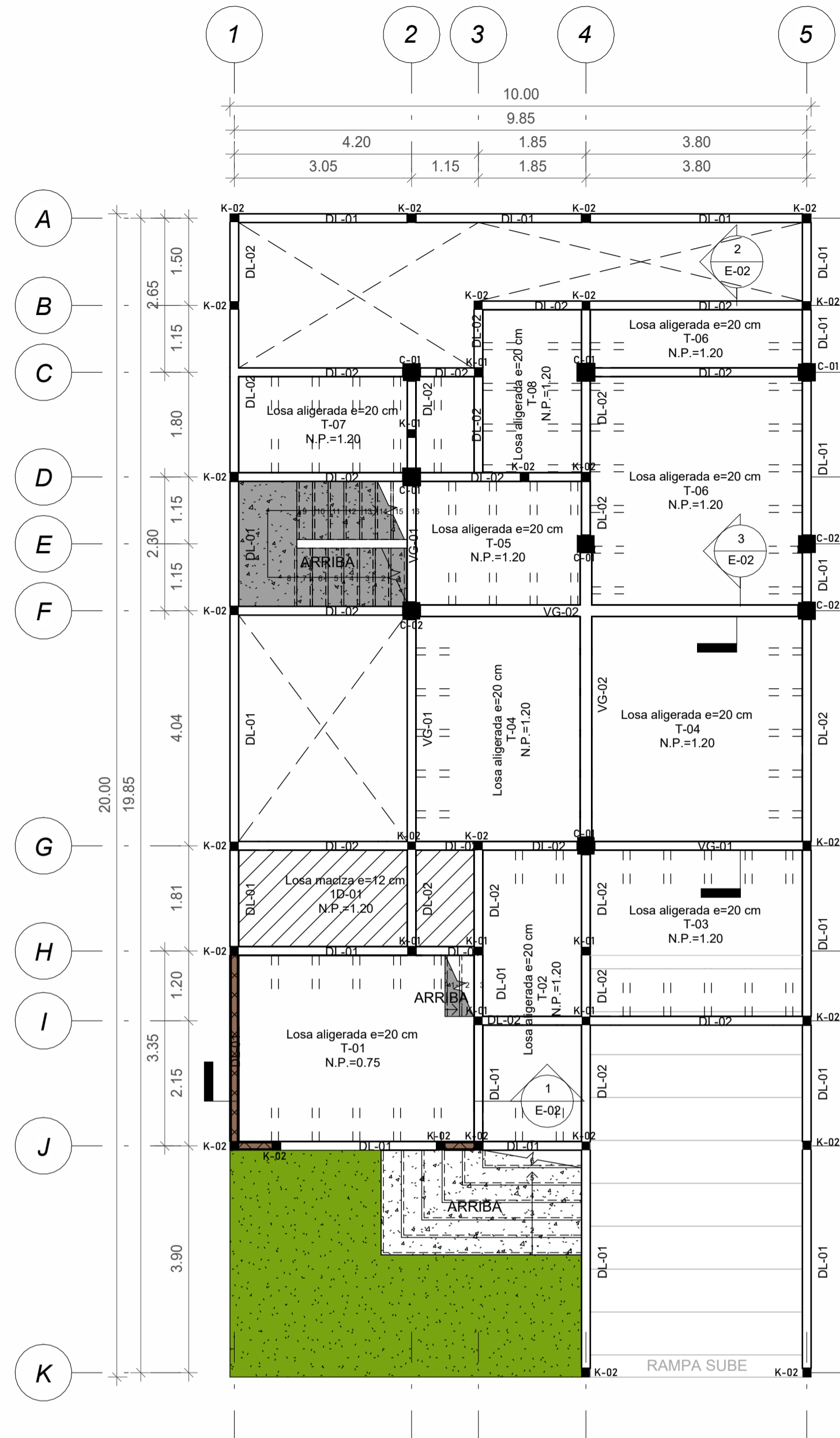
Finalmente, y como conclusión general la aplicación adecuada de la metodología BIM y las herramientas tecnológicas, reducen la incertidumbre en la realización de un anteproyecto o proyecto ejecutivo, pero el éxito de los beneficios que ofrece la misma dependerán de que la información sea analizada correctamente por quien ejecutara la obra.

Referencias

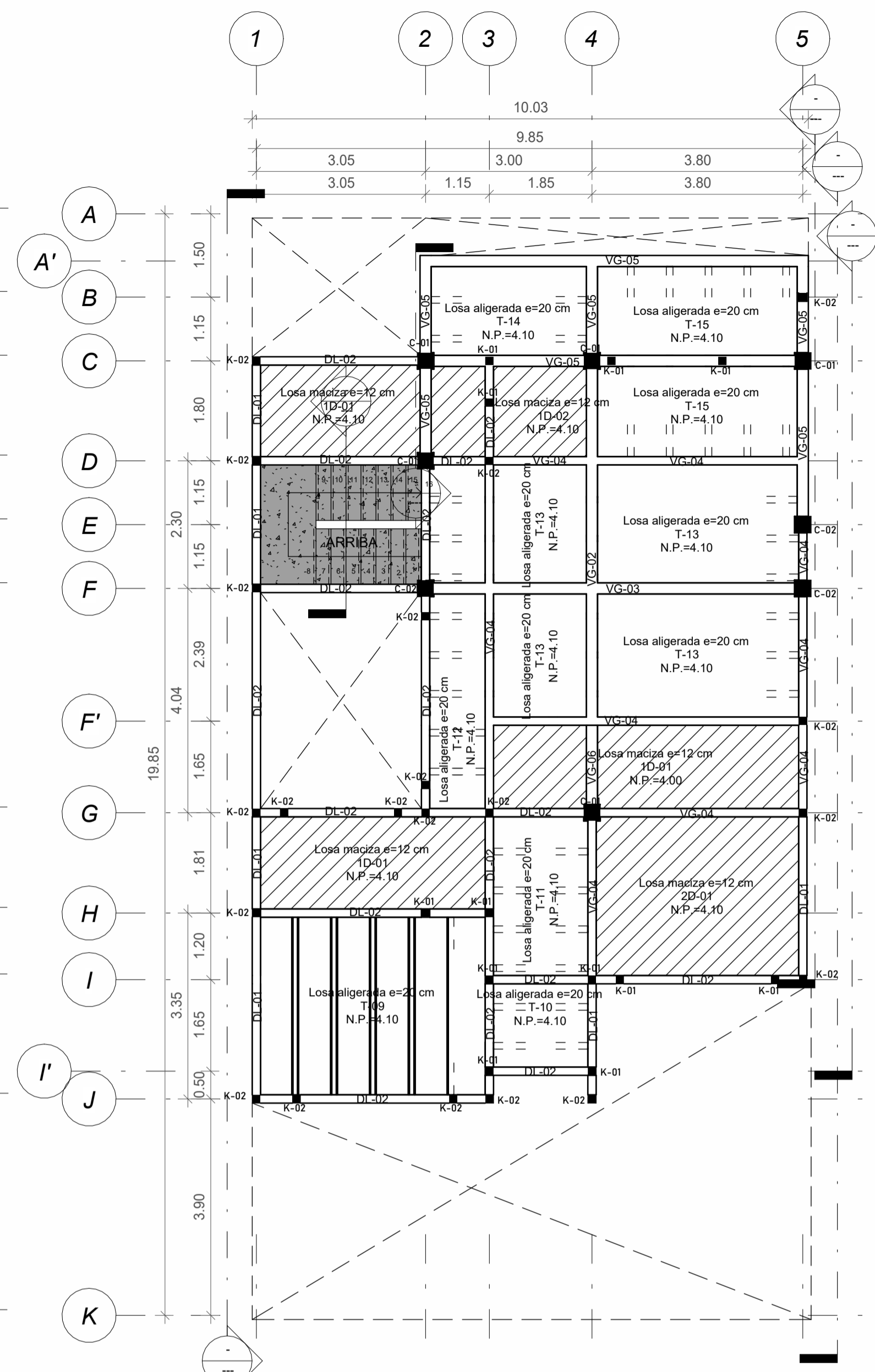
- Ascue, M. J., Mamani, R. A., Mendoza, Y. W., Mujica, C., & Sotomayor, C. A. (2018). *PROPUESTA DE UN MÓDULO DE VIVIENDA UTILIZANDO LA METODOLOGÍA BIM PARA EL NIVEL SOCIOECONÓMICO C, CASO DE ESTUDIO DISTRITO DE SAN SEBASTIÁN – CUSCO*. <http://hdl.handle.net/10757/624178>
- Blanco, M., & Palomeque, Z. A. (2018). *CAMBIANDO EL CHIP EN LA CONSTRUCCIÓN, DEJANDO LA METODOLOGÍA TRADICIONAL DE DISEÑO CAD PARA AVENTURARSE A LO MODERNO DE LA METODOLOGÍA BIM*. <https://hdl.handle.net/10983/16606>
- Borja, J. F., & Turmo, J. (2017). *APLICACIÓN DE METODOLOGÍA BIM, EN EL CICLO DE VIDA DE ESTRUCTURAS INDUSTRIALES PARA INSTALACIONES MECÁNICAS*. <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/116805/TFM%20Francisco%20Borja.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- building SMART. (2021). *MANUAL DE NOMENCLATURA DE DOCUMENTOS AL UTILIZAR BIM*. <https://www.buildingsmart.es/recursos/nomenclatura-documentos-bim/>
- Bustos, M., & Sosa, T. E. (2021). EDIFICACIONES RESILIENTES PARA LAS URBES LATINOAMERICANAS. MIC (BIM) COMO METODOLOGÍA INTEGRADORA. *Anuario de Administración y Tecnología para el Diseño*, 22(22), 81–94. <https://doi.org/10.24275/issn.2594-1283.2021.p81-94>
- Cajica, J. M., & Bustos, C. (2021). *METODOLOGÍA BIM COMO HERRAMIENTA DE PLANIFICACIÓN DE PROYECTOS EN VIVIENDAS APLICADO EN UN ENTORNO PENTADIMENSIONAL*. <https://hdl.handle.net/20.500.12371/14147>
- CAMACOL. (2020a). *GUÍA DE GESTIÓN DE INFORMACIÓN BIM*. <https://camacol.co/productividad-sectorial/digitalizacion/bim-forum/bim-kit>
- CAMACOL. (2020b). *GUÍA DE MODELADO BIM*. <https://camacol.co/productividad-sectorial/digitalizacion/bim-forum/bim-kit>
- CAMACOL. (2020c). *GUÍA DE ROLES Y PERFILES EN LA METODOLOGÍA BIM*. <https://camacol.co/productividad-sectorial/digitalizacion/bim-forum/bim-kit>
- CAMACOL. (2020d). *GUÍA DE USOS BIM*. <https://camacol.co/productividad-sectorial/digitalizacion/bim-forum/bim-kit>
- Corporación Inmobiliaria y Constructora HGO S.A. de C.V. (2025). *REGLAMENTO DE CONTRUCCIÓN FRACCIONAMIENTO VILLAS DE LA CONCEPCIÓN*.
- Espacio BIM. (2025). *BIM o Metodología BIM (Qué es) Más Que Tecnología*. <https://www.espaciobim.com/bim>
- GOBIERNO CDMX. (2023). *NORMA TÉCNICA COMPLEMENTARIA PARA DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE ESTRUCTURAS DE MAMPOSTERÍA*. https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/b3c4f4ff37241d0a93cc6742a8b0bf2f.pdf

- Gómez, J. M., & Castro, J. (2016). *ANÁLISIS COMPARATIVO ENTRE METODOLOGÍAS DE PRESUPUESTACIÓN TRADICIONAL RACIONAL Y CON HERRAMIENTAS TECNOLÓGICAS REVIT (BIM)*. <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/b5ffa49a-488f-4277-a7f3-c5acc99e048/content>
- Hernández, F. J., & Elizalde, C. (2024). EL BIM Y EL MIC DESDE LA PERSPECTIVA DEL CONEA EN LA ZM DE PACHUCA. *Revista de Ingeniería y Tecnologías para el Desarrollo Sustentable*, 12, 17–29. https://www.researchgate.net/profile/Continente-Elizalde-Dominguez/publication/390805931_El_BIM_y_el_MIC_desde_la_Perspectiva_del_CONEA_en_la_ZM_de_Pachuca_BIM_and_MIC_from_the_Perspective_of_CONEA_in_the_ZM_of_Pachuca/links/67feb5c3bd3f1930dd5ee953/El-BIM-y-el-MIC-desde-la-Perspectiva-del-CONEA-en-la-ZM-de-Pachuca-BIM-and-MIC-from-the-Perspective-of-CONEA-in-the-ZM-of-Pachuca.pdf?__cf_chl_tk=iKTBV98DY8iVzfJNh3INdz61WzAYJ3U6B_gG6KnS5vQ-1749801689-1.0.1.1-lwNjblc1YK_SoSaSoEWZ__2C1s.1fv39YFkOPGGef4
- Leydi, R. (2023, mayo 18). *Softwares BIM para cada uso y etapa de un proyecto*. <https://konstruedu.com/es/blog/softwares-bim-para-cada-uso-y-etapa-de-un-proyecto>
- Liébana, Ó., & Agulló, J. (2013). *INTEGRACIÓN DE METODOLOGÍA S-BIM EN MÁSTER OFICIAL DE ESTRUCTURAS DE EDIFICACIÓN*. <https://doi.org/10.13140/2.1.3600.4167>
- López, L. E., Tapia, A. J., & Vallejo, M. A. (2023). *IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) AL DESARROLLO DEL PROYECTO “EDIFICIO PAN REAL” DE LA CIUDAD DE CUENCA*. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/25765/4/UPS-CT010817.pdf>
- López, L. G., & Sánchez, J. (2020). *CÁLCULO Y DISEÑO DE ESTRUCTURAS BIM EN REVIT CON CYPECAD*. <https://idus.us.es/server/api/core/bitstreams/6e549350-12b4-4683-a247-dc3f951e55a5/content>
- Machacca, L. A., & Rosas, J. (2022). *DISEÑO ESTRUCTURAL DE UNA VIVIENDA MULTIFAMILIAR DE 5 NIVELES CON UN SÓTANO MEDIANTE LA METODOLOGÍA BIM*. <https://repositorio.ucsm.edu.pe/server/api/core/bitstreams/7790258f-7c78-4a7e-abd8-5a2b46c6b16d/content>
- Mendoza, A. U., & Casar, G. (2021). *LA IMPORTANCIA DE LA METODOLOGÍA BIM DENTRO DE UN PROCESO EN LA ETAPA DE PLANEACIÓN DE UN PROYECTO*. <https://ru.dgb.unam.mx/bitstream/20.500.14330/TES01000810409/3/0810409.pdf>
- Merlín, R. Q. (2025). *Planos arquitectónicos proyecto “La Concepción”*.
- Murcio, M. C., & Sánchez, T. G. (2013). *ANÁLISIS Y DISEÑO ESTRUCTURAL UTILIZANDO MODELO BIM*. <https://repositorio.unam.mx/contenidos/154926>
- Pérez, A. (2025). *Memoria de cálculo proyecto “La concepción”*.
- Pinzón, H. H., & Pardo, F. A. (2020). *IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN EL PROYECTO CARRA- CUSEZAR PARA LA SUPERVISIÓN TÉCNICA EN ETAPA DE ESTRUCTURA*. <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/4f2507a5-93a2-4e0b-af3b-4b03cf679951/content>

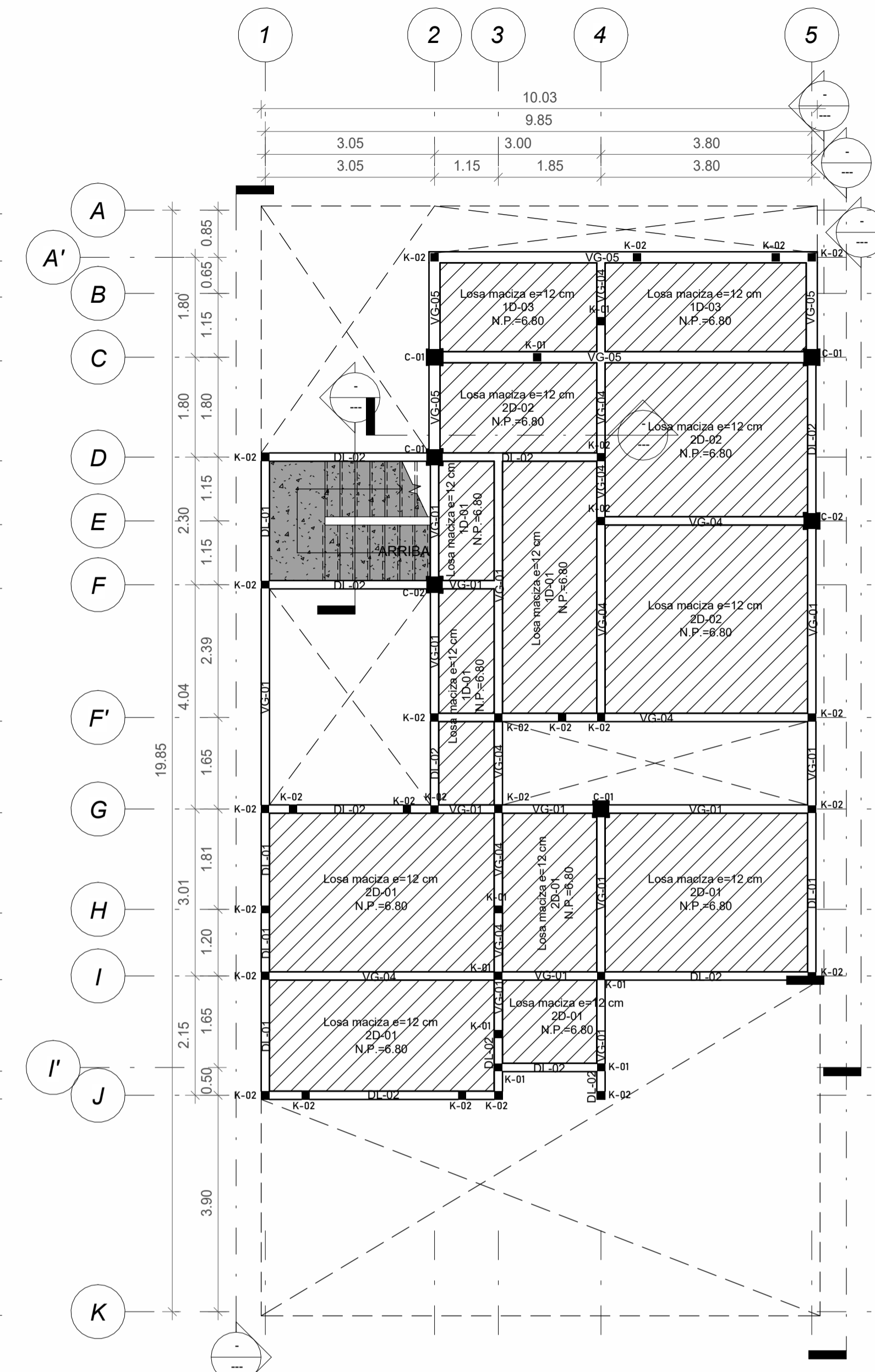
- Ramos, A. M., & Ospina, R. O. (2020). *ANÁLISIS COMPARATIVO DEL PRESUPUESTO DE LA ESTRUCTURA EN CONCRETO DEL CENTRO DÍA SAN DAVID DESDE DISEÑO REALIZADO EN AUTOCAD Y EN CONTRASTE CON REVIT*. <https://repository.ucatolica.edu.co/server/api/core/bitstreams/562e52f8-530a-4044-b776-a0636a363930/content>
- Rueda, A., & De La Cruz, A. (2018). *IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA BIM EN UNA EMPRESA CONSTRUCTORA CASO: DESARROLLADORA SEICA*. <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/25440/1/IMPLEMENTACION%20DE%20SISTEMA%20BIM%20EN%20UNA%20EMPRESA%20CONSTRUCTORAf.pdf>
- Sepúlveda, A. H. E., & Ramírez, C. O. (2020). *“IMPACTOS EN LA IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN EL SECTOR CONSTRUCCIÓN”: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA CIENTÍFICA DESDE EL 2015 HASTA EL 2019*. <https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/27487/Sep%c3%balveda%20Zambrano%20Adri%c3%a1n%20Humberto%20El%c3%adas.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- SHCP. (2019). *ESTRATEGIA PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL MODELADO DE INFORMACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN (MIC) EN MÉXICO*.
- Villa, J. J., & Hoyos, M. W. (2017). *“IMPLEMENTACIÓN DE TECNOLOGÍAS BIM-REVIT EN LOS PROCESOS DE DISEÑO DE PROYECTOS EN LA EMPRESA CONSULTORA JC. INGENIEROS S.R.L”*. <https://repositorio.unc.edu.pe/handle/20.500.14074/1033>



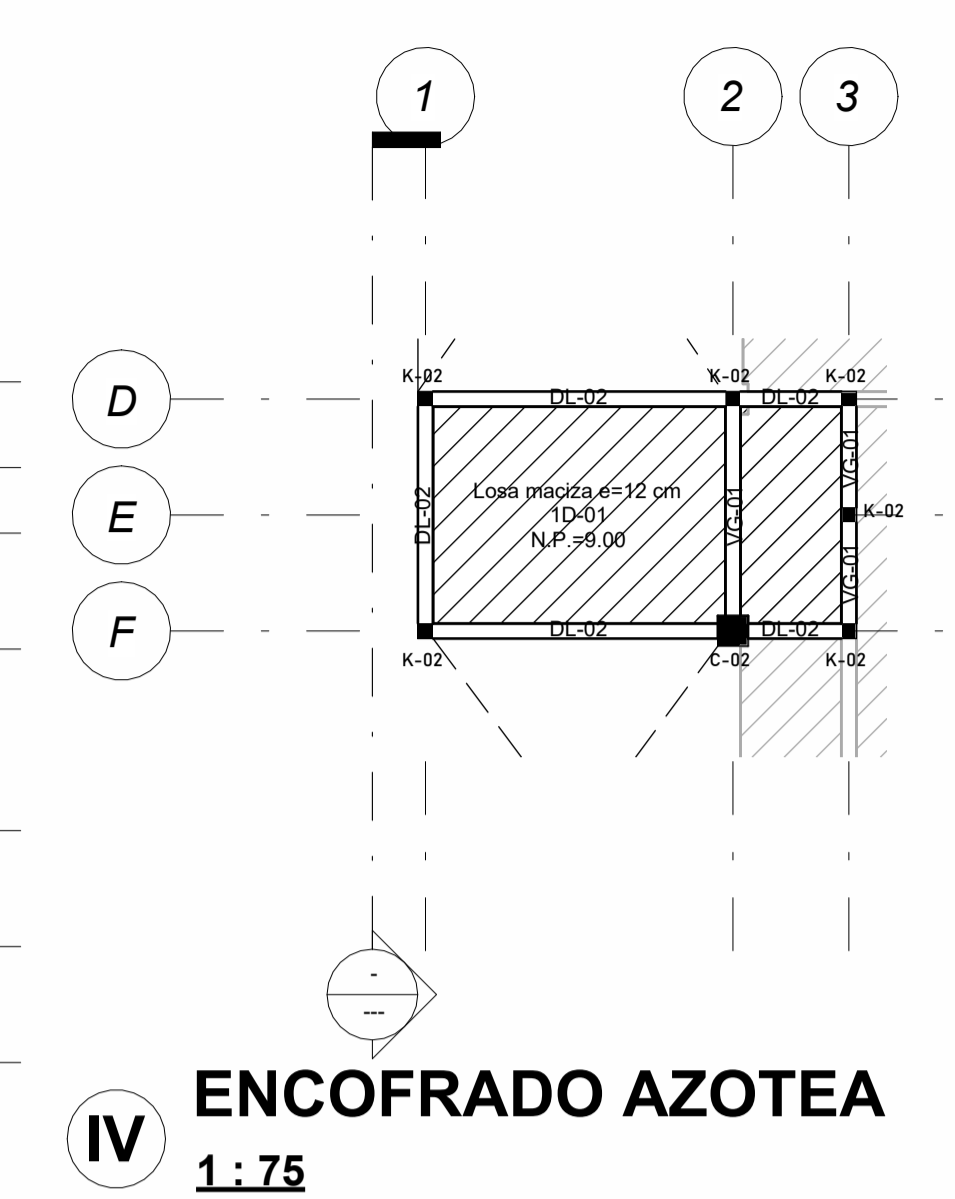
I ENCOFRADO SEMISOTANO
1:75



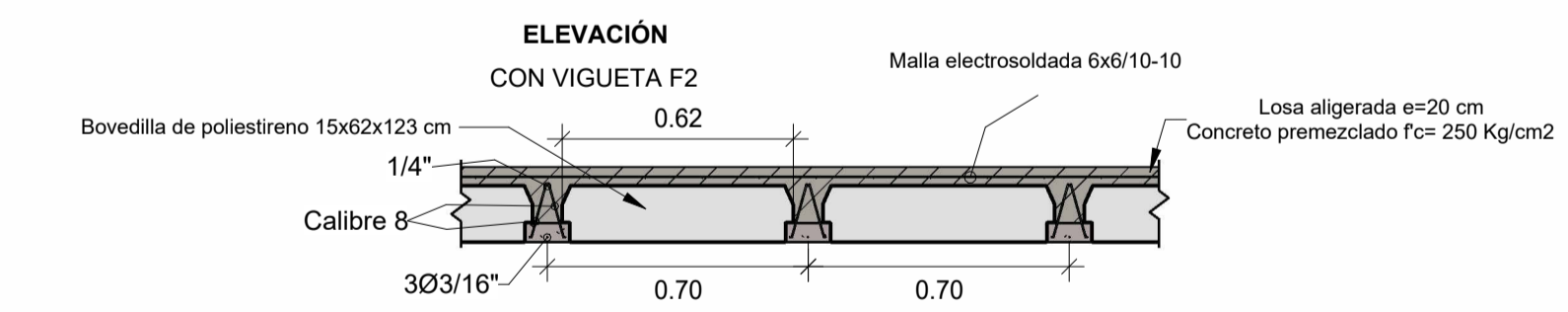
II ENCOFRADO PLANTA BAJA
1:75



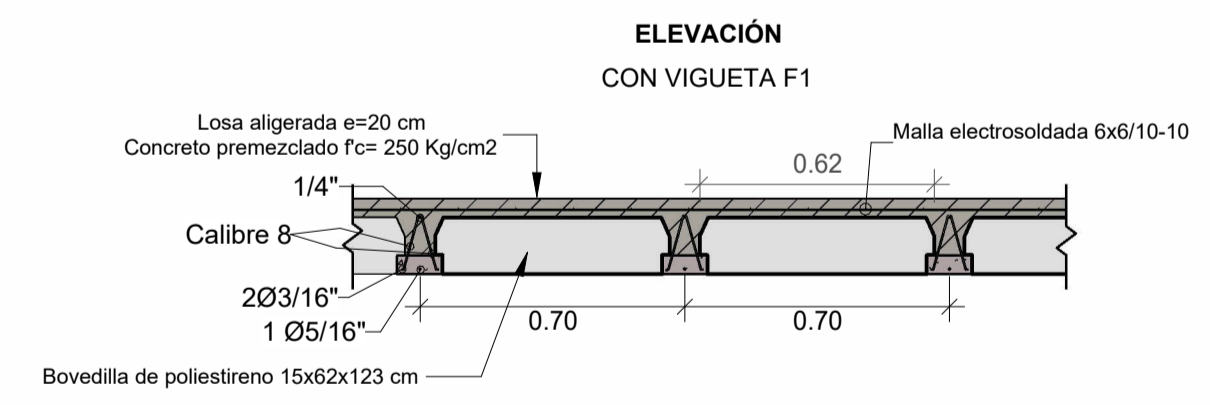
III ENCOFRADO PLANTA ALTA
1:75



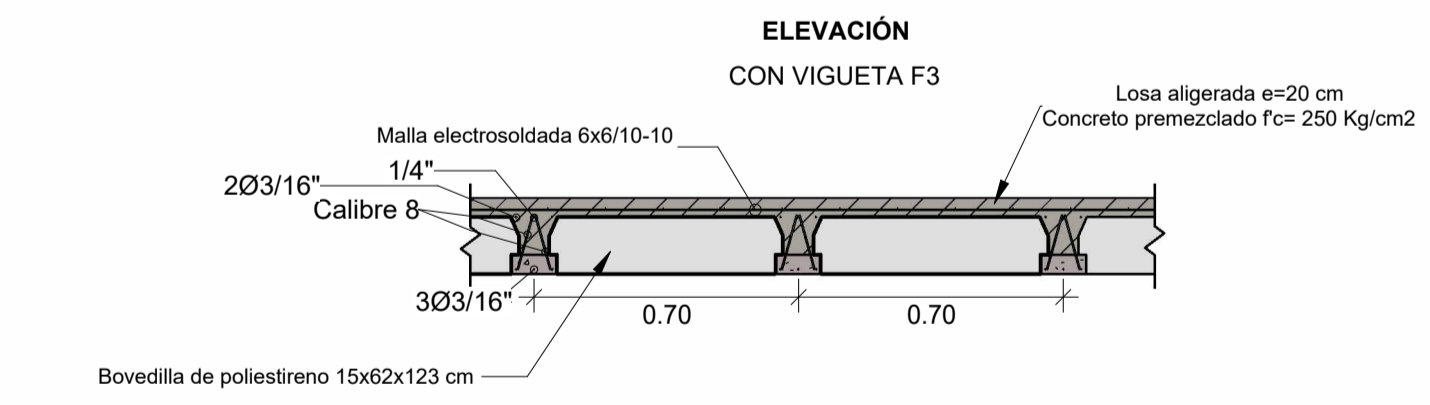
IV ENCOFRADO AZOTEA
1:75



1 DETALLE ALIGERADO e=20 cm vigueta F2
1:20

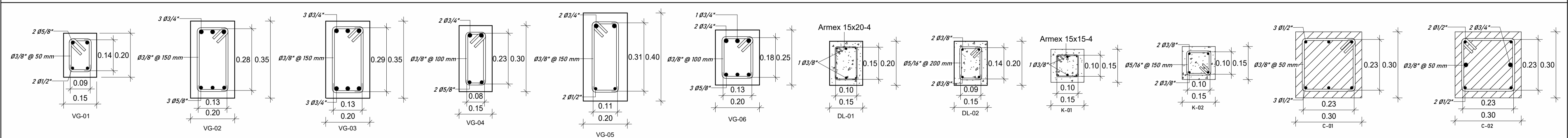


2 DETALLE ALIGERADO e=20 cm vigueta F1
1:20



3 DETALLE ALIGERADO e=20 cm vigueta F3
1:20

SECCIONES DE CONCRETO



SECCIONES DE CONCRETO
1:50



DESARROLLO Y APLICACIÓN TECNOLÓGICA S.A. DE C.V.

Proyecto: RESIDENCIAL LA CONCEPCIÓN

Ubicación: Villas de la Concepción, Libramiento Circuito de la Concepción km 2 S/N, Circuito Hacienda la Concepción, Col. La Concepción, 42380 Pachuca de Soto, Hgo.

Propietario: M. en I. Alejandro Miramontes Nava

Firma
Diseñado por: Ing. Abraham Pérez Serrano

Dibujado por: Ing. Luis Enrique Martínez Cruz

Revisado por: Ing. Alejandro Miramontes Nava

Revisión:	Fecha:
01	
02	
03	
04	

Contenido:

Planos de planta

Acotación: MTS.

Escala: Como se indica
Fecha: Fecha de emisión

Nº de lámina: E-02

B) PLAN DE EJECUCIÓN BIM



**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO
ÁREA ACADÉMICA DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
INSTITUTO DE CIENCIAS BÁSICAS E INGENIERÍA
LICENCIATURA EN INGENIERÍA CIVIL**

**PRACTICAS PROFESIONALES EN DESARROLLO Y
APLICACIÓN TECNOLÓGICA S.A. DE C.V.**

PROYECTO: UNIFAMILIAR “LA CONCEPCIÓN”

**RESPONSABLE DE PROYECTO: ALEJANDRO MIRAMONTES
NAVA**

MERLIN HERNANDEZ RENE QUIRINO

MARTINEZ CRUZ LUIS ENRIQUE

ABRAHAM PEREZ SERRANO

SEMESTRE:9

ENERO-JUNIO 2025

PLAN DE EJECUCIÓN BIM

PROYECTO: “UNIFAMILIAR LA CONCEPCIÓN”

REV N°	FECHA	DESCRIPCIÓN	ELAB. POR	REV. POR	APROB. POR
R00					
R01					
			FIRMAS:		

ÍNDICE

1	INTRODUCCIÓN	5
2	INFORMACIÓN Y ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO	5
2.1	Datos del Proyecto.	5
2.1.1	Nombre del Proyecto	5
2.1.2	Nombre de la Entidad.	5
2.1.3	Tipo de Proyecto	5
2.1.4	Ubicación del Proyecto.....	5
2.1.5	Descripción del Proyecto.....	6
2.1.6	Tipo de Contrato	6
2.1.7	Fase o etapa del proyecto	6
2.2	Objetivos	6
2.2.1	Objetivo General	6
2.2.2	Objetivo Específicos	6
3	ESTRATEGIA DE ENTREGA DE INFORMACIÓN	7
3.1	Objetivos para la producción colaborativa de información.....	7
3.2	Estructura organizativa y composición del Equipo de ejecución.....	7
3.3	Roles y Responsabilidades de Cada Equipo de Ejecución	8
3.4	Lista de recursos informáticos necesarios	8
3.5	Estrategia de Entrega del Modelo de Información	9
3.6	Nivel de Desarrollo (LOD).....	9
4	ESTÁNDARES Y NORMATIVIDAD	11
4.1	Estructura de carpetas	11
4.2	Convención de extracción de información.....	12
4.2.1	Parámetros para extracción de números generadores del modelo BIM.....	12
4.2.2	Convenciones de identificación de contenedores de información.....	12
4.2.3	Normatividad.....	14
5	MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE LA INFORMACIÓN	14
5.1	Métodos y procedimientos de producción de información.....	14
5.1.1	Trabajo colaborativo	14
5.1.2	Actividades para la detección y resolución de interferencias.....	16
5.1.3	Control de calidad del modelo de información.....	16
5.1.4	Tolerancias	16
5.1.5	Requisitos de seguridad de la información	17
5.1.6	Confidencialidad.....	18

5.1.7 Exclusiones en modelos 18

5.2 Informe Final 18

1 INTRODUCCIÓN

El Plan de Ejecución BIM(BEP) es un documento que tiene el propósito de acompañar el desarrollo o ejecución en cada proyecto. Dentro de este documento se explica la metodología de trabajo, los procesos, las características técnicas, los roles BIM, las responsabilidades y los entregables que responden a los requisitos del cliente.

2 INFORMACIÓN Y ASPECTOS GENERALES DEL PROYECTO

El objetivo del proyecto “Casa habitación unifamiliar en Villas La Concepción” es optimizar la calidad y eficiencia en el desarrollo estructural mediante la aplicación de la metodología BIM, respondiendo de forma precisa a las necesidades técnicas y funcionales del cliente. A través del modelado integral del sistema estructural, se busca garantizar la eficiencia en los procesos constructivos, asegurar la correcta ejecución de cada etapa conforme al cronograma de obra establecido, y proporcionar claridad en la planeación y ejecución de costos mediante un presupuesto detallado derivado directamente del modelo tridimensional. El proyecto se localiza en el Lote 107 del fraccionamiento Villas La Concepción, en San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo, sobre un terreno de 200 m² con una configuración rectangular de 10.00 m de frente por 20.00 m de fondo. La georreferenciación del predio corresponde a la Zona 14 Norte con coordenadas UTM 520227.99 m E y 2226926.37 m N, con una elevación de 2442 msnm y un desnivel aproximado de 1.00 m en el sentido longitudinal del terreno, condiciones que fueron consideradas desde el inicio del modelado estructural.

2.1 Datos del Proyecto.

2.1.1 Nombre del Proyecto

“CASA HABITACIÓN UNIFAMILIAR EN VILLAS LA CONCEPCIÓN”

2.1.2 Nombre de la Entidad.

HIDALGO

2.1.3 Tipo de Proyecto

Proyecto estructural casa habitación.

2.1.4 Ubicación del Proyecto

Localidad	Municipio	Estado	Dirección
Villas de la concepción	San Agustín Tlaxiaca	Hidalgo	Villas de la Concepción, Libramiento Circuito de la Concepción km 2 S/N, Circuito Hacienda la Concepción, Col. La Concepción, 42080 Pachuca de Soto, Hgo.

2.1.5 Descripción del Proyecto

El proyecto consiste en el desarrollo estructural de una vivienda unifamiliar ubicada en el fraccionamiento Villas La Concepción, en San Agustín Tlaxiaca, Hidalgo. Esta solución habitacional de tipo medio residencial ha sido concebida con base en los principios de la metodología BIM, con el objetivo de mejorar los procesos de diseño, coordinación y ejecución de obra en comparación con el enfoque tradicional.

La vivienda se desarrolla en un lote rectangular con una superficie de 200 m², adaptándose a las condiciones físicas del sitio, entre las que destaca un desnivel aproximado de un metro en el sentido longitudinal. La propuesta arquitectónica contempla tres niveles: semisótano, planta baja, planta alta y azotea, con un sistema estructural de albañilería confinada.

El presente proyecto tiene como finalidad consolidar un modelo estructural en entorno BIM que permita validar geoméricamente los elementos portantes, facilitar la generación de documentación técnica, automatizar la cuantificación de materiales, y establecer una base confiable para la planificación de obra. Esta implementación busca además evaluar el impacto real del uso de BIM frente a los procesos tradicionales, destacando sus ventajas y limitaciones dentro del contexto de una edificación unifamiliar de pequeña escala.

2.1.6 Tipo de Contrato

Contrato por Adjudicación directa.

2.1.7 Fase o etapa del proyecto

Ejecución-Desarrollo de Expediente técnico estructural.

2.2 Objetivos

2.2.1 Objetivo General

El objetivo general del desarrollo del modelo estructural bajo metodología BIM es mejorar la gestión integral del proyecto, otorgando mayor certeza en los costos y tiempos de ejecución, así como un mejor control de las inversiones mediante el uso de un entorno digital colaborativo y una correcta estructuración de la información.

2.2.2 Objetivo Específicos

- Mejorar la calidad del expediente técnico mediante una adecuada especificación de los requerimientos de información, así como su correcta captura, recopilación y organización.
- Fortalecer las capacidades digitales de la cadena de valor del proyecto a través del intercambio de conocimientos, el uso de entornos colaborativos y el desarrollo de competencias técnicas.
- Elaborar un cronograma de obra más preciso mediante la vinculación de modelos 3D con la programación 4D, permitiendo una visualización clara de la secuencia constructiva.
- Gestionar la información generada en cada etapa del ciclo de vida del proyecto, de forma que los modelos digitales sirvan también como soporte para la operación y mantenimiento del activo construido.
- Detectar e informar oportunamente las interferencias entre disciplinas, priorizando los puntos críticos y facilitando la coordinación multidisciplinaria posterior al modelado.
- Facilitar la elaboración de números generadores mediante un modelado estructurado que permita la identificación clara de partidas conforme a planos y especificaciones técnicas.

3 ESTRATEGIA DE ENTREGA DE INFORMACIÓN

La estrategia de entrega de información tiene como finalidad garantizar que los requisitos definidos en el Plan de Ejecución BIM se cumplan de manera clara, colaborativa y sistemática. Para ello, se establecen objetivos priorizados que orientan la producción de modelos y documentación, alineados a los usos BIM adoptados en el proyecto. Esta estrategia debe ser comprendida y aplicada por todos los participantes del equipo, permitiendo una gestión eficiente de la información durante cada una de las fases del proyecto.

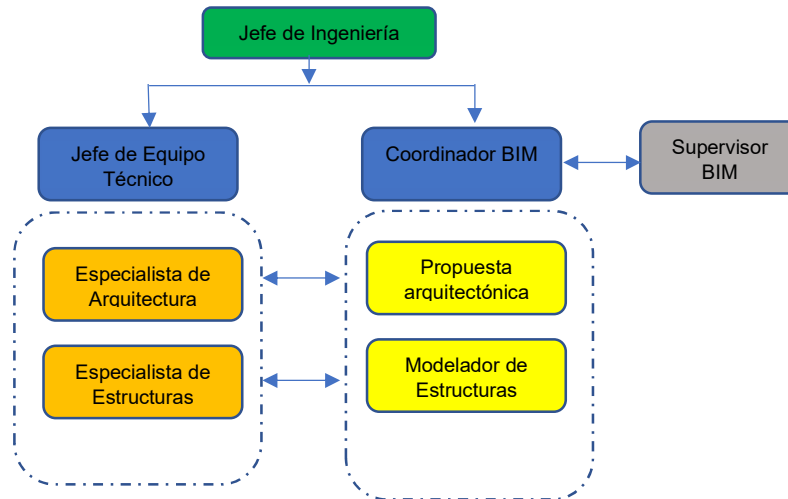
3.1 Objetivos para la producción colaborativa de información

Prioridad	Objetivos de la gestión de la información BIM	Usos BIM de la Entidad
Alta (1)	Mejorar la calidad del expediente técnico a través de una mejor especificación de los requisitos de información y su recopilación estructurada.	Modelado estructural BIM
Alta (1)	Fortalecer las capacidades digitales de la cadena de valor mediante espacios de colaboración y transferencia de conocimiento.	Generación y revisión de modelos 3D
Media (2)	Elaborar un cronograma preciso mediante la vinculación del modelo con la programación de actividades.	Programación 4D
Alta (1)	Gestionar la información del modelo BIM a lo largo de las etapas del proyecto para su posterior uso en operación y mantenimiento.	Documentación técnica estructural
Alta (1)	Detectar interferencias y coordinar de forma efectiva las distintas disciplinas.	Coordinación estructural con arquitectura e instalaciones
Alta (1)	Validar el diseño estructural en función de la propuesta arquitectónica.	Revisión de compatibilidades estructurales
Media (2)	Obtener números generadores precisos mediante un modelado detallado conforme a planos y especificaciones.	Cuantificación estructural y estimación de costos

- 1: Prioridad Alta
- 2: Prioridad Media
- 3: Prioridad Baja

3.2 Estructura organizativa y composición del Equipo de ejecución.

Organización	Nombres y Apellidos	Rol	Email	Celular/Teléfono
DATSA S.A. de C.V.	Alejandro Miramontes Nava	Director de Proyectos	alejandro.miramontes@datasa.com	
DATSA S.A. de C.V.	René Quirino Merlín Hernández	Practicante – Propuesta arquitectónica	rene.quirino@datasa.com	
DATSA S.A. de C.V.	Abraham Pérez Serrano	Practicante – Diseño estructural	abraham.perez@datasa.com	
DATSA S.A. de C.V.	Luis Enrique Martínez Cruz	Practicante – Modelado BIM estructural	luis.martinez@datasa.com	



3.3 Roles y Responsabilidades de Cada Equipo de Ejecución

Proyectista	Seguimiento y control de los cambios concernientes a su especialidad.
	Validación y recepción de consultas propias de la especialidad.
	Responsable de asegurar el correcto desarrollo de su especialidad.
	Auditar y dar conformidad de la información recibida para garantizar la adecuada continuidad del servicio.
	Participar activamente en la resolución de las interferencias de su especialidad, en las reuniones ICE.
Equipo de supervisión	Validar el diseño de las especialidades desarrolladas por el equipo de ejecución.
	Dar seguimiento a las observaciones realizadas al equipo de ejecución.
	Participar activamente en la resolución de las interferencias en las reuniones ICE.
Coordinador BIM	Coordinar la elaboración del modelo de información.
	Validar los entregables realizados por el modelador BIM.
	Preparar la información para la entrega.
	Informar al proyectista del cumplimiento de los Fases de entrega BIM.
	Revisar y plantear soluciones a las incompatibilidades e interferencias.
	Revisar y validar la integración de los modelos de información.
	Asegurar que los modelos de información se mantengan actualizados.
Asegurar la comunicación dentro del Equipo de trabajo.	
Supervisor BIM	Validar el desarrollo de la información desarrollada bajo la metodología BIM
	Realizar revisiones periódicas a los Contenedores de Información.
	Verificar que el Modelo de información se realice según los Requisitos de Información.
Modelador BIM	Mantener actualizada la información digital necesaria y/o requerida para la ejecución del proyecto BIM.
	Desarrollar los modelos de información según la especialidad.
	Asegurar la calidad de los entregables, manteniendo la coordinación con las distintas especialidades

3.4 Lista de recursos informáticos necesarios

Tipo de información	Nombre del recurso informático	Formato nativo de la información	Versión
Modelos 3D	REVIT	RVT	2024
Documentación (Planos)	REVIT Y ADOBE	RVT/PDF	2024
Números generadores	REVIT Y EXCEL	RVT/XLSX	2024

Revisión del diseño		REVIT	RVT	2024
Intercambio de información	de	GOOGLE DRIVE	-	-
Cronograma actividades	de	NEODATA	PDF	2021
Presupuesto		NEODATA	PDF	2021

3.5 Estrategia de Entrega del Modelo de Información

N° Entregable	Descripción del entregable	Equipo de Trabajo a cargo del desarrollo	Contenedor de información	Método de entrega
Entregable 01 Estudios Preliminares	-Informe Topográfico. De anteproyecto	Equipo de practicantes	-dwg.,pdf.	A través de la solución de CDE.
Entregable 02 Anteproyecto de Arquitectura y Especialidades	-Programación arquitectónica. -Memoria descriptiva de anteproyecto. -Plano de planta general de distribución. -Planos de distribución general, cortes, elevaciones.	Equipo de practicantes	-PDF -DWG, PDF	A través de la solución de CDE
Entregable 03 Proyecto de Estructuras	-Memorias de cálculo -Modelos de análisis estructural -Planos de planta -Detalles constructivos -Elevaciones y pórticos -Modelado 3D	Equipo de practicantes	-pdf, xlsx. - EDB. - dwg, pdf. -RVT	A través de la solución de CDE
Entregable 04 Presupuesto y cronograma	- WBS -Tablas de planificación -Fichas técnicas de materiales -Presupuesto -Cronograma	Equipo de practicantes	-xlsx -RVT -PDF -ZIP	A través de la solución de CDE

Otros entregables:

Se adjuntará los siguientes entregables, según corresponda al desarrollo del proyecto:

- Reportes de interferencias detectadas.
- Informe de compatibilización de interferencias entre especialidades (Entregable 3 y 4)
- Lista de números generadores extraídos desde el modelo.

3.6 Nivel de Desarrollo (LOD)

Elementos del modelo	Nivel de Desarrollo
Arquitectónico	LOD 100
Estructuras	LOD 450

Nivel de Detalle (BIM Fórum 2021)

LOD:200

- El nivel de detalle gráfico del elemento BIM es un sistema, objeto o ensamblaje genérico, con cantidades, tamaño, forma, ubicación y orientación aproximadas, por ejemplo, un volumen.
- El nivel de detalle no gráfico del elemento BIM es de carácter general y/o referencial desde otros elementos del modelo, como por ejemplo características técnicas, costos, entre otros.
- Las características del elemento BIM tienen altas probabilidades de cambiar al avanzar el diseño.
- **Usualmente asociado a la etapa de anteproyecto en consulta.**

LOD:300

- El nivel de detalle gráfico del elemento BIM es un sistema, objeto o ensamblaje específico con características de cantidad, tamaño, forma, ubicación y orientación. Precisos y detallados. Estos, tal como se diseñaron, se pueden medir directamente desde el modelo sin hacer referencia a información no modelada, por ejemplo, las notas o cotas.
- Se caracteriza por: El nivel de detalle no gráfico del elemento BIM y/o Modelo BIM está definido y ubicado con precisión respecto al origen del proyecto e incluye información no gráfica específica.
- El Modelo BIM está en capacidad de producir planos u otros documentos propios del expediente técnico y de ser utilizado para detectar interferencias.
- Las características del Modelo BIM tienen pocas probabilidades de cambiar en las siguientes etapas del proyecto.
- **Usualmente asociado a la etapa de proyecto básico**

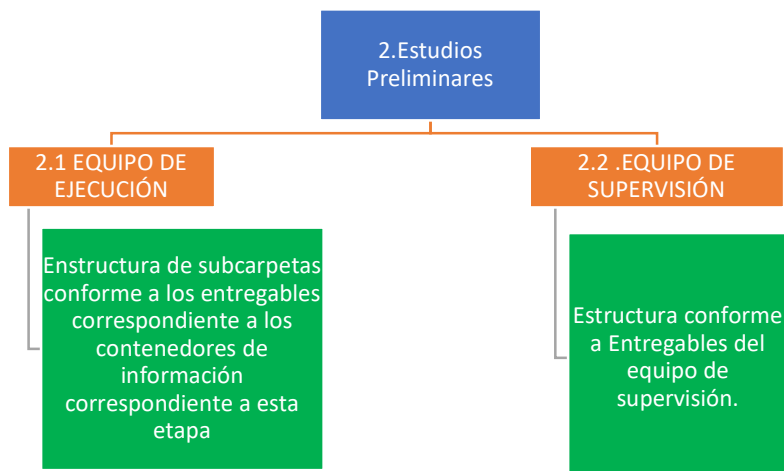
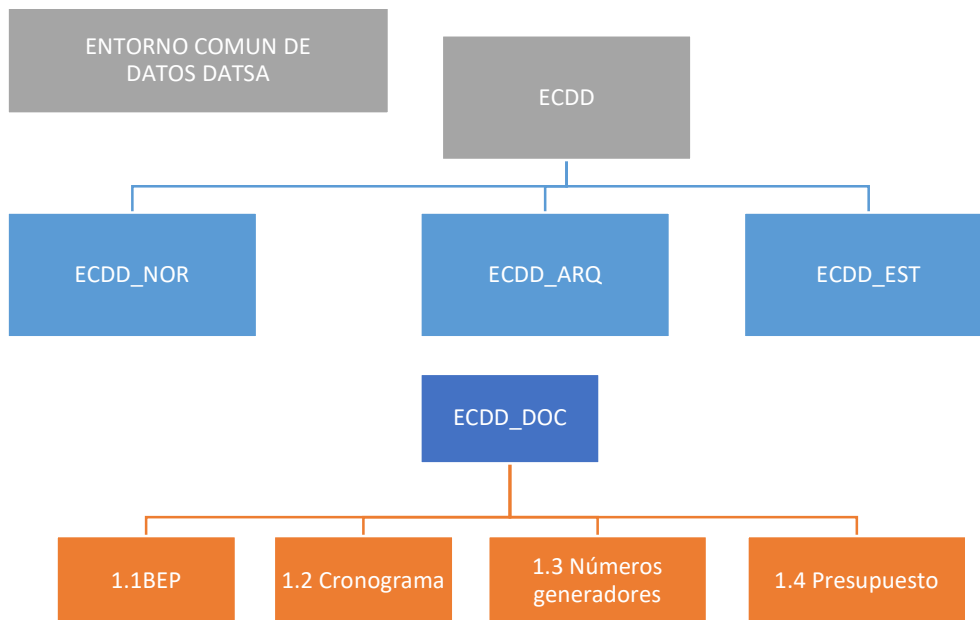
LOD:350

- El nivel de detalle gráfico del elemento BIM es modelado como un sistema, objeto o ensamblaje específico con características de cantidad, tamaño, forma, ubicación, orientación e interacción con otros sistemas del edificio u obras de construcción.
- Se modelan las piezas necesarias para la coordinación y compatibilización del elemento BIM con otros elementos cercanos o conectados. Estas partes pueden incluir elementos tales como soportes y conexiones.
- El modelado ha pasado por un proceso de compatibilización y detección de interferencias.
- El Modelo BIM, tal como se diseñó, se puede medir directamente sin hacer referencia a información no modelada, por ejemplo, las notas o cotas.
- El nivel de detalle no gráfico del elemento BIM es específica, por ejemplo, especificaciones técnicas, metrados, costos, fechas de determinación del presupuesto, análisis de precios, entre otros.
- El modelo BIM está en capacidad de producir planos u otros documentos propios del expediente técnico.
- Las características del Modelo BIM tienen muy pocas probabilidades de cambiar en las siguientes etapas del proyecto, pero si pueden definirse más características con mayor precisión.
- **Usualmente asociado a la etapa de proyecto detallado.**

4 ESTÁNDARES Y NORMATIVIDAD

4.1 Estructura de carpetas

La Estructura dentro de la solución del Entorno de Datos Comunes (Google drive) será organizado de acuerdo a los entregables como sigue de acuerdo a lo propuesto por el cliente y lo acordado con el equipo:



Nota: La estructura de las carpetas 3. Anteproyecto, 4. Proyecto y 5. Expediente Técnico contendrán 2 subcarpetas al igual que la carpeta de 2. Estudios preliminares, como son Equipo de ejecución y Equipo de supervisión, y dentro de cada una de estas subcarpetas se incluirán carpetas conforme a los entregables correspondientes a cada etapa.

4.2 Convención de extracción de información

4.2.1 Parámetros para extracción de números generadores del modelo BIM

Para el proyecto en específico serán necesarios los siguientes parámetros los cuales deberán ser del tipo "Parámetros Compartidos". A continuación, se lista los parámetros que serán necesarios en el proyecto.

Nombre del Parámetro	Descripción	Tipo
Nivel	Indica el nivel en el cual se encuentra un elemento/objeto.	Texto
ID COLUMNAS	Indica el ID de la sección diseñada para los objetos de categoría Pilar	Texto
ID LOSA MACIZA	Indica el ID de la sección diseñada para los objetos de categoría suelo	Texto
ID TABLERO	Indica el ID de la sección diseñada para los objetos de categoría suelo	Texto
ID VIGAS	Indica el ID de la sección diseñada para los objetos de categoría viga	Texto
PESO LINEAL	Indica el peso por metro lineal de las armaduras	Otra
UNIDADES DE PROYECTO	Indica la unidad de media en la que esta configuradas las cotas en el proyecto	Texto

Nota: Podrán añadirse otros parámetros conforme a las necesidades del proyecto en marcha, previa aprobación del supervisor BIM y la ENTIDAD.

4.2.2 Convenciones de identificación de contenedores de información

Para nombrar a los diferentes contenedores de información se tomará de referencia lo indicado en la Guía Nacional BIM, en las cuales se tomarán los campos requeridos.

Requeridos							Opcionales		
Código de Inversión	Autor	Volumen o sistema	Nivel o localización	Tipo de Documento	Disciplina	Número	Descripción	Código de estado	Revisión
1001	AAA	PE	01	3D	A	00011	LevExteriores	S0	P01.1
Línea 2 del metro de Lima	AAA Arquitectos	Paisaje y exteriores	Planos del primer piso	Modelo 3D	Arquitectura	Nº de secuencia	Descripción del documento	Código de estado	Nº de revisión

código	Disciplina	código	Tipo de documento.
ARQ	Arquitectura	MO	Modelo 3D
EST	Estructura	AC	Análisis de costos
IS	Instalaciones Sanitaria	FT	Especificaciones técnicas

IE	Instalaciones Eléctricas	ME	Memorias
MO	Mobiliario	DE	Planos -detalles
AF	Sistema de agua fría	U	Planos Ubicación y localización
DES	Sistema de desague	PTO	Planos topográficos
		PA	Altura de edificación
		RC	Reporte de costos
		PT	Presupuesto

Código	Estatus
T	Progreso
C	Compartido
P	Publicado
A	Archivado
ZZ	No pertenece a ninguno

Código	Zonas
Z1	Zona 1
Z2	Zona 2
Z3	Zona 3
Zn	Zona n

Código	Niveles
N01	Nivel 1
N02	Nivel 2
N03	Nivel 3
N0n	Nivel n

Código	AUTORES
ESJO	Equipo VIVANCORP

Nombre	Descripción y contenido
ESJO-ARQ-Z1-MO-P-001	Modelo de Arquitectura
ESJO-EST-Z1-MO-P-001	Modelo de Estructuras
ESJO-IE-Z1-MO-P-001	Modelo de Eléctricas
ESJO-IS-Z1-MO-P-001	Modelo de Sanitarias
ESJO-PT-Z1-PT-P-001	Presupuesto

4.2.3 Normatividad

Nombre	Descripción
NTP. ISO 19650 1 y 2	Organización y digitalización de edificios de información y obras de ingeniería civil, incluyendo modelado de información de edificios (BIM) - Gestión de la información mediante modelado de información de edificios.
Guía Nacional BIM	Documento de orientación, el cual tiene el objetivo de describir la aplicación del Entorno de Datos Comunes o CDE dentro del proceso de gestión de la información en las inversiones desarrolladas aplicando BIM.
Nota Técnica de Introducción BIM	Documento que sintetiza, de forma didáctica, las respuestas a las dudas más frecuentes planteadas con respecto a BIM.
NTC	Normas Técnicas Complementarias
RCHGO	Reglamento de Construcción de Hidalgo
VOLUMEN 3 TOMO I Diseño arquitectónico INIFED	Normas y Especificaciones para Estudios, Proyectos, Construcción e Instalaciones 2022
LOPySRM y R	Ley de Obras Públicas y Servicios Relacionados con las Mismas y su Reglamento

5 MÉTODOS Y PROCEDIMIENTOS PARA LA PRODUCCIÓN DE LA INFORMACIÓN

5.1 Métodos y procedimientos de producción de información

Esta sección determina los métodos y procedimientos de producción de información. Esto podría incluir responsabilidades, flujos de trabajo y procesos de aprobación.

En los siguientes puntos se describirá cuáles serán los métodos y procedimientos de producción de información que deben seguirse en este proyecto.

5.1.1 Trabajo colaborativo

Parte de la estrategia de colaboración es gestionar los contenedores de información de las diferentes especialidades en la solución de CDE (BIM Collaborate Pro). Este será la única fuente confiable de intercambio de información desde donde se recopilará, gestionará y compartirá información del proyecto. Cada contenedor de información deberá estar nombrado de acuerdo a la convención de nombres.

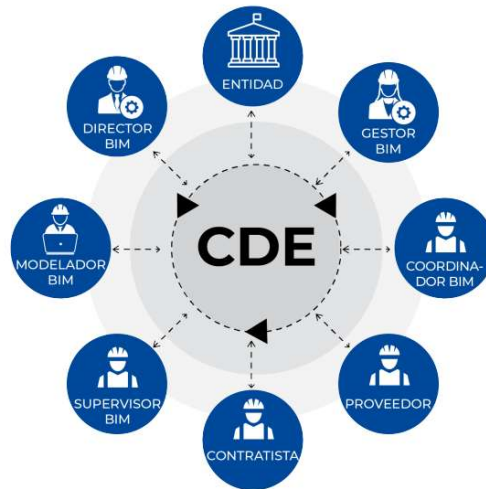


FIGURA 36 - FUENTE ÚNICA DE INFORMACIÓN CONFIABLE (FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA)

Todo contenedor de información debe ser subida a la solución de CDE, La revisión de los mismos debe desarrollarse en la misma plataforma. Se proporcionará 3 accesos al equipo de supervisión, y 2 accesos a la Entidad.

De igual forma, la ejecución de sesiones ICE y reuniones de coordinación permitirá evaluar y plantear soluciones para las incompatibilidades e interferencias de manera coordinada que se detecten en el proceso de compartir la información entre diferentes especialidades.

5.1.1.1 Reuniones de coordinación y sesiones ICE

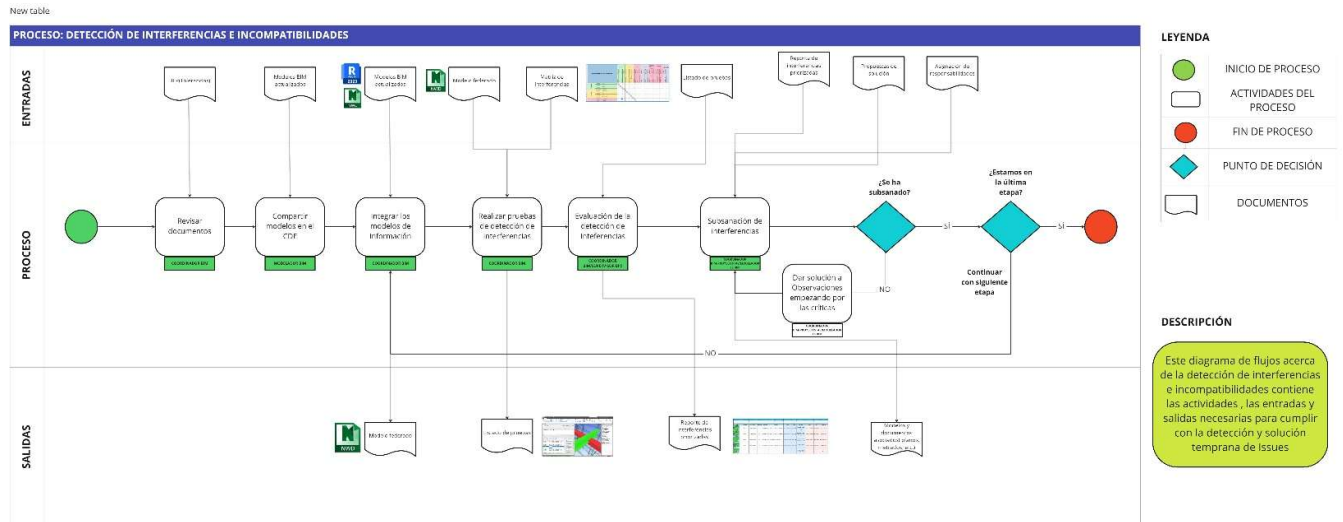
Las reuniones de coordinación se realizarán todos los viernes a las 2:00pm, a través de la plataforma Microsoft Teams, para lo cual se debe enviar una invitación adjuntando una agenda de reunión con dos días de anticipación. En este tipo de reuniones lo que se realizará es una revisión visual, revisión de interferencias, presentación de los avances y revisión integral del proyecto.

Por otro lado, serán necesarias coordinaciones puntuales de intercambio de información entre ciertas especialidades, esta coordinación se desarrollará de manera interna.

Las sesiones ICE se desarrollarán de manera presencial en las oficinas de Electroperú. Es obligatorio y fundamental la asistencia del personal clave. Estas reuniones tendrán una frecuencia de una vez por mes o conforme sea requerido a lo largo del avance del proyecto. Estas sesiones se coordinarán previamente con la Entidad y se realizará la invitación correspondiente con 2 días de anticipación.

Nota: Los acuerdos tomados durante las reuniones de coordinación y las sesiones ICE serán registrados en la Acta de sesión y/o reunión y debe ser compartida en la carpeta de "Documentos de Gestión".

5.1.2 Actividades para la detección y resolución de interferencias



5.1.3 Control de calidad del modelo de información

Para este proyecto, el modelador BIM será el responsable de realizar el control de calidad de información interna del modelo de su especialidad correspondiente. El coordinador BIM será el encargado de compatibilizar la información del modelo federado.

Para esta evaluación se considera lo siguiente:

1. Inspección Visual
2. Integridad del Modelo
3. Estandarización
4. Técnicas de Modelado
5. Interferencias dentro de la misma especialidad (por error de modelado)
6. Uso de Parámetros
7. Capacidad de desarrollo de acuerdo al alcance BIM(LOD/LOI)

La evaluación del control de calidad del modelado estará alineado a los objetivos y alcances de cada etapa del proyecto y la frecuencia estará alineada al cronograma específico del proyecto.

5.1.4 Tolerancias

Los modelos incluyen las dimensiones apropiadas de los elementos, para los siguientes objetivos:

- Visualización precisa a nivel correspondiente del LOD con una tolerancia de +/- 1cm.
- Detección y documentación de interferencias +/-2.5cm.

Tipo de Información	DISCIPLINA	TOLERANCIA
MODELO 3D	TODAS	PRECISIÓN +/- 1 cm en medidas y ubicación
Detección de incompatibilidades e interferencias	TODAS	PRECISIÓN +/- 2.5 cm

5.1.5 Requisitos de seguridad de la información

- Toda la información del proyecto debe ser compartida a través del CDE del proyecto en el marco de la Guía Nacional BIM. De utilizar otras herramientas de intercambio de documentos en línea deberá notificarse previa coordinación.
- Todos los equipos de trabajo del CDE deben tener su propio nombre de usuario y contraseña.
- No está permitido el uso de CDs, unidades USB para compartir.

5.1.5.1 Niveles de seguridad

Los niveles de seguridad dentro de la plataforma Google drive estarán relacionados con la gestión de los niveles de permisos que se puede asignar a cada involucrado según sea su rol en el proyecto.

A continuación, se detallan cuáles son los niveles de permiso que maneja la plataforma por cada miembro de equipo, en cada una de las carpetas creadas:

Código	Tipo	Descripción
SV	Solo ver	Sólo puede ver archivos, pero no puede descargar o cargar información.
SC	Solo cargar	Sólo se le permite la carga de archivos en la carpeta. No le permite ver archivos, solo cargar.
VD	Ver+Descargar	Sólo se le permite ver y descarga los archivos de la carpeta.
VDC	Ver+descargar+cargar	Le permite ver, descargar y cargar los archivos de la carpeta.
VDCE	Ver+descargar+cargar+editar	Le permite ver, descargar, cargar y editar los archivos de la carpeta.
CC	Control de carpetas	Tiene control total sobre todas las carpetas dentro de la plataforma. Permite la creación de sub carpetas.

5.1.6 Confidencialidad

EL CONSULTOR no usará, divulgará, ni permitirá la divulgación, ni reproducirá, ni permitirá a persona alguna la reproducción de información confidencial obtenida de LA ENTIDAD.

La confidencialidad incluirá diseños, planos, mapas, cálculos, formulas técnicas de la especialidad o información similar desarrollada por EL CONSULTOR como parte del estudio del proyecto, que no haya sido previamente divulgada o reproducida sin restricciones por LA ENTIDAD.

5.1.7 Exclusiones en modelos

Los siguientes elementos no están considerados en el modelo.

Especialidad	Modelado BIM
ESTRUCTURAS	Detalles constructivos
	Acero corrugado

*Extracción de cantidades de partidas no modeladas.

Y otros elementos que no estén comprendidos dentro de la Matriz de responsabilidades.

5.2 Informe Final

Como parte de las buenas prácticas se debe entregar un informe final de ejecución BIM que incluya los alcances, análisis, lecciones aprendidas, métricas, resultados, conclusiones y recomendaciones de la aplicación de la metodología BIM en el proyecto.

Este informe final será parte del repositorio de la Empresa y servirá como base para futuros proyectos similares que pueda desarrollar la Entidad.