

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN EL
PROYECTO: POLICLINICO LA PAZ EJECUTADO POR LA
EMPRESA A.G. SERVICIOS GENERALES DE
CONSTRUCCIÓN CIVIL S.A.C”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título

profesional de:

Ingeniero Civil

Autor:

Cristhian Geoge Ayala Zarate

Asesor:

Ing. Neicer Campos Vásquez

<https://orcid.org/0000-0003-1508-6575>

Lima - Perú

2022

DEDICATORIA

A mis padres Basilia Zarate Castro y
Floro Ayala Girón, por su apoyo
incondicional, su comprensión, sus
consejos y su amor que me ofrecen cada
día.

AGRADECIMIENTO

A Dios, todo poderoso, por haber hecho posible cumplir una de las metas que me he trazado en la vida para mi desarrollo profesional; él que me guía en cada paso a seguir y me ilumina para evitar tropiezos en este largo camino.

A mis padres, por brindarme siempre su apoyo, alentarme en los momentos duros y contribuir en toda mi formación.

Agradecer a mi alma mater UNIVERSIDAD PRIVADA DE NORTE y en especial a la facultad INGENIERIA CIVIL y a toda la plana de docentes e ingenieros por haberme impartido todo los conocimientos y experiencias para mi formación profesional.

Agradecer de manera especial a la empresa “A.G. SERVICIOS GENERALES DE CONSTRUCCIÓN CIVIL S.A.C., por confianza y apoyo brindado para la realización de este informe.

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	6
ÍNDICE DE ECUACIONES.....	10
RESUMEN EJECUTIVO	11
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	12
1.1. Descripción de la Empresa.....	13
1.2. Objetivo de la empresa	14
1.3. Alcances de la empresa	14
1.4. Misión de la empresa	14
1.5. Visión de la empresa	14
1.6. Realidad Problemática.....	14
1.7. Justificación	15
1.8. Planteamiento del problema.....	16
1.9. Objetivos	17
1.10. Estrategia de desarrollo	18
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	26
2.1. Metodología BIM	26
2.2. Revit	47
2.3. Navisworks	48
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA.....	50
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	98
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	104
REFERENCIAS	109
ANEXOS	110

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	19
Tabla 2:	19
Tabla 3:	20
Tabla 4:	21
Tabla 5:	22
Tabla 6:	23
Tabla 7:	24
Tabla 8:	24
Tabla 9	29
Tabla 10	43
Tabla 11: Cuadro Comparativo de Resultados (Fuente: Elaboración propia).	98
Tabla 12: Calculo de Porcentaje de Error (Fuente: Elaboración propia).	99
Tabla 13: Calculo de Porcentaje de Error del Total (Fuente: Elaboración propia).	100

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1: Organigrama de la Empresa (Fuente: Elaboración propia).	13
Figura N° 2: Lado izquierdo Vista de los ejes desde Nivel 1 y lado derecho Niveles desde Elevación Este (Fuente: Elaboración Propia).	51
Figura N° 3: Vista de la herramienta Líneas finas o Thin Lines en inglés (Fuente: Revit 2023).	51
Figura N° 4: Vista del panel Unidades del Proyecto o Project Units en inglés (Fuente: Revit 2023).	52
Figura N° 5: Vista 3D de cimentaciones del Proyecto (Fuente: Elaboración Propia).	52
Figura N° 6: Cuadro de Columnas (Fuente: Arconsa Contratistas Generales, 2018).	53
Figura N° 7: Vista 3D de Columnas modeladas (Fuente: Elaboración Propia).	53
Figura N° 8: Nombramiento y uso de herramientas para el modelado de los elementos estructurales (Fuente: Revit 2023).	54
Figura N° 9: Vista de distribución de placas, columnas y cimentaciones desde Nivel 1 (Fuente: Elaboración Propia).	54
Figura N° 10: Vista 3D de distribución de placas, columnas y cimentaciones (Fuente: Elaboración Propia).	55
Figura N° 11: Vista del panel Navegador de Proyectos o Project Browser en inglés (Fuente: Revit 2023).	55
Figura N° 12: Cuadro de Vigas (Fuente: Arconsa Contratistas Generales, 2018).	56
Figura N° 13: Vista 3D del modelado de vigas (Fuente: Elaboración Propia).	56
Figura N° 14: Lado izquierdo Vista 3D del modelado de Losa Aligerada del 1er nivel y al lado derecho su planta (Fuente: Elaboración Propia).	57
Figura N° 15: Vista de la herramienta Ocultar / Aislar Temporalmente o Temporary Hide / isolate en inglés (Fuente: Revit 2023).	57
Figura N° 16: Lado izquierdo Vista de la planta del 2do Nivel y al lado derecho la vista en 3D (Fuente: Elaboración Propia).	58
Figura N° 17: Lado izquierdo Vista de la planta del 6to Nivel y al lado derecho la vista en 3D de todos los niveles (Fuente: Elaboración Propia).	59
Figura N° 18: Detalle de Zapata (Fuente: Arconsa Contratistas Generales, 2018).	59
Figura N° 19: Vista de Planta 1er nivel, se observa el detalle del enmallado de acero en Zapatas (Fuente: Elaboración Propia).	60

Figura N° 20: Vista 3D, se observa el detalle del enmallado de acero en Zapatas (Fuente: Elaboración Propia). 61

Figura N° 21: Distribución del acero para las zapatas y vigas de cimentación (Fuente: Elaboración Propia). 61

Figura N° 22: Vista del panel Propiedades de Tipo o Type Properties en inglés (Fuente: Revit 2023). 62

Figura N° 23: Vista Corte de Columna C-2 (Fuente: Elaboración Propia). 62

Figura N° 24: Lado izquierdo Vista Oeste o West en inglés y al lado derecho una Vista 3D de Columna C-1 (Fuente: Elaboración Propia). 63

Figura N° 25: Vista Corte de Columna C-1 (Fuente: Elaboración Propia). 63

Figura N° 26: Vista Corte y 3D de distribución de acero en Columna C-1 (Fuente: Elaboración Propia). 64

Figura N° 27: Vista del panel Propiedades o Properties en inglés (Fuente: Revit 2023). 65

Figura N° 28: Vista del panel Estados de Visibilidad o View Visibility states en inglés (Fuente: Revit 2023). 65

Figura N° 29: Vista 3D distribución de acero en Columnas (Fuente: Elaboración Propia). 66

Figura N° 30: Vista 3D distribución de acero en Vigas (Fuente: Elaboración Propia). 67

Figura N° 31: Detalle de Viga VP-100 (Fuente: Arconsa Contratistas Generales, 2018)... 67

Figura N° 32: Vista Corte de distribución de acero en Viga VP-100 (Fuente: Elaboración Propia). 67

Figura N° 33: Vista Corte de distribución de acero en Viga VP-100 en Proyecto (Fuente: Elaboración Propia). 68

Figura N° 34: Vista Corte de distribución de acero en Viga V-P1 y V-A100 en Proyecto (Fuente: Elaboración Propia). 69

Figura N° 35: Vista Corte de distribución de acero en Viga de Cimentación en Proyecto (Fuente: Elaboración Propia). 69

Figura N° 36: Detalle de Viga de Cimentación (Fuente: Arconsa Contratistas Generales, 2018). 70

Figura N° 37: Vista Corte de distribución de acero en Viga de Cimentación en otra dirección (Fuente: Elaboración Propia). 70

Figura N° 38: Vista Corte de distribución de acero en Muro de Contención en Proyecto (Fuente: Elaboración Propia). 71

Figura N° 39: Vista Corte de distribución de acero en Muro de Contención en otra dirección (Fuente: Elaboración Propia). 72

Figura N° 40: Vista Planta, distribución de acero en Losa Aligerada (Fuente: Elaboración Propia).	73
Figura N° 41: Vista 3D, distribución de acero en Losa Aligerada (Fuente: Elaboración Propia).	74
Figura N° 42: Vista 3D, distribución de acero en todo el Proyecto (Fuente: Elaboración Propia).	75
Figura N° 43: Vista de herramienta Horarios o Schedules en inglés (Fuente: Revit 2023).	75
Figura N° 44: Metrado de Zapatas y cimentaciones del Proyecto Modelado (Fuente: Elaboración Propia).	76
Figura N° 45: Metrado de Columnas del Proyecto Modelado - Parte 1(Fuente: Elaboración Propia).	77
Figura N° 46: Metrado de Columnas del Proyecto Modelado - Parte 2 (Fuente: Elaboración Propia).	78
Figura N° 47: Metrado de Muros en General del Proyecto Modelado - Parte 1 (Fuente: Elaboración Propia).	79
Figura N° 48: Metrado de Muros en General del Proyecto Modelado - Parte 2 (Fuente: Elaboración Propia).	80
Figura N° 49: Metrado de Vigas del Proyecto Modelado - Parte 1 (Fuente: Elaboración Propia).	81
Figura N° 50: Metrado de Vigas del Proyecto Modelado – Parte 2 (Fuente: Elaboración Propia).	82
Figura N° 51: Metrado de Losa Aligerada en General del Proyecto Modelado - Parte 1 (Fuente: Elaboración Propia).	83
Figura N° 52: Metrado de Losa Aligerada en General del Proyecto Modelado - Parte 2 (Fuente: Elaboración Propia).	84
Figura N° 53: Metrado de Acero en General del Proyecto Modelado – Parte 1 (Fuente: Elaboración Propia).	85
Figura N° 54: Metrado de Acero en General del Proyecto Modelado – Parte 2 (Fuente: Elaboración Propia).	86
Figura N° 55: Metrado Presentado a Cliente (Fuente: A.G. Servicios Generales de Construcción Civil S.A.C. Generales, 2022).	87
Figura N° 56: Vista 3D de Modelo exportado desde REVIT a NAVISWORKS (Fuente: Elaboración Propia).	88
Figura N° 57: Herramienta Clash Detective (Fuente: NAVISWORKS 2023).	89

Figura N° 58: Panel de Detector de interferencias o Clash Detective en inglés (Fuente: NAVISWORKS 2023). 89

Figura N° 59: Vista dentro del recorrido tomando una medida y agregando una revisión (Fuente: Elaboración Propia)..... 90

Figura N° 60: Cronograma o TimeLiner en inglés (Fuente: Revit 2023). 91

Figura N° 61: Vista del Diagrama Gantt generado en NAVISWORKS (Fuente: Elaboración Propia). 91

Figura N° 62: Vista de nuestras tareas del Primer nivel (Fuente: Elaboración Propia). 92

Figura N° 63: Vista de los Conjuntos generados para el Primer nivel (Fuente: Elaboración Propia). 92

Figura N° 64: Secuencia de ensamblaje de edificación según el cronograma de trabajo. Ejemplo etapa 1 (Fuente: Elaboración Propia)..... 93

Figura N° 65: Secuencia de ensamblaje de edificación según el cronograma de trabajo. Ejemplo etapa 2 (Fuente: Elaboración Propia)..... 93

Figura N° 66: Secuencia de ensamblaje de edificación según el cronograma de trabajo. Ejemplo etapa 3 (Fuente: Elaboración Propia)..... 94

Figura N° 67: Secuencia de ensamblaje de edificación según el cronograma de trabajo. Ejemplo etapa 4 (Fuente: Elaboración Propia)..... 94

Figura N° 68: Secuencia de ensamblaje de edificación según el cronograma de trabajo. Ejemplo etapa 5 (Fuente: Elaboración Propia)..... 95

Figura N° 69: Secuencia de ensamblaje de edificación según el cronograma de trabajo. Ejemplo etapa 6 (Fuente: Elaboración Propia)..... 95

Figura N° 70: Secuencia de ensamblaje de edificación según el cronograma de trabajo. Ejemplo etapa 7 (Fuente: Elaboración Propia)..... 96

Figura N° 71: Secuencia de ensamblaje de edificación según el cronograma de trabajo. Ejemplo etapa 8 (Fuente: Elaboración Propia)..... 96

Figura N° 72: Secuencia de ensamblaje de edificación según el cronograma de trabajo. Ejemplo etapa 9 (Fuente: Elaboración Propia)..... 97

Figura N° 73: Panel de Exportación de animaciones (Fuente: NAVISWORKS 2023)..... 97

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1: Volumen de Losa Aligerada	83
Ecuación 2: Peso de Acero Modelado	85
Ecuación 3: Porcentaje de Error.	99

RESUMEN EJECUTIVO

Este informe denominado “IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM EN EL PROYECTO: POLICLINICO LA PAZ EJECUTADO POR LA EMPRESA A.G. SERVICIOS GENERALES DE CONSTRUCCIÓN CIVIL S.A.C. VENTANILLA - 2022”, es el resultado de mi experiencia profesional como personal técnico dentro la empresa mencionada. La empresa A.G. Servicios Generales de Construcción Civil S.A.C. se dedica a la ejecución de proyectos constructivos, remodelaciones, mantenimientos; generalmente los proyectos ejecutados están ubicados en el distrito de Ventanilla. Los miembros del equipo técnico observamos que en los proyectos privados a presupuestar los clientes solo presentaban planos sin un estudio previo de la obra, por lo que vimos necesario implementar la metodología BIM (Building Information Modeling), basándonos en una de las nuevas tecnologías que se están aplicando en todo el mundo. El edificio ejecutado denominado “POLICLINICO LA PAZ” consta de 6 pisos y 1 azotea, este proyecto será modelado para poder estudiar las ventajas y desventajas de ejecutarlo empleando programas como REVIT y NAVISWORKS y una ejecución tradicional, para lo cual realizare un análisis de costos basados en los presupuestos del proyecto también hare una comparación en los tiempos de ejecución utilizando otras herramientas; esta experiencia permitirá conocer las virtudes del trabajo colaborativo siendo una solución de diseño y documentación para la ingeniería civil que admite flujos de trabajo de modelado.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

Las herramientas en el campo de la Ingeniería como las de tipo CAD (Computer Aided Design) se encuentran en constante desarrollo, en forma paralela a la implementación de los equipos de computación (Hardware). Aplicar herramientas de este tipo ayuda a mejorar los procesos de análisis de datos (Building Smart Spain Chapter, 2017). El presente informe se enfoca en el uso de la metodología BIM para el desarrollo del proyecto “Policlínico La Paz” aplicando los programas REVIT y NAVISWORKS, también basándome en la Guía para la elaboración del Plan de Ejecución BIM, ahí se podrán reflejar estrategias, procesos y técnicas. Mi experiencia profesional desarrollada en la empresa es diseñar y ejecutar obras de edificación e infraestructura, generalmente de Viviendas y Locales comerciales, además efectuó planificación y control de su desarrollo. La empresa fue fundada en el año 2009 e inicio sus actividades el 19 de junio del mismo año, los servicios que ofrece la empresa A.G. Servicios Generales de Construcción Civil S.A.C. son: ejecución de proyectos constructivos, remodelaciones, mantenimientos; trabajamos particularmente en el distrito de Ventanilla.

1.1. Descripción de la Empresa

Para la realización del presente informe, el representante legal de la empresa donde desarrolle la experiencia profesional ha solicitado mantener el nombre o cualquier distintivo de la empresa en reserva.

La empresa es de origen y capital nacional y con 13 años dedicada a la ejecución de proyectos constructivos, remodelaciones, mantenimientos; trabajamos particularmente en el distrito de Ventanilla. Cuenta con una planta de oficina ubicada en distrito de Ventanilla, la cual está implementada con máquinas liviana y equipos que permiten el óptimo desarrollo de cada proyecto.

En la figura n°1 se muestra el organigrama de la empresa.

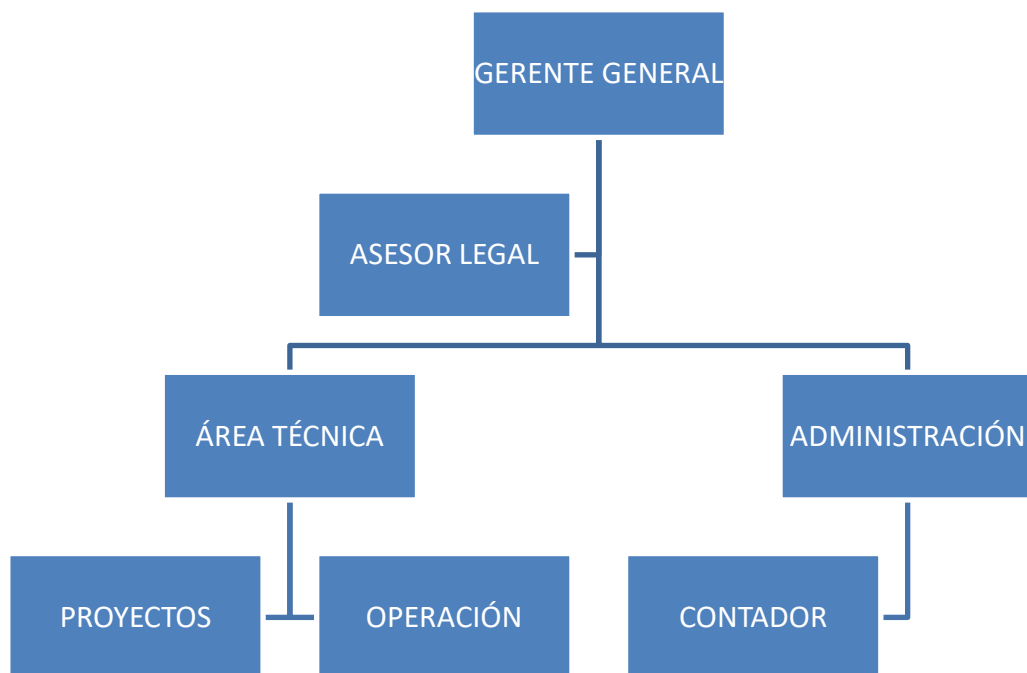


Figura N° 1: Organigrama de la Empresa (Fuente: Elaboración propia).

1.2. Objetivo de la empresa

Tenemos como principal objetivo el consolidarnos en el mercado Nacional y luego ingresar al mercado internacional, teniendo un producto de alta calidad y al mejor precio.

1.3. Alcances de la empresa

Los alcances incluyen:

- **Proyectos:** Diseño y ejecución de Edificaciones (Viviendas y Locales comerciales).
- **Mantenimiento:** Servicios de mantenimiento de edificaciones, Locales escolares y comerciales.

1.4. Misión de la empresa

Brindar a nuestros clientes el mejor Servicio de Construcción con eficiencia, rapidez, Calidad, con los mejores Precios del Mercado, cumpliendo de manera óptima con los requisitos establecidos de cada proyecto.

1.5. Visión de la empresa

Ser reconocidos como empresa de DISEÑO y CONSTRUCCIÓN de obras Inmobiliarias de envergadura dentro del mercado peruano.

1.6. Realidad Problemática

(Guía Nacional BIM, 2010) indican que, durante la última década, el Perú ha venido adoptando las medidas necesarias para mejorar la calidad de la infraestructura pública (transporte, electricidad, saneamiento, salud, educación, etc.), con el objetivo de contribuir a mejorar la calidad de los servicios públicos brindados a la población. Sin embargo, el sector construcción es uno de los que menos ha cambiado a raíz del

boom tecnológico, manteniendo el uso de metodologías de trabajo tradicionales. Los diferentes equipos y responsables que forman parte de una inversión (ingenieros, arquitectos, gestores, supervisores, contratistas), están acostumbrados a trabajar cada uno bajo sus propios métodos, generando que la comunicación, muchas veces, no sea fluida a lo largo del desarrollo de la inversión, ocasionando duplicidad de trabajos o reprocesos. Esto causa pérdida de tiempo, dinero e información necesaria, y por ende retraso en la culminación de las inversiones y entrega oportuna de los servicios a la población.

Esto ha provocado que los problemas e inconvenientes contractuales durante la construcción sean cada más frecuente, como planos que presentan información incompleta o inconsistente, falta de suficiente nivel de detalle para algunos planos y especificaciones que se contradicen, estas solo son algunas consecuencias que afectan a la ejecución de los proyectos; y el origen nace en la etapa de diseño de los proyectos, etapa en donde se desarrollan las memorias descriptivas, los planos, las especificaciones, entre otros.

Debido a lo mencionado, un grupo de herramientas tecnológicas, denominadas tecnologías BIM, están obteniendo acogida por las distintas empresas, debido a que generan una solución, sin embargo, es parcial.

1.7. Justificación

1.7.1. Teórica

El propósito de aportar al conocimiento existente con algunas de las herramientas BIM empleadas para el proyecto ejecutado.

1.7.2. Práctica

La ejecución de esta metodología, permitirá la mejor obtención de información para evitar problemas e inconvenientes contractuales durante la construcción.

1.7.3. Metodología

Al detallar el proceso que se realizó para el modelamiento de este proyecto, podremos evidenciar las carencias del proceso tradicional que usa la mayoría de Pymes debido a que están acostumbrados a trabajar cada uno bajo sus propios métodos, generando que la comunicación, muchas veces, no sea fluida a lo largo del desarrollo de la inversión, ocasionando duplicidad de trabajos o reprocesos.

1.8. Planteamiento del problema

1.8.1. Problema general

¿Cómo la implementación de la metodología BIM afecta el proyecto Policlínico La Paz, ejecutado por la empresa A.G. Servicios Generales de Construcción Civil S.A.C. Ventanilla - 2022?

1.8.2. Problemas específicos

1.8.2.1. Problema específico 1

¿De qué manera influye la implementación de la metodología BIM el proyecto Policlínico La Paz, ejecutado por la empresa A.G. Servicios Generales de Construcción Civil S.A.C. Ventanilla - 2022?

1.8.2.2. Problema específico 2

¿Cómo gestionar el uso de herramientas como Revit y Navisworks en el proyecto Policlínico La Paz, ejecutado por la empresa A.G. Servicios Generales de Construcción Civil S.A.C. Ventanilla - 2022?

1.8.2.3. Problema específico 3

¿Cómo gestionar los costos y tiempos de ejecución en el proyecto Policlínico La Paz, ejecutado por la empresa A.G. Servicios Generales de Construcción Civil S.A.C. Ventanilla - 2022?

1.9. Objetivos

1.9.1. Objetivo general

Analizar la implementación de la Metodología BIM mediante el uso de herramientas como Revit y Navisworks, a fin de optimizar los costos y tiempos de ejecución en el proyecto ejecutado por la empresa A.G. Servicios Generales de Construcción Civil S.A.C. Ventanilla – 2022.

1.9.2. Objetivos específicos

1.9.2.1. Objetivo específico 1

Determinar cómo influye la implementación de la metodología BIM en el proyecto Policlínico La Paz, ejecutado por la empresa A.G. Servicios Generales de Construcción Civil S.A.C. Ventanilla – 2022.

1.9.2.2. Objetivo específico 2

Implementar el uso de herramientas como Revit y Navisworks en el proyecto Policlínico La Paz, ejecutado por la empresa A.G. Servicios Generales de Construcción Civil S.A.C. Ventanilla – 2022.

1.9.2.3. Objetivo específico 3

Formular recomendaciones, a fin de optimizar los costos y tiempos de ejecución en el proyecto Policlínico La Paz, ejecutado por la empresa A.G. Servicios Generales de Construcción Civil S.A.C. Ventanilla – 2022.

1.10. Estrategia de desarrollo

Conforme a los requerimientos por parte del Cliente (Capital Privado), se requiere la construcción de un edificio de 6 pisos y una azotea, originalmente fue diseñado para que el primer nivel funcione como local comercial y el resto de pisos como departamentos, posterior se modificó a un Policlínico denominado “La Paz”; implementaremos la Metodología BIM mediante el uso de herramientas como Revit y Navisworks, a fin de optimizar los costos y tiempos de ejecución en el proyecto ejecutado por la empresa A.G. Servicios Generales de Construcción Civil S.A.C. Ventanilla – 2022.

1.10.1. Ubicación:

El proyecto se encuentra ubicado en la Urb. Pedro Cueva Mz. L Lote N°13 distrito de Ventanilla, provincia Constitucional del Callao.

El terreno se presentó sin construcción existente, se realizó el corte de parte del talud del cerro, para lo que se usó maquinaria pesada para los movimientos de tierra.

Tabla 1:

Cuadro de Áreas del 1er nivel.

1ER NIVEL	
Ambiente	Área (M2)
Escalera	7.00
Tienda	158.25
Deposito	22.95
Frigorífico	3.50
Baño 1 (cab.)	2.05
Baño 2 (damas)	2.05
Baño 2 (personal)	3.85
Pasadizo	4.50
Voladizo	13.10
Tragaluz	5.30
División y elem estructural	13.16
AREA LIBRE	5.30
AREA TECHADA	230.41
ÁREATOTAL 1ER NIVEL	235.71

Tabla 2:

Cuadro de Áreas del 2do nivel

2DO NIVEL	
Ambiente	Área (M2)
Terraza	28.60
Cocina	20.25
Sala	21.70
Comedor	26.90
Pasadizo	13.10
Escalera 1er al 2do nivel	8.30
Hall	10.00
Escalera 2do al 3er nivel	6.05
Caja ascensor	4.05
Dormitorio 1 (principal)	12.75
Baño 1	3.20
Baño 2 (visita)	2.05

Dormitorio 2	9.70
Dormitorio 3	9.90
Dormitorio 4 (principal)	13.75
Baño 3	4.00
Baño 4 (visita)	4.00
Dormitorio 5 (lavandería)	9.45
Baño 5	4.30
Lavandería	5.30
Tragaluz 1	1.40
Tragaluz 2	6.05
División y elem estructural	21.30
AREA LIBRE	7.45
AREA TECHADA	238.65
ÁREA TOTAL 2DO NIVEL	246.10

Tabla 3:

Cuadro de Áreas del 3er nivel

3ER NIVEL	
Ambiente	Área (m2)
Sala	14.35
Comedor	12.90
Baño 1	3.90
Dormitorio 1 (principal)	13.60
Cocina	13.75
Pasadizo 1	12.80
Baño 2 (visita)	2.40
Baño 3	2.70
Dormitorio 2	13.70
Dormitorio 3	15.60
Caja ascensor	3.80
Hall	3.25
Escalera 3er al 4to nivel	6.05
Terraza	6.70
Cocina	9.35
Comedor	8.80
Sala	15.40
Baño 4	3.80

Dormitorio 4	11.60
Lavandería	9.30
Baño 5	2.45
Pasadizo 2	7.10
Dormitorio 5	10.15
Baño 6	3.10
Dormitorio 6	14.85
Tragaluz 1	7.15
Tragaluz 2	1.40
Tragaluz 3	1.15
Tragaluz 4	0.35
División y elem estructural	25.00
AREA LIBRE	10.05
AREA TECHADA	246.40
ÁREA TOTAL 3ER NIVEL	256.45

Tabla 4:

Cuadro de Áreas del 4to nivel

4TO NIVEL	
Ambiente	Área (m2)
Sala	14.35
Comedor	12.9
Baño 1	3.9
Dormitorio 1 (principal)	13.6
Cocina	11.8
Pasadizo 1	12.8
Baño 2 (visita)	2.4
Baño 3	2.7
Dormitorio 2	13.7
Dormitorio 3	15.6
Caja ascensor	3.8
Hall	3.25
Escalera 4to al 5to nivel	6.05
Terraza	6.7
Cocina	9.35
Comedor	8.8
Sala	15.4
Baño 4	3.8

Dormitorio 4	11.6
Lavandería	9.15
Baño 5	2.55
Pasadizo 2	7.1
Dormitorio 5	10.15
Baño 6	3.1
Dormitorio 6	14.85
Voladizo	1.5
Tragaluz 1	7.15
Tragaluz 2	1.4
Tragaluz 3	1.15
Tragaluz 4	0.35
Tragaluz 5	1.65
División y elem estructural	21.25
AREA LIBRE	11.70
AREA TECHADA	242.15
AREA TOTAL 4TO NIVEL	253.85

Tabla 5:

Cuadro de Áreas del 5to nivel

5TO NIVEL	
Ambiente	Área (m2)
Sala	14.35
Comedor	12.90
Baño 1	3.90
Dormitorio 1 (principal)	13.60
Cocina	11.80
Pasadizo 1	12.80
Baño 2 (visita)	2.40
Baño 3	2.70
Dormitorio 2	13.70
Dormitorio 3	15.60
Caja ascensor	3.80
Hall	3.25
Escalera 4to al 5to nivel	6.05
Terraza	6.70
Cocina	9.35
Comedor	8.80

Sala	15.40
Baño 4	3.80
Dormitorio 4	11.60
Lavandería	9.15
Baño 5	2.55
Pasadizo 2	7.10
Dormitorio 5	10.15
Baño 6	3.10
Dormitorio 6	14.85
Voladizo	1.50
Tragaluz 1	7.15
Tragaluz 2	1.40
Tragaluz 3	1.15
Tragaluz 4	0.35
Tragaluz 5	1.65
División y elem estructural	21.25
AREA LIBRE	11.70
AREA TECHADA	242.15
AREA TOTAL 5TO NIVEL	253.85

Tabla 6:

Cuadro de Áreas del 6to nivel.

6TO NIVEL	
Ambiente	Área (m2)
Caja ascensor	3.80
Hall	3.25
Escalera 6to a azotea	6.05
Terraza	6.70
Cocina	9.35
Comedor	8.80
Sala	15.40
Baño 3	3.80
Dormitorio 2	11.60
Lavandería	10.40
Baño 4	2.55
Pasadizo 2	7.10
Dormitorio 3	10.15
Baño 5	3.10

Dormitorio 4	14.85
Voladizo	4.25
Tragaluz 1	7.15
Tragaluz 2	1.40
Tragaluz 3	1.15
Tragaluz 4	0.35
Tragaluz 5	1.65
División y elem estructural	20.45
AREA LIBRE	11.70
AREA TECHADA	141.60
ÁREA TOTAL 6TO NIVEL	153.30

Tabla 7:

Cuadro de Áreas de azotea.

AZOTEA	
Ambiente	Área (m2)
CAJA ASCENSOR	3.80
AREA LIBRE	0.00
AREA TECHADA	3.80
ÁREA TOTAL AZOTEA NIVEL	3.80

Tabla 8:

Resumen de Áreas.

RESUMEN DE ÁREAS	
Ambiente	Área (m2)
Primer nivel	235.71
Segundo nivel	246.10
Tercer nivel	256.45
Cuarto nivel	253.85
Quinto nivel	253.85
Sexto nivel	153.30
Azotea	3.80
AREA LIBRE	57.90
AREA TECHADA	1345.16
ÁREA TOTAL	1403.06

Primer Nivel

Local Comercial, actualmente es una tienda “MASS”; cuenta con los siguientes ambientes: Área comercial, deposito; 3 S.H. y Área Frigorífico.

Segundo Nivel

Un departamento, cuenta con los siguientes ambientes: Sala, cocina, terraza, comedor, pasadizo, hall, caja de ascensor, 5 dormitorios, 5 S.H. y lavandería.

Tercer - quinto Nivel

Dos departamentos, cada departamento cuenta con los siguientes ambientes: Sala, cocina, comedor, pasadizo, hall, caja de ascensor, 3 dormitorios, 3 S.H. y lavandería.

Sexto Nivel

Un departamento, cuenta con los siguientes ambientes: Sala, cocina, comedor, pasadizo, hall, caja de ascensor, 3 dormitorios, 3 S.H. y lavandería.

Azotea

Solo cuenta con la caja del ascensor.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

Mi experiencia profesional en la empresa inicio desarrollando la ejecución de edificaciones insitu, como asistente de producción, el conocimiento de las experiencias aprendidas es de gran importancia para un mejor desarrollo de PEB (Plan de Ejecución BIM); en la actualidad me dedico a la elaboración de Proyectos y a su ejecución, trabajando de forma colaborativa con el apoyo de los agentes involucrados en el proyecto.

2.1. Metodología BIM

2.1.1. Historia

(Mojica & Rivera, 2012) indican que los primeros desarrollos de los softwares computacionales BIM se dan en 1984 con un profesor húngaro y un estudiante, quienes mediante dos computadoras Mac se centran en el desarrollo de un software 3D. En 1982, la empresa Autodesk desarrolla los programas computacionales 2D y, por otra parte, la empresa Graphisoft en 1984 lanza la primera versión ArchiCAD. Silva, (2011) como se citó en (Mojica & Rivera, 2012) indican que son las primeras empresas desarrolladoras de paquetes de dibujo asistidos por computadora (CAD) y presentaban visiones un tanto distintas con respecto al apoyo que los sistemas computacionales debían realizar en el campo de la construcción. Silva, (2011) determina que la empresa Autodesk presentaba una visión en donde las mesas de dibujo convencionales pasan a ser mesas de dibujo electrónicas, y se sustituyen por paquetes de dibujo 2D con el fin de solucionar los problemas de confección de planos. Con esto surgió una revolución y mayor practicidad en las primeras etapas de los proyectos de construcción. Por otro lado, la visión Graphisoft era la simulación del edificio utilizando los procesos de diseño en 2D.

Actualmente existen muchas iniciativas y organizaciones para el desarrollo, aprovechamiento, implementación de la metodología BIM.

En el Manual de Investigación sobre la Construcción Modelado de información Umit & Jason (2010) indica que en los años 70 los desarrolladores de sistemas CAD se dan cuenta del intercambio de información en la industria de la construcción. Por lo cual, los autores de este manual desarrollaron metodologías para el intercambio de información con la vinculación de distintas aplicaciones del momento.

(Guía Nacional BIM, 2010) indican que, durante la última década, el Perú ha venido adoptando las medidas necesarias para mejorar la calidad de la infraestructura pública (transporte, electricidad, saneamiento, salud, educación, etc.), con el objetivo de contribuir a mejorar la calidad de los servicios públicos brindados a la población. Sin embargo, el sector construcción es uno de los que menos ha cambiado a raíz del boom tecnológico, manteniendo el uso de metodologías de trabajo tradicionales. Los diferentes equipos y responsables que forman parte de una inversión (ingenieros, arquitectos, gestores, supervisores, contratistas), están acostumbrados a trabajar cada uno bajo sus propios métodos, generando que la comunicación, muchas veces, no sea fluida a lo largo del desarrollo de la inversión, ocasionando duplicidad de trabajos o reprocesos. Esto causa pérdida de tiempo, dinero e información necesaria, y por ende retraso en la culminación de las inversiones y entrega oportuna de los servicios a la población.

Debido a estas razones en nuestro País, se adoptan iniciativas tanto en el sector público como en el privado mejorar el desarrollo de las inversiones en todas las fases del ciclo de inversión.

Por tal motivo, en los últimos años, el Perú se ha comprometido a adoptar iniciativas desde el sector público y privado para mejorar el desarrollo de las inversiones en todas las fases del ciclo de inversión.

(Guía Nacional BIM, 2010) menciona que esto se propone a través de la aplicación de metodologías de trabajo colaborativo, en donde toda la información de la inversión sea transparente y accesible para todas las partes involucradas. Es ahí donde aparece la necesidad de adoptar BIM, como una metodología que permita gestionar, de manera adecuada y ordenada, la información desarrollada durante todo el ciclo de inversión.

2.1.2. Definición de BIM

(Sánchez, R., 2017) El desarrollo de diseño en BIM consiste en la modelación de elementos geométricos debidamente parametrizados, con el fin de realizar una documentación adecuada para posteriores análisis y control de la información que compete en cada etapa del proyecto de construcción.

La modelación de la información en la construcción es una evolución notable del diseño asistido por computadora por lo que se considera que CAD en BIM es una base importante, pero no es el complemento de la tecnología BIM.

El potencial de la metodología radica en la logística de la información por medio de la parametrización de esta con el fin de ser consultada con distintos fines.

2.1.2.1. Términos de Información BIM

Para la correcta definición de los siguientes términos y definiciones se realizó el uso de la NTP-ISO 19650-1:2021 y NTP-ISO 19650-2:2021 y del Decreto Supremo N. 108-2021-EF.

Términos y definiciones

TÉRMINO	DEFINICIÓN
<p>BIM</p>	<p>Modelado de la Información de la Construcción o Building Information Modelling, en inglés.</p> <p>Es una metodología de trabajo colaborativo para la gestión de la información de una inversión pública, que hace uso de un modelo de información creado por las partes involucradas, para facilitar la programación multianual, formulación, diseño, construcción, operación y mantenimiento de la infraestructura pública, asegurando una base confiable para la toma de decisiones.</p>
<p>OIR</p>	<p>Requisitos de Información de la Organización u Organizational Information Requirements, en inglés.</p> <p>Son los requisitos de información para responder o informar acerca de datos estratégicos de alto nivel dentro de la Parte que Designa.</p>
<p>AIR</p>	<p>Requisitos de Información de los Activos o Asset Information Requirements, en inglés.</p> <p>Requisitos de información para responder a los OIR relacionados con los activos.</p>
<p>PIR</p>	<p>Requisitos de Información del Proyecto o Project Information Requirements, en inglés.</p>

Requisitos de información con relación a la entrega de un
activo

EIR **Requisitos de Intercambio de Información** o Exchange
Information Requirements, en inglés.

Requisitos de información con relación a una designación.

BEP **Plan de Ejecución BIM** o BIM Execution Plan, en inglés.

Es el documento que describe cómo el equipo de ejecución se ocupará de los aspectos de gestión de la información de la designación, definiendo la metodología de trabajo, procesos, características técnicas, roles, responsabilidades y entregables que responden a los requisitos establecidos en las fases de una inversión desarrollada aplicando BIM.

Modelo 3D Representación tridimensional digital de la información de objetos a través de un software especializado.

Elemento BIM Componentes u objetos de un modelo 3D como, por ejemplo: muros, puertas, ventanas, columnas, cimientos, vigas

PIM **Modelo de Información del Proyecto** o Project Information Model, en inglés.

Es el modelo de información relacionado a la fase de formulación y evaluación y ejecución.

Contenedor de información Conjunto de información persistente y recuperable desde un archivo, sistema o aplicación de almacenamiento jerarquizado.

Algunos ejemplos de contenedor de información son: un archivo (modelos 3D, documentos, una tabla de información,

un reporte, grabaciones y videos), una base de datos o un subconjunto, tal como un capítulo o sección o capa o símbolo.

LOIN **Nivel de Información Necesaria** o Level of Information Need, en inglés.

Marco de referencia que define el alcance y proporciona el nivel de información adecuado en cada proceso de intercambio de información. Incluye el Nivel de Información Gráfica o detalles geométricos y el Nivel de Información No Gráfica o alcance de conjuntos de datos

LOD **Nivel de Detalle** o Level of Detail, en inglés

Nivel de información gráfica relacionada al detalle y precisión de cada uno de los objetos modelados en 3D.

LOI **Nivel de Información** o Level of Information, en inglés.

Nivel de información no gráfica relacionada a las especificaciones técnicas y/o documentación insertada, vinculada o anexada, con el fin de complementar la información de los del modelo 3D.

Metadato Los metadatos suministran información sobre los datos producidos, es decir, son “datos acerca de los datos”.

Describen el contenido, calidad, condiciones, historia, disponibilidad y otras características de los datos producidos.

Además, proveen un inventario estandarizado de los datos georreferenciados existentes en una organización, por lo cual son útiles para los usuarios que buscan cerciorarse si un dato o

conjunto de datos son apropiados para su necesidad, o para aquéllos que necesitan localizar datos en bases de datos de diferentes organizaciones.

API	Interfaz del Programa de Aplicación o Application Program Interface, en inglés. Conjunto de definiciones y protocolos utilizados para integrar y desarrollar el software de aplicaciones. Establece módulos de un software que se comunican e interactúan para cumplir una o más funciones.
IT	Tecnología de la Información o Information Technology, en inglés. Herramientas de proceso de información que incluye software y hardware.
Capacidad	Recursos disponibles para realizar y funcionar.
Competencia	Medida de la habilidad para realizar y funcionar.
Espacio	Extensión tridimensional definida físicamente o de manera virtual.

Fuente: (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021)

2.1.3. Usos de BIM

Los Usos BIM son métodos de aplicación de BIM que se definen a través de procesos que se pueden ubicar, orientar y relacionar con cada fase del ciclo de inversión para alcanzar uno o más objetivos específicos. Estos usos sirven para

explicar las diferentes formas en las que las partes involucradas pueden utilizar BIM en una inversión determinada. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

En nuestro país se emplean 28 usos, los cuales son:

2.1.3.1. Levantamiento de condiciones existentes

Utilización de modelos de información representando condiciones existentes del entorno, instalaciones o espacios específicos, para lo cual se hace uso de sistemas tecnológicos como escaneo láser, drones y/o técnicas convencionales. Este uso puede ser aplicado a proyectos de conservación patrimonial o al levantamiento de información de una superficie, topografía o edificación existente. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

2.1.3.2. Análisis del entorno físico

Evaluación de las propiedades y características del entorno para determinar la ubicación óptima para la ejecución de la obra. Este uso puede ser aplicado para analizar, planificar, simular y visualizar el impacto de una obra de infraestructura en los aspectos geográficos de la zona. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

2.1.3.3. Diseño de especialidades

Diseño de las especialidades requeridas para el proyecto de inversión realizando modelos de información. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

2.1.3.4. Elaboración de documentación

Utilización del modelo de información para extraer datos esenciales y documentación técnica requerida para el desarrollo de las inversiones, así como para el desarrollo de planos y la información contenida en ellos (tablas, listas, esquemas, entre otros). (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

2.1.3.5. Visualización 3D

Utilización del Modelo de Información para mostrar, comunicar y previsualizar el activo mediante imágenes 3D, fotomontajes, recorridos virtuales y otras herramientas gráficas visuales. No solo se trata de una herramienta de difusión o socialización, sino de una herramienta para facilitar el entendimiento de la propuesta de diseño entre los diferentes miembros del Equipo del Proyecto. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

2.1.3.6. Coordinación de la información

Es la acción donde las partes involucradas coordinan el desarrollo del diseño o construcción, haciendo uso de software y plataformas que admiten los distintos formatos de intercambio de información. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

2.1.3.7. Análisis del programa arquitectónico

Utilización del Modelo de Información para analizar con precisión el rendimiento del diseño con respecto a los parámetros, lineamientos y condiciones espaciales, lo cual ayuda en la toma de decisiones del diseño. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

2.1.3.8. Estimación de cantidades y costos

Utilización del Modelo de Información para generar cantidades de componentes y materiales del activo, para que, en base a esta información, se realicen las estimaciones de costos. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

2.1.3.9. Revisión del diseño

Utilización de los Modelos de Información para revisar y validar los múltiples aspectos del diseño de todas las especialidades de un proyecto. Estos aspectos incluyen la visualización del diseño en un entorno virtual y los criterios de

iluminación, seguridad, ergonomía, acústica, texturas, colores, etc., así como la

normativa y reglamentación vigente. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

2.1.3.10. Análisis estructural

Análisis para determinar el comportamiento del sistema estructural a partir de uno o más Modelos de Información. La aplicación de este uso permite realizar simulaciones de rendimiento para determinar el comportamiento y diseño de un sistema estructural efectivo, eficiente y construible. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

2.1.3.11. Análisis lumínico

Análisis para realizar evaluaciones lumínicas a partir de los Modelos de Información. Tiene como objetivo evaluar las propiedades y necesidades de los espacios para obtener una óptima iluminación según las normas y estándares requeridos. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

2.1.3.12. Análisis energético de las instalaciones

Análisis para realizar evaluaciones energéticas a partir de los Modelos de Información, con el objetivo de inspeccionar las normas de energía y buscar oportunidades para optimizar el diseño propuesto, reduciendo los costos. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

2.1.3.13. Análisis de constructibilidad

Revisión de los procesos y métodos de construcción antes de que comience la etapa de construcción, con la finalidad de identificar posibles obstáculos y fallas de diseño que podrían resultar en retrasos en el cronograma, sobre costos, reelaboración, etc. Este tipo de análisis permite revisar toda la inversión desde la fase de formulación y evaluación hasta la fase de funcionamiento para detectar cualquier problema que pueda surgir debido a la compatibilidad del diseño, problemas espaciales, circulación

y logística, etc. También ayuda a realizar un seguimiento de las revisiones y el
diseño. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

2.1.3.14. Análisis de otras ingenierías

Análisis para realizar evaluaciones de los sistemas que puedan intervenir o
complementar el desarrollo de los requisitos de la inversión, utilizando el Modelo de
Información. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021)

2.1.3.15. Evaluación de sostenibilidad

Evaluación de un proyecto en base a los estándares de sostenibilidad a partir de un
Modelo de Información. La aplicación de criterios de sostenibilidad en etapas
tempranas permitirá tener un diseño más eficiente y una base de datos confiable para
la toma de decisiones. Asimismo, se podrá evaluar el uso de energía compleja,
materiales y la relación del activo con el entorno. (Ministerio de Economía y
Finanzas, 2021).

2.1.3.16. Supervisión del Modelo de Información

Supervisión, revisión y análisis de las bases de datos de los Modelos de Información
que han sido previamente desarrollados en una determinada fase del ciclo de
inversión. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

2.1.3.17. Detección de interferencias e incompatibilidades

Detección de interferencias en la geometría del Modelo de Información, las cuales
pueden causar problemas en la ejecución física de la inversión. Este proceso puede
usar software de análisis de interferencias para automatizar el proceso de revisión;
sin embargo, también puede realizarse de manera visual a través de recorridos
virtuales. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

2.1.3.18. Planificación de la fase de ejecución

Planificación para determinar las fases o etapas constructivas de la inversión a partir de un Modelo de Información. La aplicación de este uso permite controlar y optimizar la fase de ejecución y el tiempo de la inversión. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

2.1.3.19. Diseño de sistemas constructivos para la ejecución

Diseñar y analizar la elaboración de sistemas de construcción complementarios (por ejemplo: encofrados, amarres, soportes temporales, paneles de vidrios, etc.) con el objetivo de optimizar la planificación a partir de un Modelo de Información. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021)

2.1.3.20. Fabricación digital

Utilización de los Modelos de Información para facilitar la fabricación de elementos constructivos o ensambles. Puede aplicarse en la fabricación de planchas, estructuras metálicas, corte de tubos, para revisar prototipos del diseño, etc. El Modelo de Información también podrá usarse para la fabricación de piezas de ensamble en el montaje final. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

2.1.3.21. Planificación de obras preliminares y provisionales

Gestión, ubicación y representación gráfica de los trabajos preliminares y provisionales requeridos para la ejecución física de la inversión. Puede estar enlazada al cronograma de obra para identificar los momentos en los que se pueden ejecutar estos trabajos. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

2.1.3.22. Control de equipos para montajes

Diseño de los montajes de las instalaciones o automatización del control de movimiento y ubicación de los equipos a partir de modelos de información. Este uso

puede aplicarse para enlazar los modelos de información con tecnología GPS de las maquinarias de movimiento de tierras, con la finalidad de guiar la movilización y generar eficiencia en la ejecución física de la inversión. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

2.1.3.23. Modelo de Información As-built

Modelo de registro o representación precisa de las condiciones físicas, el entorno e instalaciones de un activo en un Modelo de Información. Tiene el potencial para representar de manera digital la culminación de la ejecución física de la inversión, proporcionando información útil para futuras ampliaciones y la etapa de operación y mantenimiento. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

2.1.3.24. Gestión de activos

Análisis de las repercusiones financieras a corto y largo plazo, causadas por las modificaciones del activo, utilizando el Modelo de Información As-built. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

2.1.3.25. Programación de operación y mantenimiento

Programación del mantenimiento del activo, durante la fase de Funcionamiento, para mejorar el rendimiento de la construcción, reduciendo reparaciones y costos generales. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

2.1.3.26. Análisis de los sistemas del activo

Medición del rendimiento del activo en comparación con lo que se ha especificado en el diseño. Esto incluye la operación del sistema mecánico y energía que usa el activo, el estudio de revestimiento de fachadas, el control de iluminación, flujos de aire, dinámica de fluidos computacional (CFD) y el análisis solar. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

2.1.3.27. Gestión y seguimiento del espacio del activo

Se utiliza el Modelo de Información para distribuir, administrar y rastrear de manera apropiada los espacios y recursos relacionados dentro de un activo en funcionamiento. Un Modelo de Información de instalaciones permite analizar los usos existentes del espacio y efectuar eficazmente la gestión de un plan de contingencia para cualquier cambio aplicable. Tales aplicaciones son particularmente útiles durante una remodelación en la ejecución de una inversión pública donde las áreas construidas permanezcan ocupadas. Un ejemplo de este proceso se da al crear una óptima distribución de los puestos de trabajo en una oficina, considerando las condiciones y características del espacio. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

2.1.3.28. Planificación y prevención de desastres

Acceso a la información crítica del activo durante una situación de emergencia, a partir de un sistema integrado al Modelo de Información, que permitirá obtener respuestas rápidas, minimizando los riesgos, mostrando dónde se encuentra la emergencia dentro del activo, identificando posibles soluciones y reconociendo otros lugares peligrosos. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

Estos veintiocho usos podrán cambiar o se agregarán otros más según el avance tecnológico y nuevos conocimientos.

2.1.4. LOIN (Level of Information Need, Nivel de Información Necesaria)

Se denomina así al nivel de información que se requiere para satisfacer los objetivos relacionados a la información de una inversión, en cada proceso de intercambio de información.

La definición del Nivel de Información Gráfica se hará a través del Nivel de Detalle

(LOD) y para definir al Nivel de Información no Gráfica se hará a través del Nivel de Información (LOI). Ambos, LOD y LOI, son igual de importantes y definen el Nivel de Información Necesaria (LOIN). (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

$$\text{LOIN} = \text{LOD} + \text{LOI}$$

Nivel de Detalle Nivel de Información

2.1.4.1. LOD (Level of Detail, Nivel de Detalle)

Nivel de información gráfica relacionada al detalle y precisión de cada uno de los objetos modelados en 3D.

2.1.4.2. LOI (Level of Information, Nivel de Información)

Nivel de información no gráfica relacionada a las especificaciones técnicas y/o documentación insertada, vinculada o anexada, con el fin de complementar la información de los del modelo 3D.

2.1.5. Roles BIM

A continuación, detallaremos las funciones que realizara uno o más involucrados para el correcto desarrollo de la metodología BIM.

2.1.5.1. Líder BIM

Encargado de gestionar, liderar y diseñar, de manera exitosa, los procesos y estrategias para la adopción de BIM a nivel organizacional, de acuerdo con las necesidades y objetivos de cada entidad. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

El Líder BIM lidera la elaboración de los Requisitos de Información BIM a nivel organizacional, considerando las buenas prácticas y lecciones aprendidas en el desarrollo de Proyectos Piloto. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

2.1.5.2. Gestor BIM

Encargado del proceso de Gestión de la Información BIM y el responsable de establecer los Requisitos de Información de las inversiones, en coordinación con el Líder BIM. Debe transmitir claramente los Requisitos de Información a los Equipos de Proyecto, manteniendo comunicación y coordinación constante con el Coordinador BIM. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

2.1.5.3. Coordinador BIM

Encargado de coordinar la ejecución de los Modelos de Información de las distintas especialidades, asegurando el cumplimiento de los Requisitos de Información, normativas y procedimientos establecidos para Gestión de la Información BIM, manteniendo la comunicación y coordinación con el Gestor BIM y el Equipo de Trabajo. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

2.1.5.4. Modelador BIM

Encargado del desarrollo de los Modelos de Información, según los Requisitos de Información, considerando el Nivel de Información Necesaria (LOIN), manteniendo la comunicación y coordinación constante con el Coordinador BIM y con los miembros del Equipo de Trabajo. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

2.1.5.5. Supervisor BIM

Responsable de realizar revisiones periódicas a los Contenedores de Información y verificar que el Modelo de Información se realice según los Requisitos de Información, en colaboración con el Coordinador BIM, antes de la entrega del Modelo de Información al Gestor BIM. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021)

Es importante mencionar que, dada la magnitud del proyecto, puede variar las partes involucradas, puede haber uno o más Roles, según las necesidades requeridas.

2.1.6. Gestión de la Información BIM

De acuerdo con la NTP-ISO 19650-1:2021 y NTP-ISO 19650-2:2021, la información debe ser generada con un propósito específico, para que algún actor pueda hacer uso de ella. Asimismo, este proceso puede aplicarse en el desarrollo de todo tipo y tamaño de activos, independientemente de la modalidad empleada en el desarrollo de las fases del ciclo de una inversión y los tipos de contratos o convenios. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

2.1.7. Documentos BIM

En el marco del cumplimiento del tercer hito: Estándares y requerimientos BIM de la Medida de Política 1.2: Plan BIM del Plan Nacional de Competitividad y Productividad, se han elaborado una serie de Documentos BIM con el objetivo de guiar la adopción progresiva de la metodología en el desarrollo de inversiones. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

Para esto, se ha considerado pertinente establecer una jerarquía documentaria con base en tres niveles:

2.1.7.1. Primer nivel: Normas y estándares técnicos nacionales

Conjunto de estándares o requisitos obligatorios que pasaron por un proceso de aprobación para la aceptación a nivel nacional. Estos documentos proporcionan estructura y coherencia a la gestión de la información en las inversiones

desarrolladas aplicando BIM. Este nivel comprende a los estándares o anexos nacionales, normas técnicas peruanas o documentos legales referentes a BIM. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

2.1.7.2. Segundo nivel: Guías técnicas, directivas, especificaciones y formatos

Conjunto de recomendaciones que brindan explicaciones sobre cómo cumplir los requisitos de información según las mejores prácticas. En este nivel, se comprende a las guías nacionales y las guías técnicas. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

2.1.7.3. Tercer nivel: Recursos de apoyo

Documentación básica que permite comprender y cumplir con los requisitos de la gestión de la información en las inversiones desarrolladas aplicando BIM. Este nivel comprende a los recursos de soporte BIM y a las plantillas. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

Los documentos para cada uno de los niveles son los siguientes:

Tabla 10

Recursos de Apoyo

Nivel	Documentos
Normas y estándares técnicos nacionales.	1) Norma Técnica Peruana ISO 19650–1:2021 y 19650–2:2021
Guías técnicas, directivas, especificaciones y formatos	1) Nota Técnica de Introducción BIM. Adopción en la Inversión Pública 2) Guía Nacional BIM. Gestión de la información para inversiones desarrolladas en BIM Formatos:

- 3) Formato de requisitos de información organizacional (OIR).
 - 4) Formato de requisitos de información de los activos (AIR).
 - 5) Formato de requisitos de información del proyecto (PIR).
 - 6) Formato de requisitos de intercambio de información (EIR).
 - 7) Formato de Plan de Ejecución BIM.
 - 8) Formato de evaluación de competencias y capacidades (CCA).
 - 9) Formato de programa general de desarrollo de la información (MIDP).
 - 10) Formato de programa de desarrollo de información de una tarea (TIDP).
 - 11) Matriz de responsabilidades.
 - 12) Definición del Nivel de Información Necesaria (LOIN).
- Directivas:
- 13) Directiva para la adopción de BIM a nivel Organizacional.
 - 14) Directiva para la selección, desarrollo y acompañamiento de proyectos piloto utilizando

BIM.

Documentos futuros:

15) Guía técnica BIM para edificaciones.

16) Guía técnica BIM para infraestructura.

17) Especificaciones BIM sectoriales.

18) Guía nacional BIM para la Fase de

Funcionamiento.

19) IPD y otros marcos contractuales.

20) Open BIM y prácticas colaborativas.

21) Consideraciones generales del modelado 3D.

22) Instructivos de los formatos:

- Instructivo del Formato OIR
- Instructivo del Formato AIR
- Instructivo del Formato PIR
- Instructivo del Formato EIR
- Instructivo del Formato BEP
- Instructivo del Formato CCA

Recursos de apoyo

23) Instructivo para la definición de LOIN.

24) Consideraciones mínimas para definición de
software y hardware BIM.

Fuente: (Ministerio de Economía y Finanzas, 2021).

2.1.8. Adopción de BIM

Los principales requisitos son:

2.1.8.1. Sistemas de comunicación

Para desarrollar procesos BIM avanzados, una organización debe contar con sistemas de comunicación óptimos; es decir, con capacidad de intercambiar información y transferir data de forma eficiente.

2.1.8.2. Digitalización

Es importante que se desarrollen nuevas herramientas, procesos y tecnologías que permitan a la industria de la construcción nacional direccionarse hacia un futuro digital. Un ejemplo de ello es el desprendimiento de todo documento físico.

2.1.8.3. Tecnología

Una entidad debe contar con la tecnología adecuada para poder colaborar en un entorno digital. Debe contar con un hardware y software capaz de soportar las herramientas tecnológicas vinculadas al trabajo con BIM.

2.1.8.4. Estandarización

Es necesario un enfoque de interoperabilidad, es decir, asegurar que la información que una persona produce pueda ser usada por alguien más. Para ello, todos los formatos, protocolos, lineamientos y especificaciones deben estar estandarizados.

2.1.8.5. Capacitaciones

Todas las personas involucradas en el proceso (operadores del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones o trabajadores del sector privado) deben tener los conocimientos suficientes para utilizar y aplicar de forma correcta las herramientas y métodos que se implementen, para su buen funcionamiento como equipo.

2.1.9. Diseño Paramétrico

(Sánchez, R., 2017) El diseño paramétrico es la acción de asignar parámetros o variables a distintos elementos o familias (por ejemplo, elementos columnas) con el fin de poder gestionar de manera eficiente, sus propiedades (Building Smart Spanish Chapter, 2017).

El diseño paramétrico es la modelación de la documentación por medio de procesos de parametrización con el fin de lograr gestionar, de manera ágil, la información del modelo.

2.1.10. Interoperabilidad

(Guía de implementación de la facilitación del comercio, 2012) define con respecto al software, el término interoperabilidad se usa para describir la capacidad técnica de distintos programas para intercambiar los datos a través de un conjunto común de formatos de intercambio, para leer y escribir los mismos formatos de archivo, y para usar los mismos protocolos.

2.2. Revit

Autodesk Revit es un software de diseño inteligente de modelado BIM para arquitectura e ingeniería, que facilita las tareas de diseño de proyecto y los procesos de trabajo. Lo más característico de este software es que todo lo que se modela es mediante objetos inteligentes (familias paramétricas) y obtenidos en 3D sobre la marcha a medida que vamos desarrollando el proyecto desde la planta baja hacia las plantas superiores. Revit se basa en BIM: metodología de trabajo colaborativa y usando el modelado paramétrico de objetos y elementos constructivos del edificio. (RF AECO, 2022).

Con Revit no sólo dibujas, sino que ya construyes, construyes virtualmente en 3D, lo que llamamos modelar en BIM. Puedes ver y revisar el edificio en 3D, y construyes virtualmente en base a familias (objetos) de muros, ventanas, puertas, de diferentes materiales, almacenar toda esta información es posible gracias a su base de datos relacional que coordina la información durante todo el proceso. Además, en caso de realizarse algún cambio de proyecto, Revit tiene la capacidad de coordinarse automáticamente para mostrar la última versión trabajada, sin que los cambios influyan a todo el proceso, lo que agiliza el tiempo de trabajo, y minimizando el riesgo de cometer errores durante la ejecución del proyecto. (RF AECO, 2022).

2.3. Navisworks

Autodesk adquirió JetStream el 1 de junio de 2007 y lo denominó Autodesk Navisworks. Navisworks aumento de manera muy considerable la interoperabilidad de su software con los diferentes formatos de archivo existentes en el mercado. (Area BIM, 2017).

Navisworks permite a los usuarios abrir y combinar los modelos 3D, navegar por ellos en tiempo real y revisar el modelo utilizando un conjunto de herramientas que incluye comentarios, redlining, punto de vista, y mediciones. Una amplia posibilidad de complementos o plugins mejora el paquete añadiendo detección de interferencias, simulación de tiempo 4D, renderizado foto realístico. (Area BIM, 2017).

En definitiva, actualmente Navisworks es quizás una de las mejores herramientas de visualización en 3D. Es capaz de abrir todos los formatos de archivo de diseño 3D más populares, permite navegación interactiva, generar animaciones, representaciones fotorrealistas, Clash detection, simulación de construcción 4D. (Area BIM, 2017)

Limitaciones

Tiempo para aprender a utilizar el software y en muchos casos, falta de apoyo de sus responsables y de la dirección de la empresa.

Contar con el Hardware y software necesarios para la aplicación de las herramientas BIM.

Complejidad cuando se modela el acero de refuerzo.

La complejidad y el costo.

Dificultad para transmitir información a los grupos de trabajo.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

Nuestro objetivo en este Proyecto es desarrollar es un procedimiento amigable de diseño BIM estructural mediante herramientas BIM estructural.

Los planos fueron realizados por otra empresa, nosotros nos encargamos de modelarlo, para lo cual usamos el software REVIT. El proceso de desarrollo se detallará a continuación.

INFORMACIÓN GENERAL

Propietario:

Benericta Crisoles Quispe

Nombre del Proyecto:

Local, Vivienda Multifamiliar (actualmente Policlínico “La Paz”).

Tipo de Proyecto:

Proyecto Privado.

Ubicación:

Urb. Pedro Cueva Mz. L Lote N°13, distrito de Ventanilla, Provincia Constitucional de Callao, Departamento de Lima.

Descripción del Proyecto:

La edificación cuenta con seis niveles y azotea, el tipo de sistema es mixto (Sistema Aporticado y Placas), el proyecto se ejecutó en el año 2020.

- Se generaron las grillas y niveles respetando el diseño original, es importante recalcar que es importante la precisión en el diseño del modelo para que la información obtenida se la más cercana a la real.

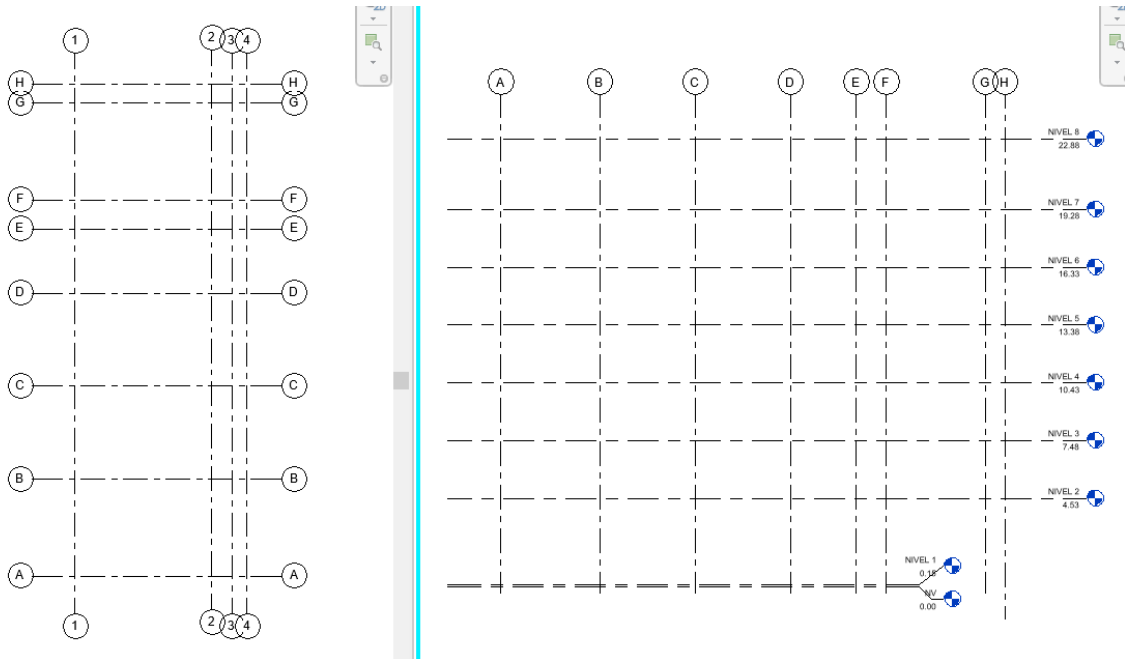


Figura N° 2: Lado izquierdo Vista de los ejes desde Nivel 1 y lado derecho Niveles desde Elevación Este (Fuente: Elaboración Propia).

- Importante recalcar que para una mejor precisión se debe trabajar con líneas finas (Thin Lines) y las unidades para la longitud de preferencia en metros.

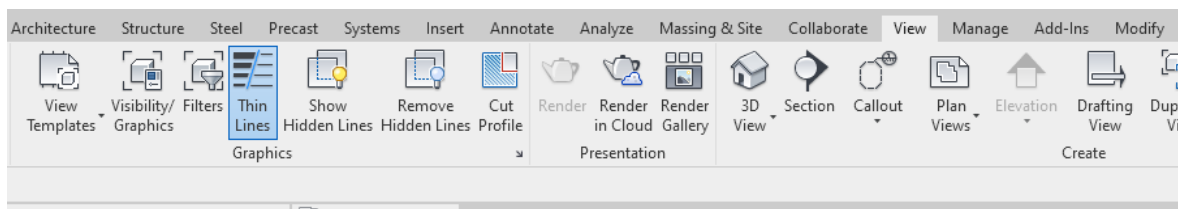


Figura N° 3: Vista de la herramienta Líneas finas o Thin Lines en inglés (Fuente: Revit 2023).

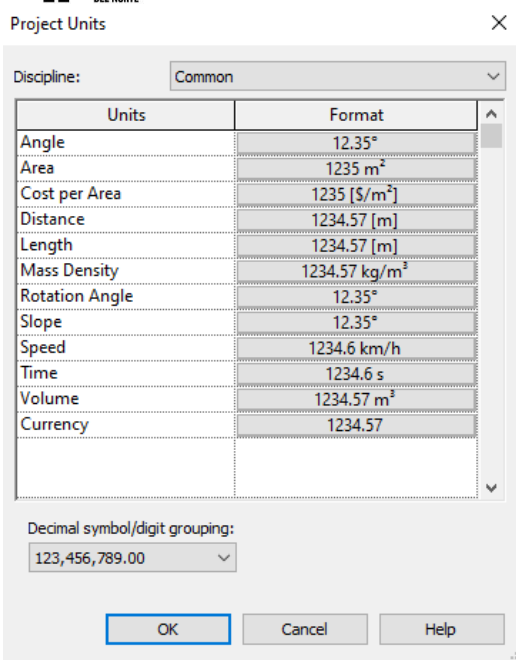


Figura N° 4: Vista del panel Unidades del Proyecto o Project Units en inglés (Fuente: Revit 2023).

- Posteriormente realizaremos el modelamiento de las distintas cimentaciones (zapatas y cimientos corridos).

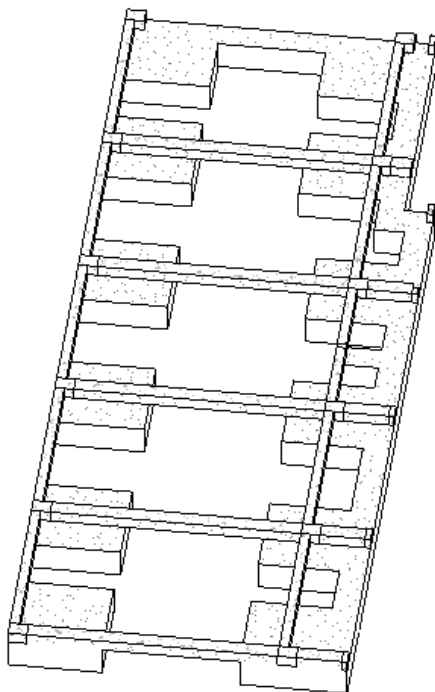


Figura N° 5: Vista 3D de cimentaciones del Proyecto (Fuente: Elaboración Propia).

- A continuación, modelaremos las los elementos verticales, al igual que una construcción real el modelamiento en Revit tiene el mismo orden para su formación.
- Importante mencionar que se tiene que usar la familia de columnas que pertenecen a la especialidad Estructural, estos elementos estructurales posteriormente serán reforzados con acero.

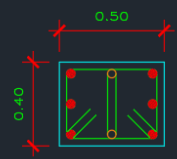

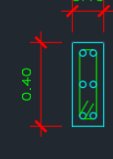

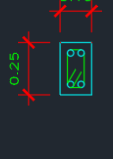




TIPO	C - 1	C - 2	C - 3
DIMENSION	 confinamiento  ambos extremos	 confinamiento  ambos extremos	 confinamiento  ambos extremos
ACERO ESTRIBOS	6 \varnothing 1" + 2 \varnothing 3/4" 2  \varnothing 3/8" 1 \varnothing 0.05, 7 \varnothing 0.10 Rto. \varnothing 0.20	6 \varnothing 1/2"  \varnothing 8mm, 1 \varnothing 0.05, 7 \varnothing 0.10 Rto. \varnothing 0.20	4 \varnothing 1/2"  \varnothing 1/4" 1 \varnothing 0.05, 5 \varnothing 0.10 Rto. \varnothing 0.20
CANTIDAD	02 Unid.	01 Unid.	01 Unid.

Figura N° 6: Cuadro de Columnas (Fuente: Arconsa Contratistas Generales, 2018).

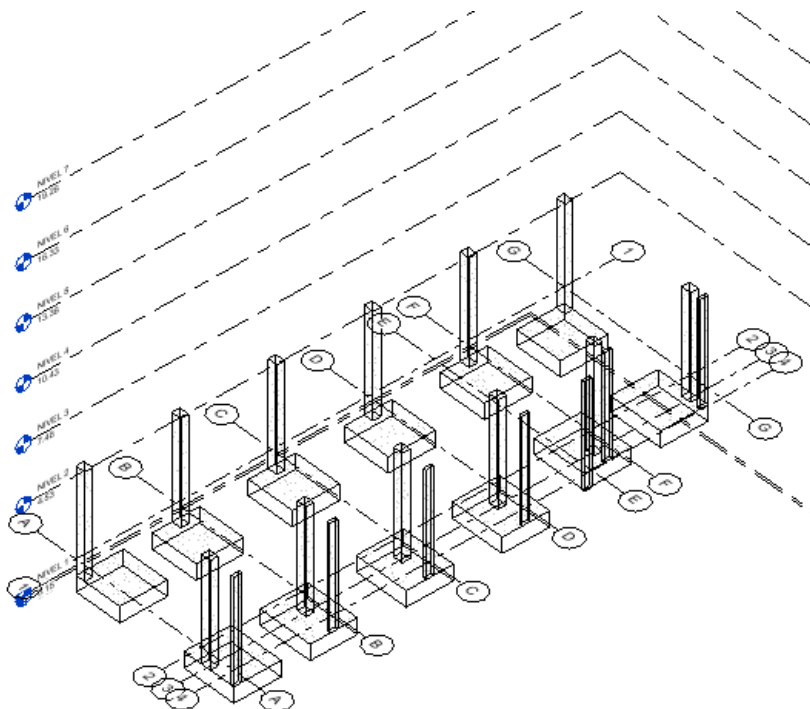


Figura N° 7: Vista 3D de Columnas modeladas (Fuente: Elaboración Propia).

- Es importante mencionar que para el diseño de cada elemento estructural debemos realizar duplicados de elementos predeterminados y adecuarlos a las características que se requieran para nuestro modelo.

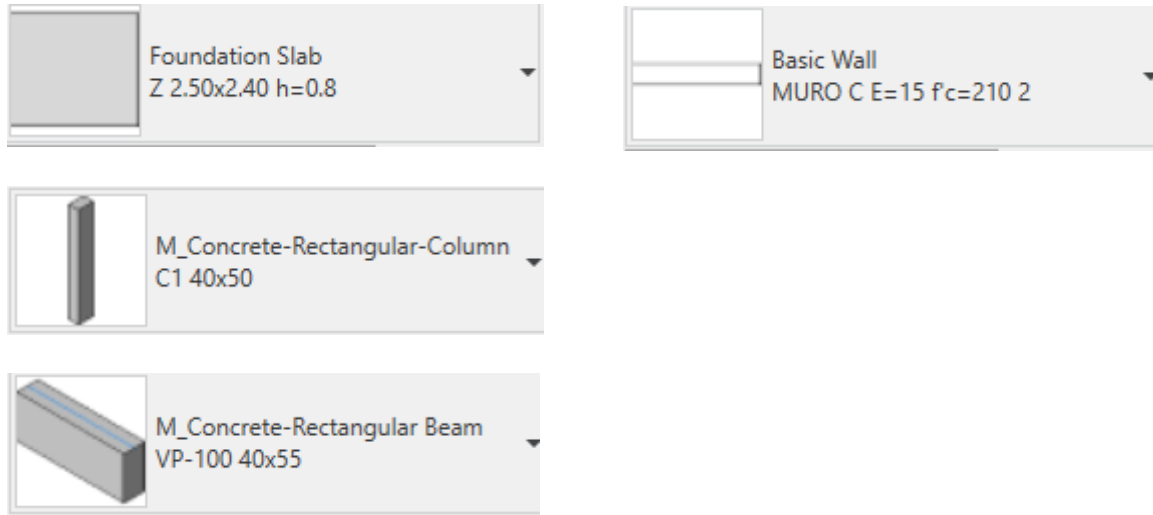


Figura N° 8: Nombramiento y uso de herramientas para el modelado de los elementos estructurales (Fuente: Revit 2023).

- Se continuará con el modelamiento de las placas, mencionar que nuestro proyecto es un modelo estructural por lo que no se diseñarán los muros de tabiquería o elementos no estructurales.

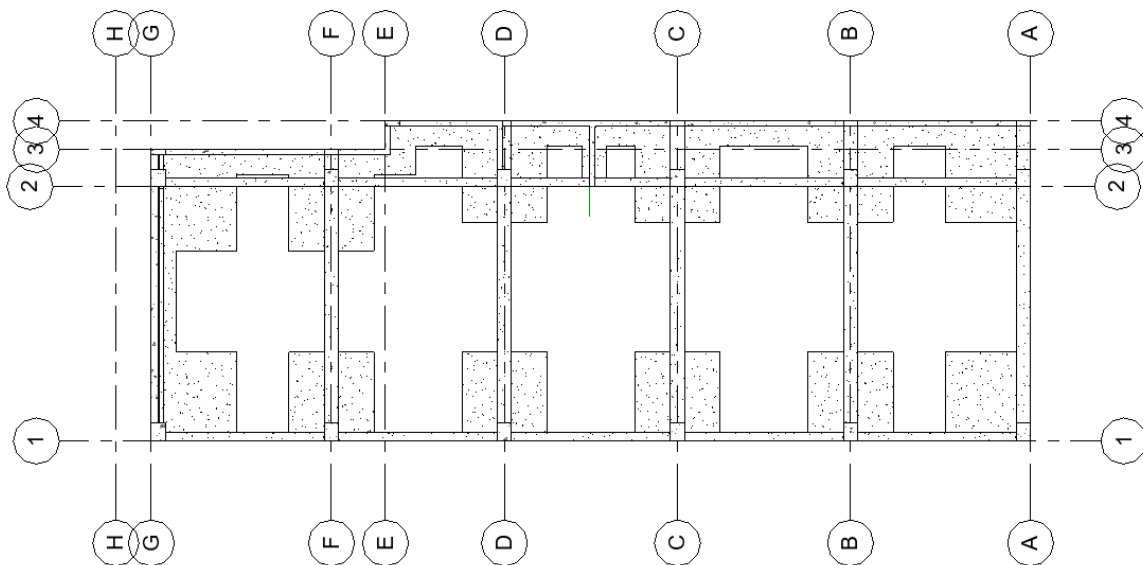


Figura N° 9: Vista de distribución de placas, columnas y cimentaciones desde Nivel 1 (Fuente: Elaboración Propia).

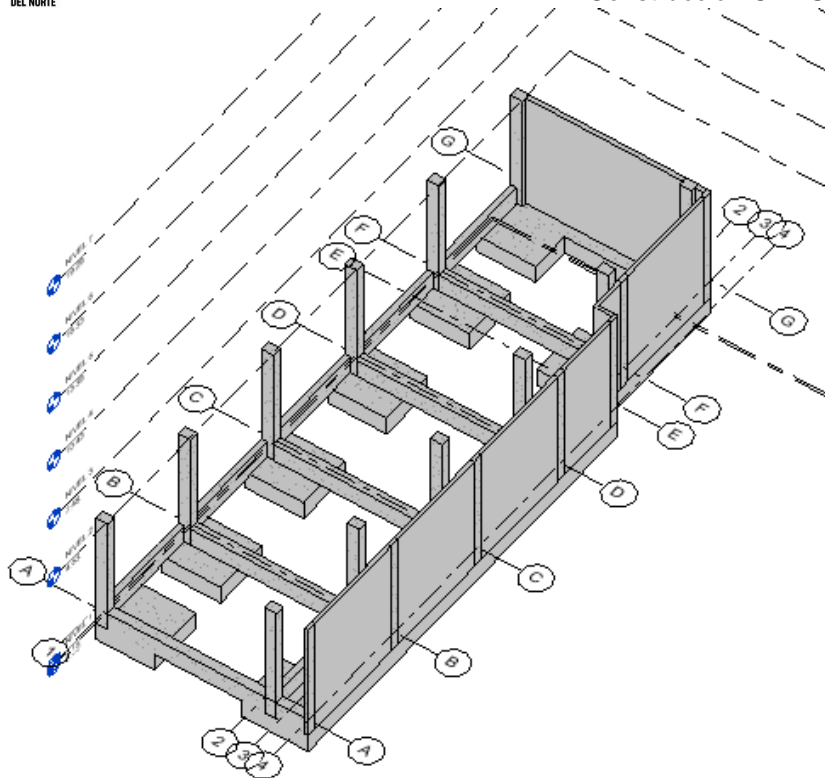


Figura N° 10: Vista 3D de distribución de placas, columnas y cimentaciones (Fuente: Elaboración Propia).

- Para una mejor precisión nos podemos apoyar con las distintas vistas que nos ofrece el Navegador de Proyectos (Project Browser).

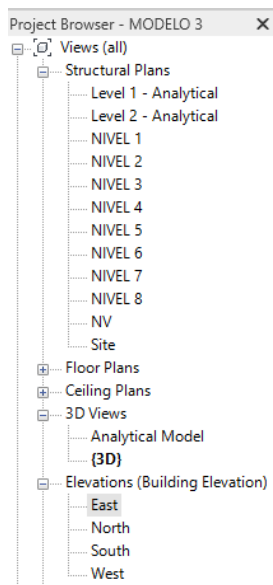


Figura N° 11: Vista del panel Navegador de Proyectos o Project Browser en inglés (Fuente: Revit 2023).

- Para realizar el modelado de vigas y losa aligeradas se deberá trabajar desde el siguiente nivel, se deberán generar los tipos que se requieran según el proyecto original.

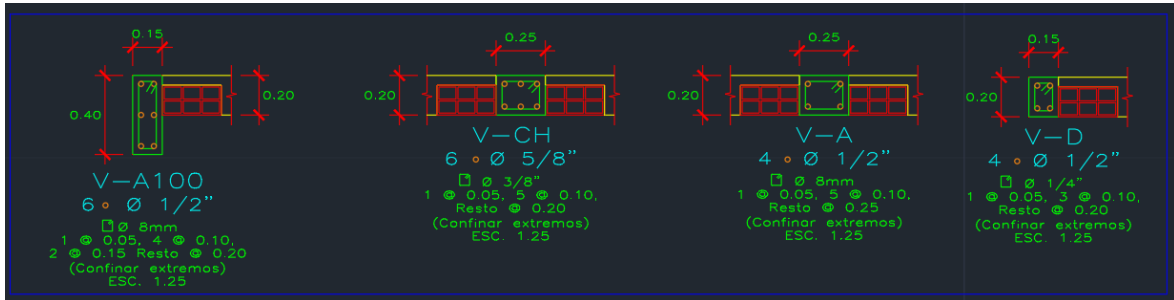


Figura N° 12: Cuadro de Vigas (Fuente: Arconsa Contratistas Generales, 2018).

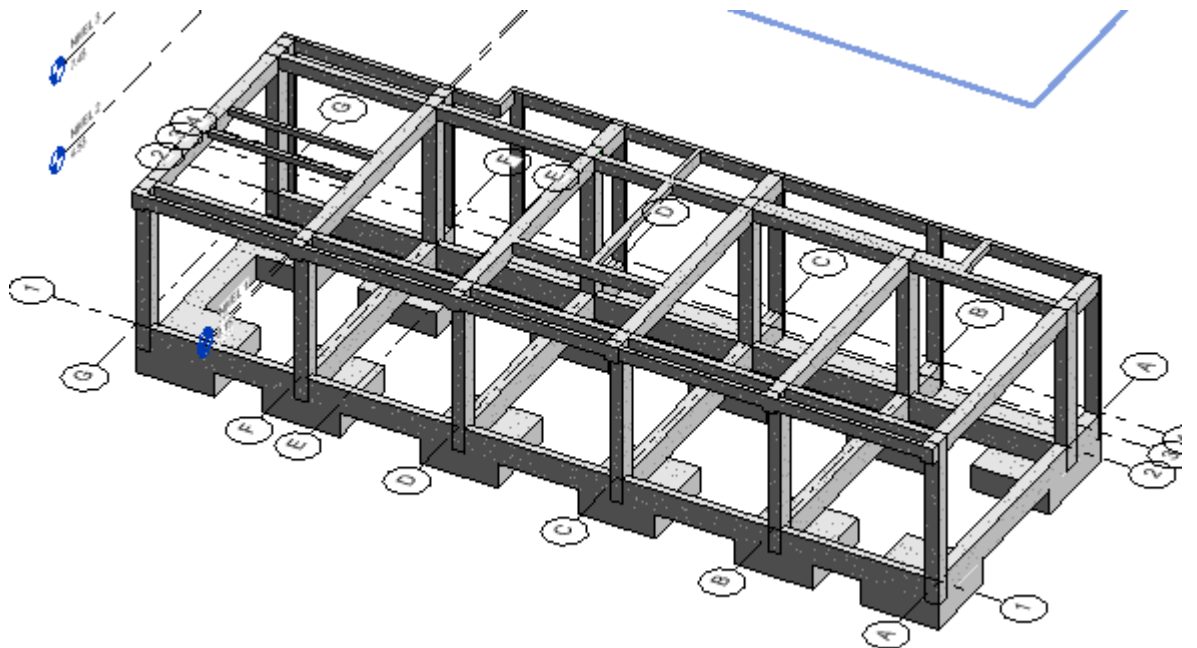


Figura N° 13: Vista 3D del modelado de vigas (Fuente: Elaboración Propia).

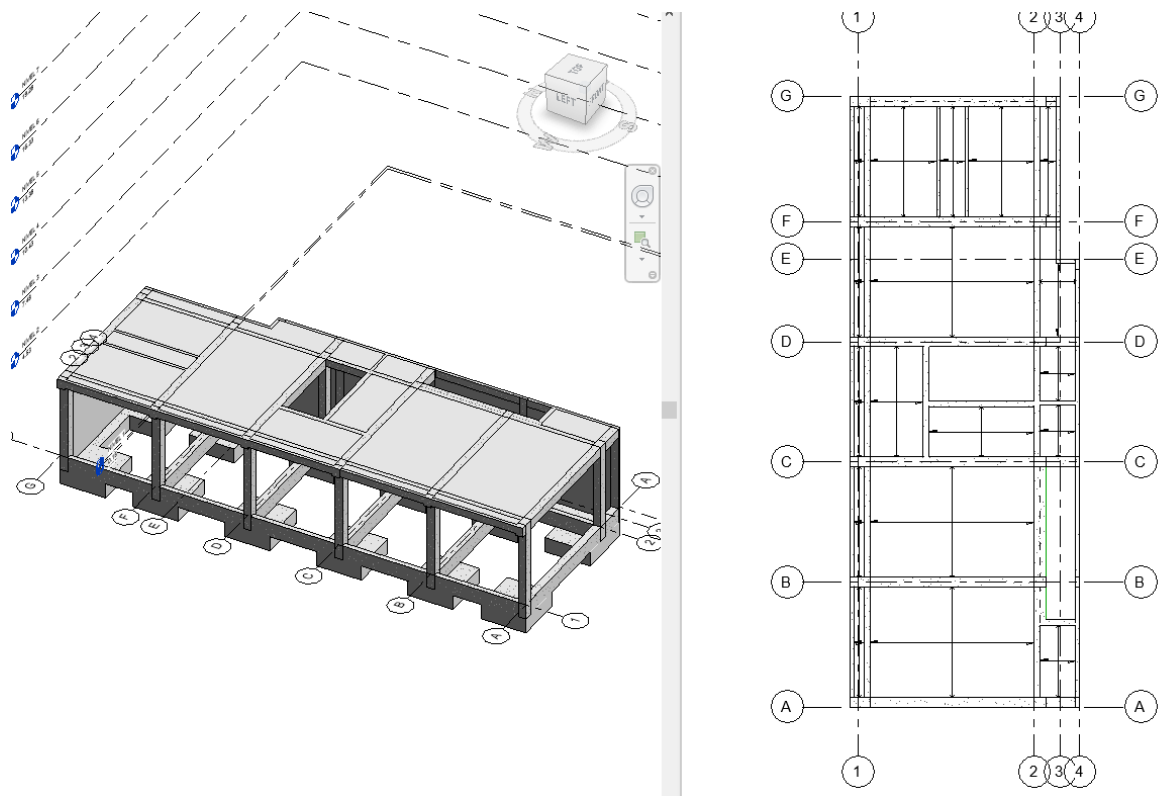


Figura N° 14: Lado izquierdo Vista 3D del modelado de Losa Aligerada del 1er nivel y al lado derecho su planta (Fuente: Elaboración Propia).

- Una vez modelado nuestros elementos de la primera planta, tendremos que usar con frecuencia la herramienta Ocultar / Aislar Temporalmente o Temporary Hide / isolate en inglés; esta herramienta nos permitirá tener un mejor campo de visión debido a que oculta o aísla elementos que nos bloqueen el campo de visión.



Figura N° 15: Vista de la herramienta Ocultar / Aislar Temporalmente o Temporary Hide / isolate en inglés (Fuente: Revit 2023).

- Los siguientes niveles se continuarán con el mismo proceso que el primero, respetando la distribución de cada uno como detalla el plano original.

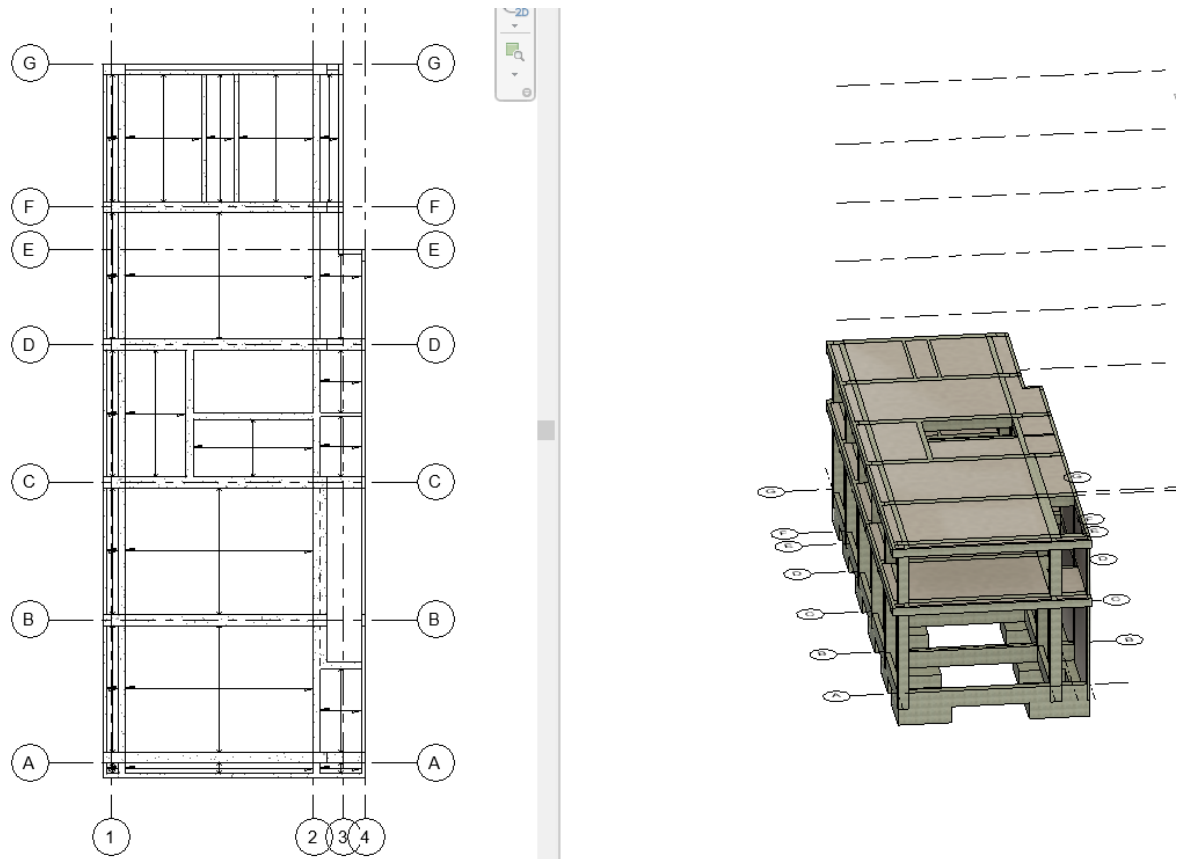


Figura N° 16: Lado izquierdo Vista de la planta del 2do Nivel y al lado derecho la vista en 3D (Fuente: Elaboración Propia).

- Se recomienda solo trabajar con grupos en los niveles típicos, pero luego desagruparlos para la colocación de acero en los elementos estructurales.

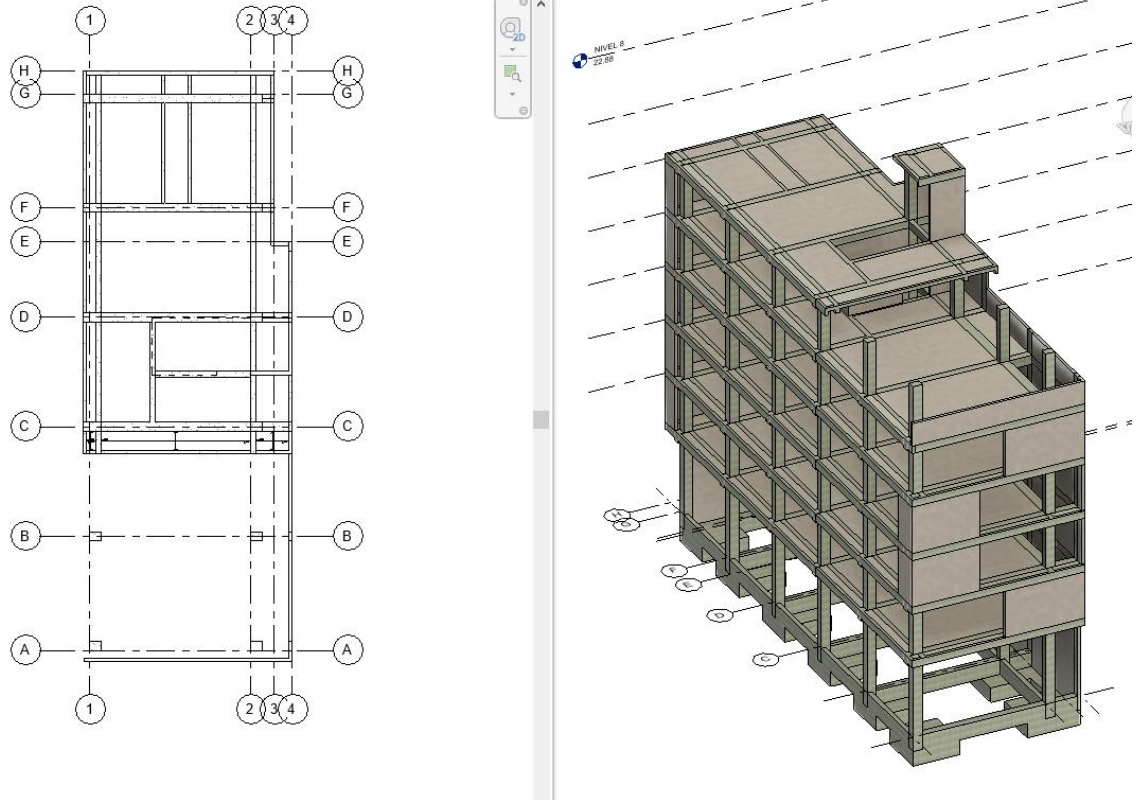


Figura N° 17: Lado izquierdo Vista de la planta del 6to Nivel y al lado derecho la vista en 3D de todos los niveles (Fuente: Elaboración Propia).

- El proceso para la colocación del acero es un poco más complejo si no se trabaja en secciones y haciendo control desde las distintas vistas.

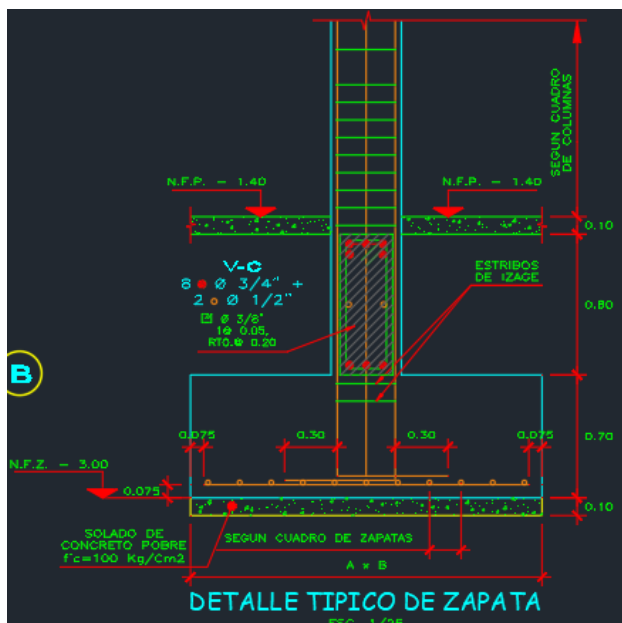


Figura N° 18: Detalle de Zapata (Fuente: Arconsa Contratistas Generales, 2018).

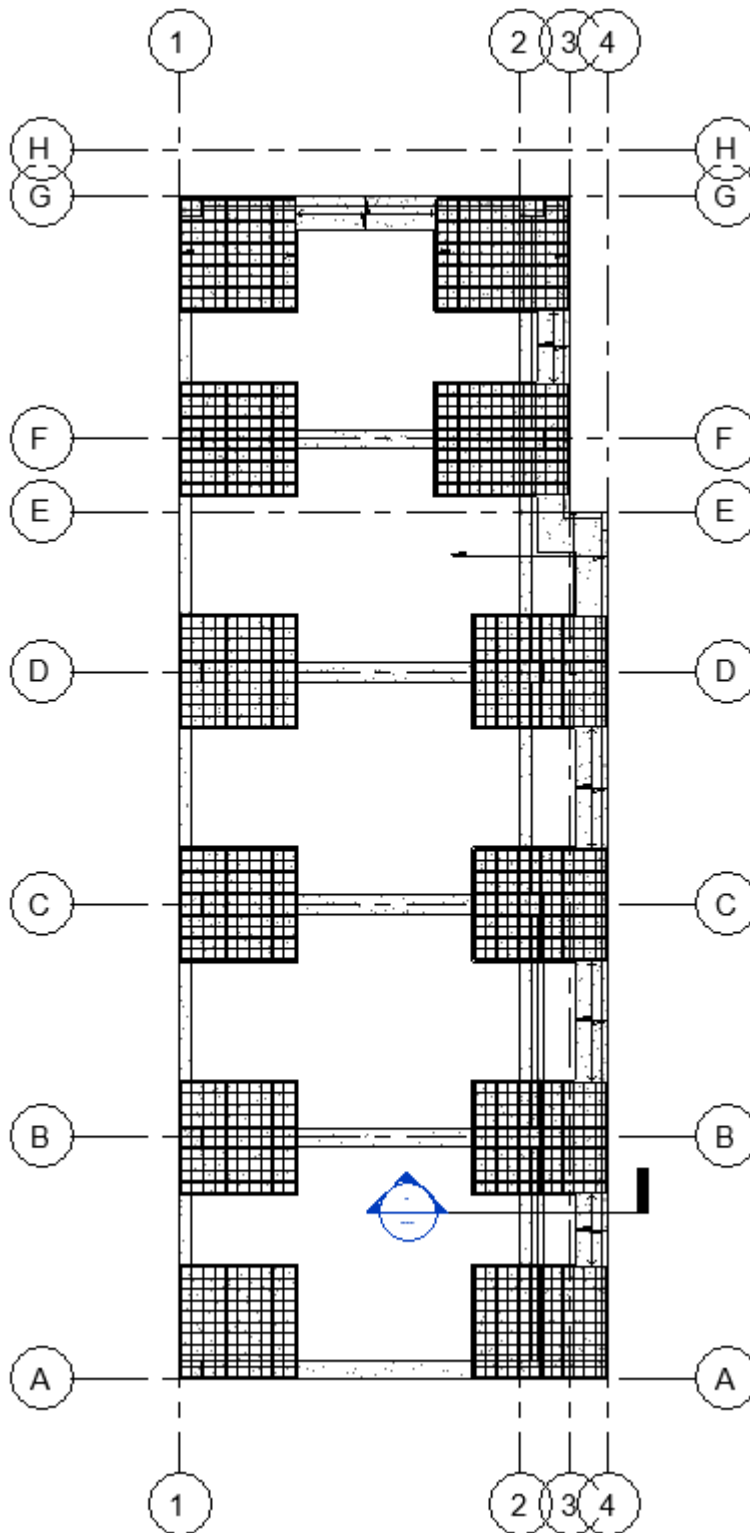


Figura N° 19: Vista de Planta 1er nivel, se observa el detalle del enmallado de acero en Zapatas (Fuente: Elaboración Propia).

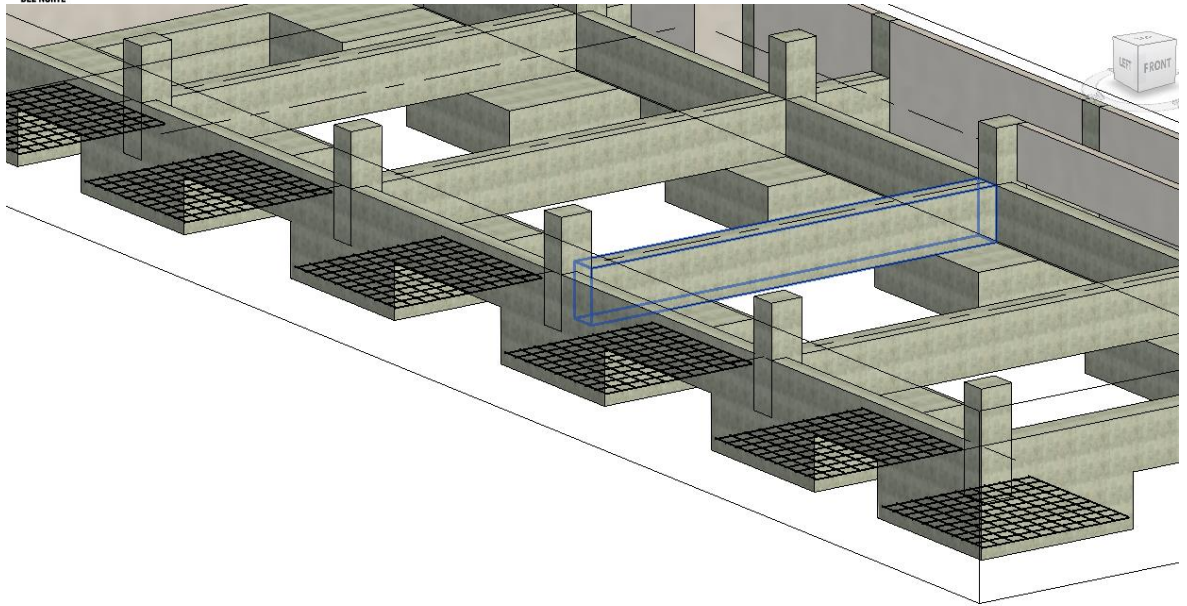


Figura N° 20: Vista 3D, se observa el detalle del enmallado de acero en Zapatas (Fuente: Elaboración Propia).

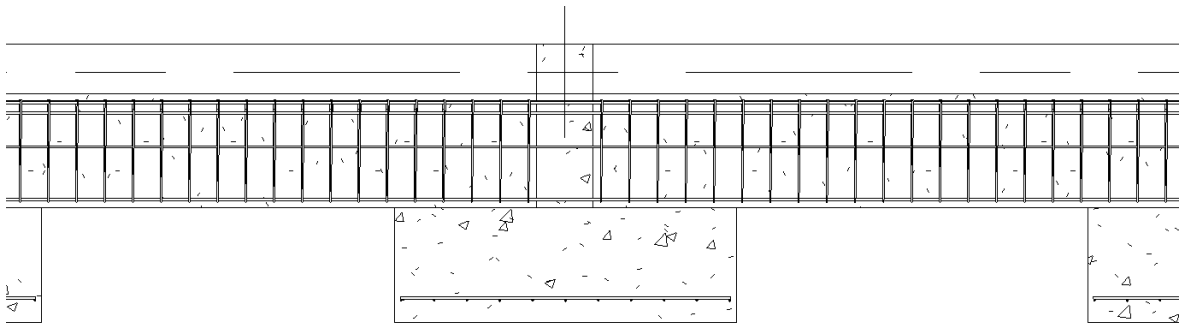


Figura N° 21: Distribución del acero para las zapatas y vigas de cimentación (Fuente: Elaboración Propia).

- Es importante crear cada barra según sus especificaciones técnicas, permitirá tener más precisión cuando se realicen metrados y conocer su comportamiento estructural, para nuestro informe trabajaremos con metrados de concreto armado, por lo cual tendremos que respetar cada detalle del plano original.

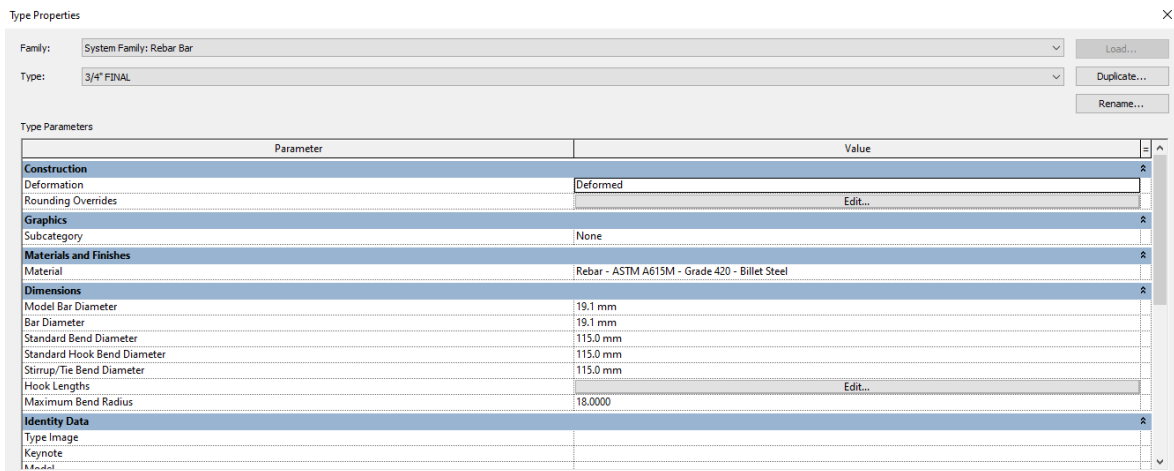


Figura N° 22: Vista del panel Propiedades de Tipo o Type Properties en inglés (Fuente: Revit 2023).

- Revit te permite ordenar con facilidad los refuerzos de acero, para modelarlo en las columnas se trabajará con secciones y usando la transparencia en la vista 3D.

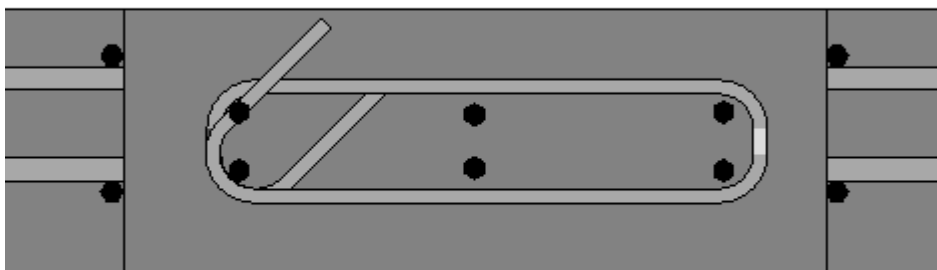


Figura N° 23: Vista Corte de Columna C-2 (Fuente: Elaboración Propia).

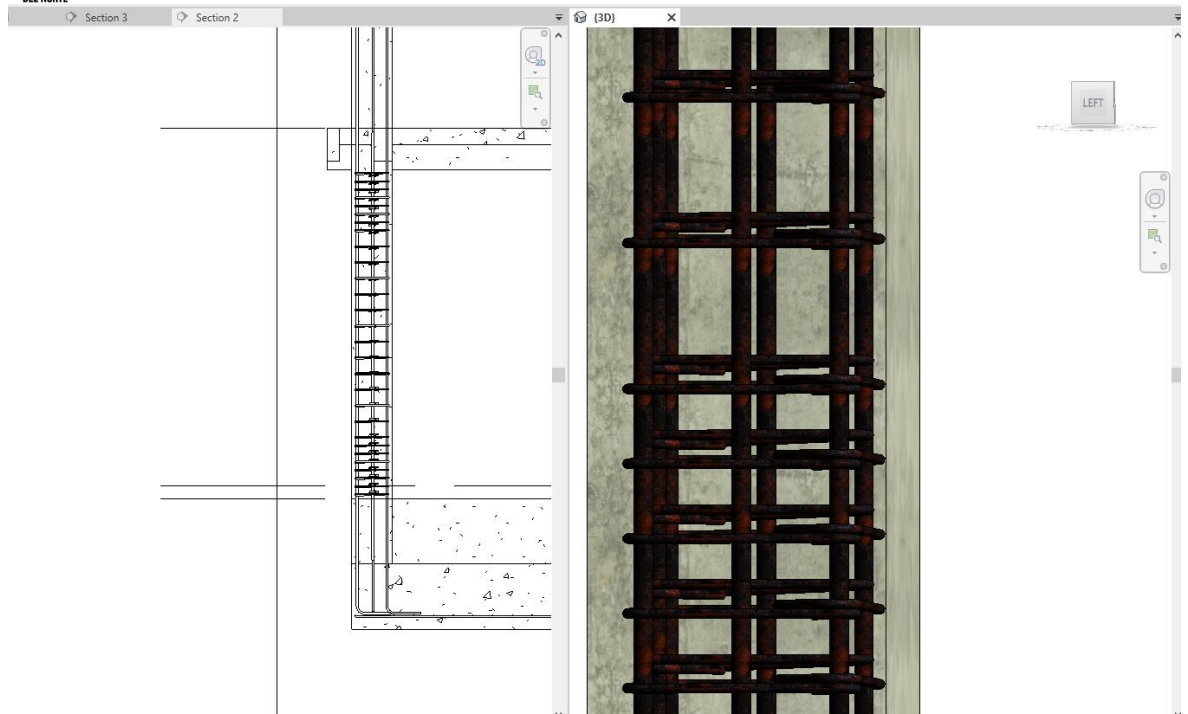


Figura N° 24: Lado izquierdo Vista Oeste o West en inglés y al lado derecho una Vista 3D de Columna C-1 (Fuente: Elaboración Propia).

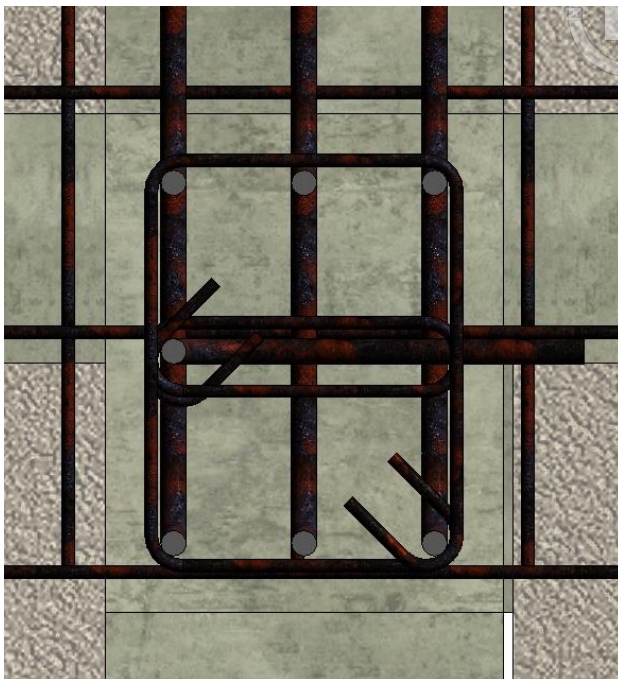


Figura N° 25: Vista Corte de Columna C-1 (Fuente: Elaboración Propia).

- La distribución de acero se continuará hasta el nivel donde llegue cada columna, nuestro modelo solo presenta dos Tipos de columnas estructurales, siendo el resto típicas por lo que se realizará el duplicado para cada columna, esto facilito el modelamiento para este elemento estructural.

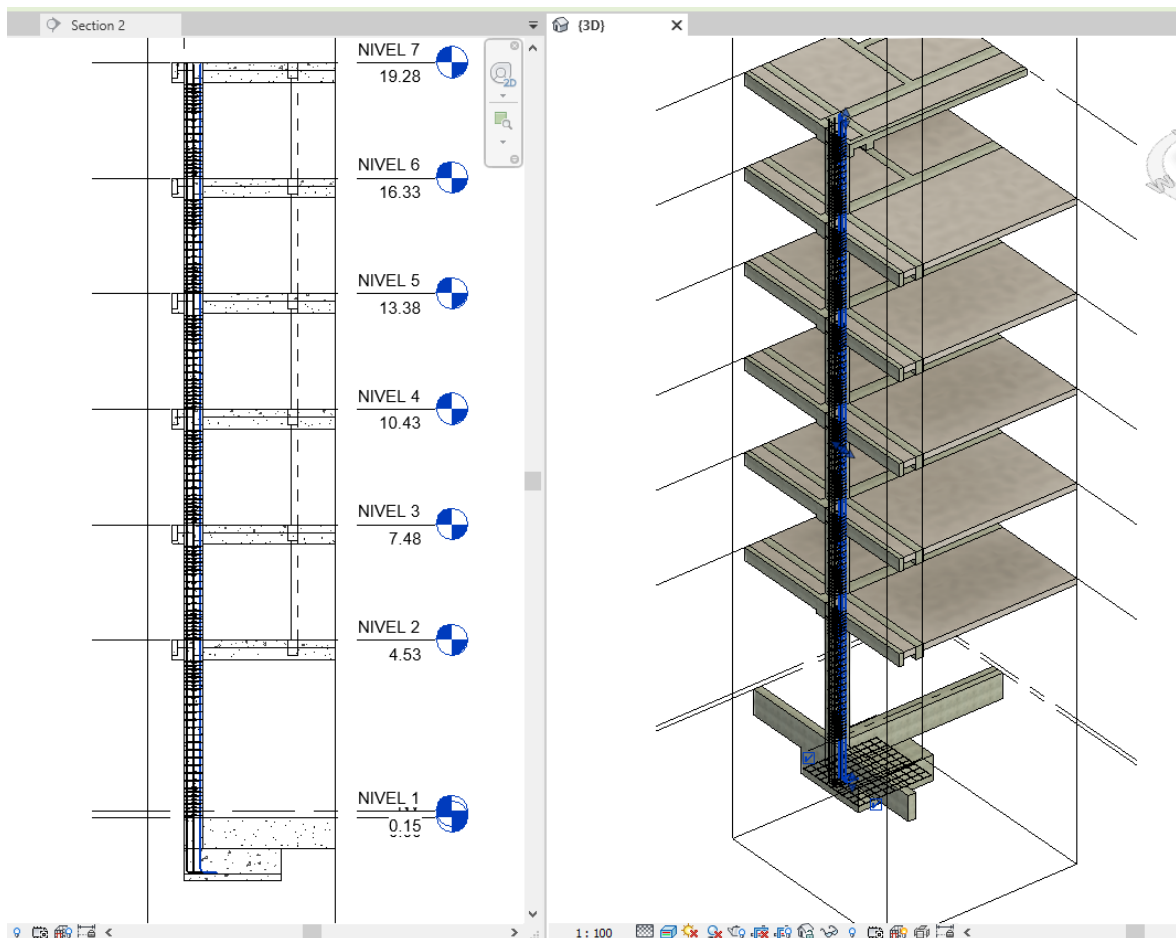


Figura N° 26: Vista Corte y 3D de distribución de acero en Columna C-1 (Fuente: Elaboración Propia).

- Para evitar duplicados de objetos como el acero es recomendable hacer que el acero se pueda visualizar en la vista 3D, para esto en el panel de Propiedades o Properties en Ingles editar Ver Estados de Visibilidad o

View Visibility states en inglés y en el panel que aparecerá marcar en la
 fila de 3D y dar “Ok”.

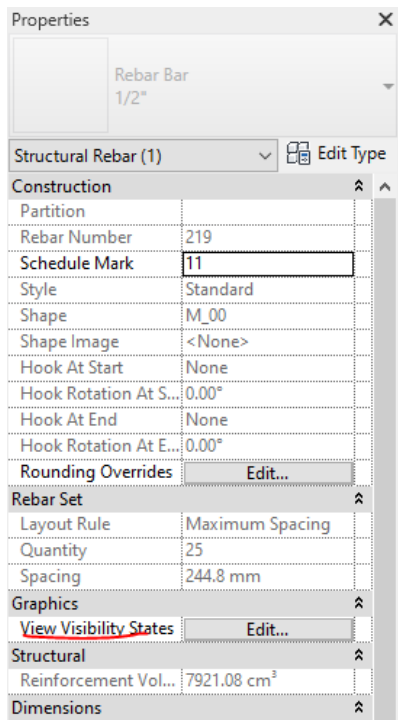


Figura N° 27: Vista del panel Propiedades o Properties en inglés (Fuente: Revit 2023).

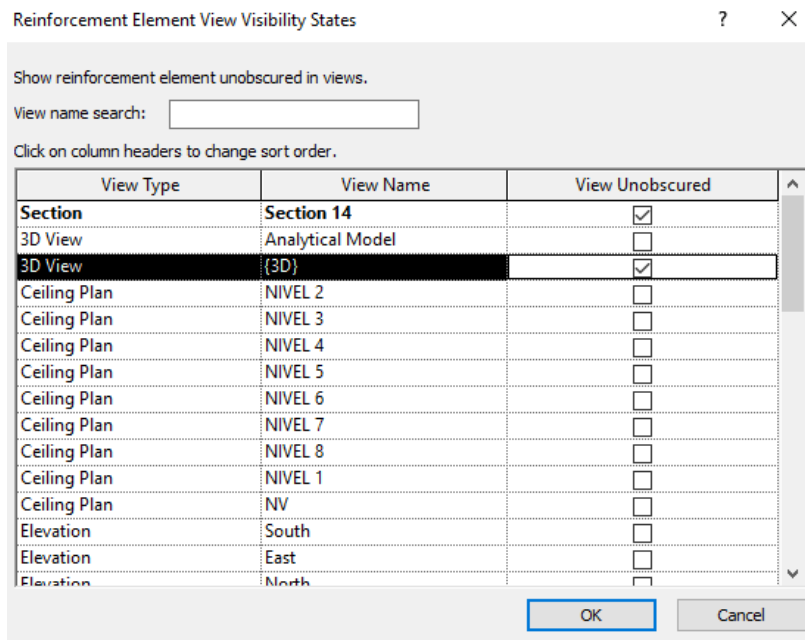


Figura N° 28: Vista del panel Estados de Visibilidad o View Visibility states en inglés (Fuente: Revit 2023).

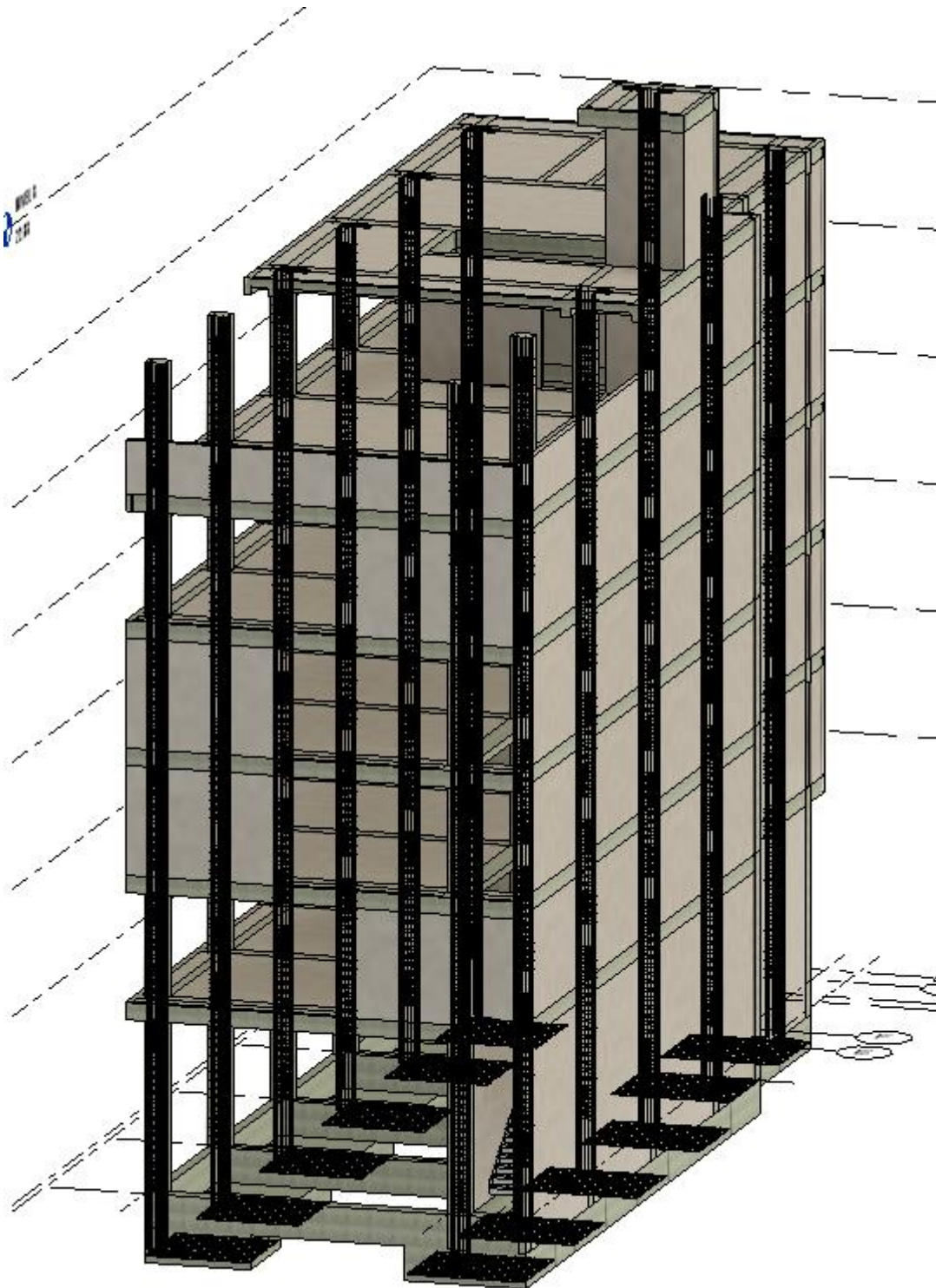


Figura N° 29: Vista 3D distribución de acero en Columnas (Fuente: Elaboración Propia).

- El modelamiento de acero en vigas es parecido al de columnas, se
trabaja también con secciones.

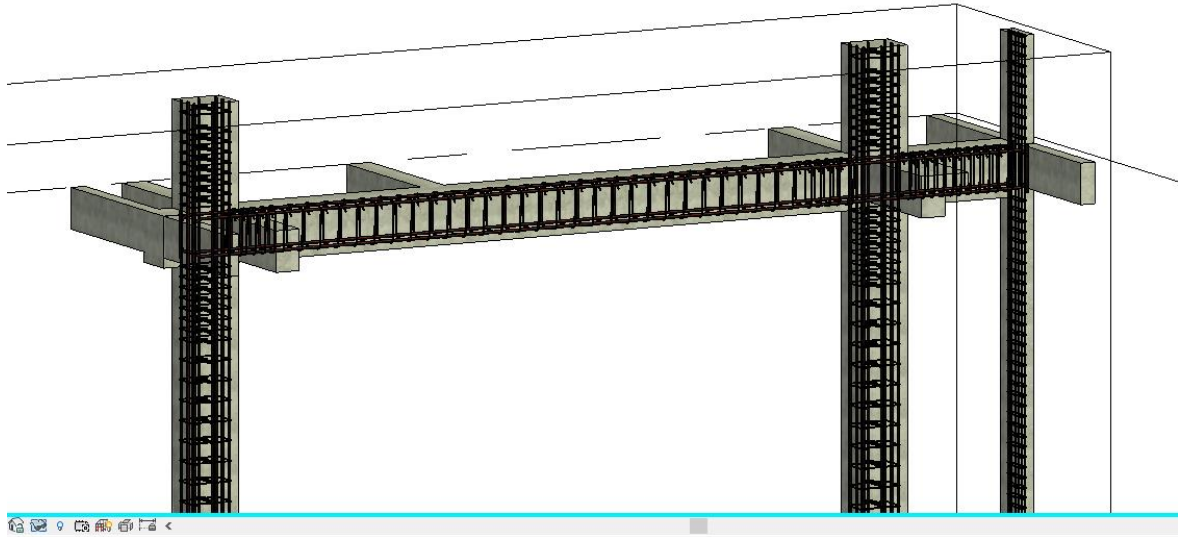


Figura N° 30: Vista 3D distribución de acero en Vigas (Fuente: Elaboración Propia).

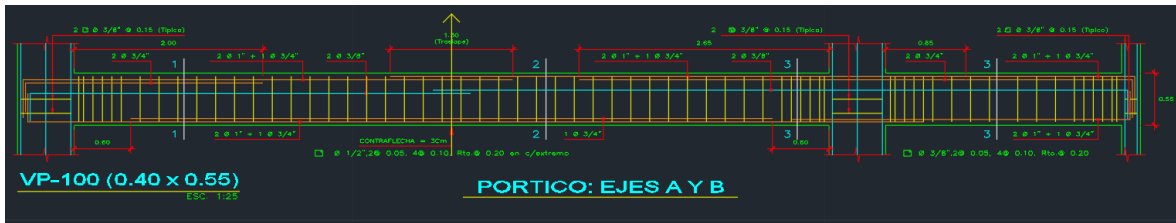


Figura N° 31: Detalle de Viga VP-100 (Fuente: Arconsa Contratistas Generales, 2018).

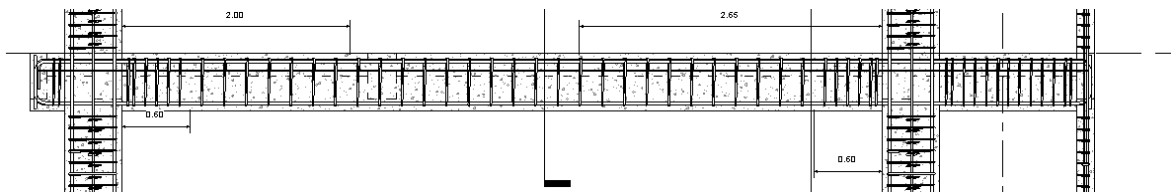


Figura N° 32: Vista Corte de distribución de acero en Viga VP-100 (Fuente: Elaboración Propia).

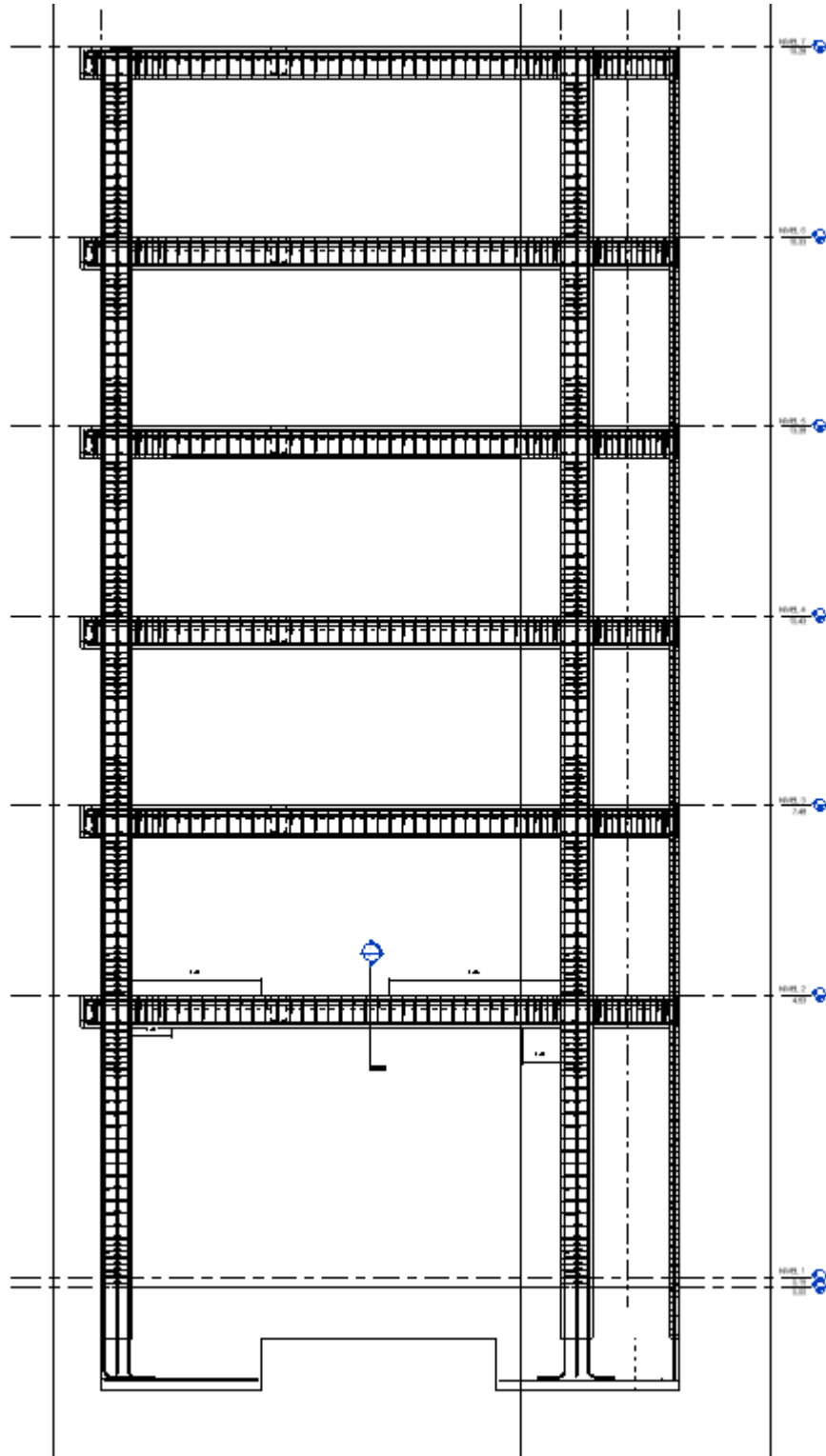


Figura N° 33: Vista Corte de distribución de acero en Viga VP-100 en Proyecto (Fuente: Elaboración Propia).

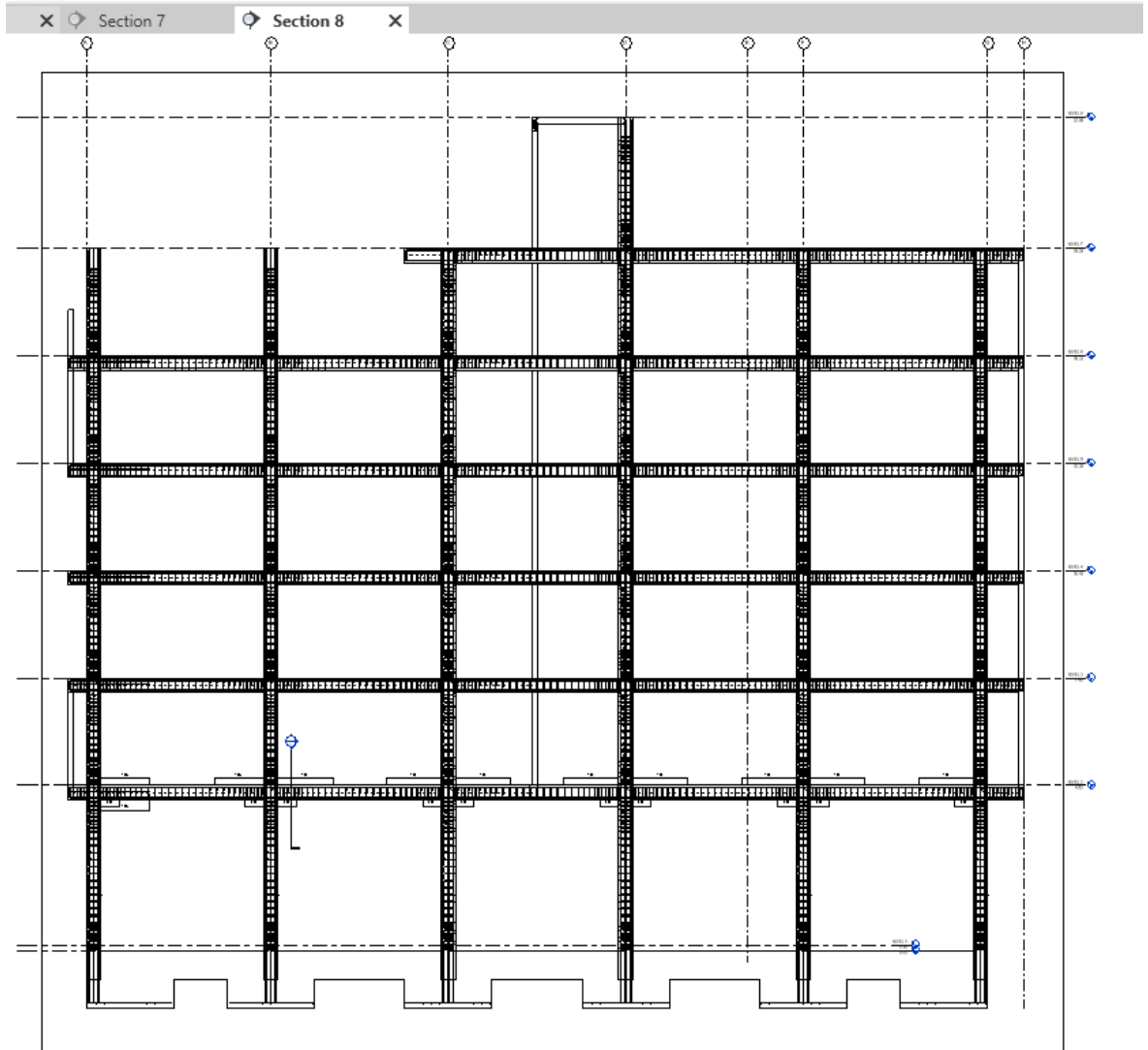


Figura N° 34: Vista Corte de distribución de acero en Viga V-P1 y V-A100 en Proyecto
(Fuente: Elaboración Propia).

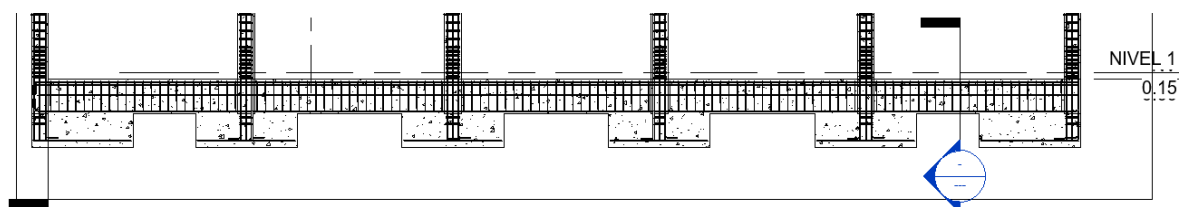


Figura N° 35: Vista Corte de distribución de acero en Viga de Cimentación en Proyecto
(Fuente: Elaboración Propia).

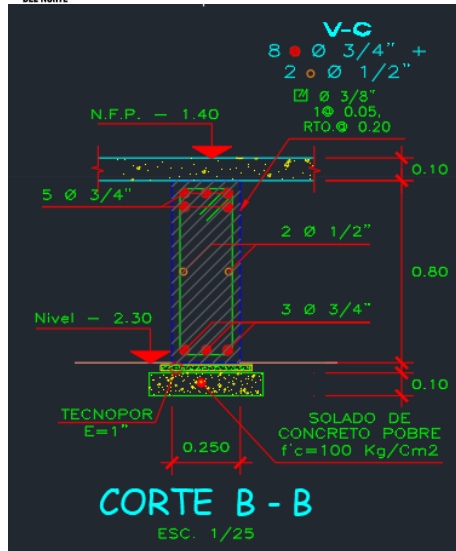


Figura N° 36: Detalle de Viga de Cimentación (Fuente: Arconsa Contratistas Generales, 2018).

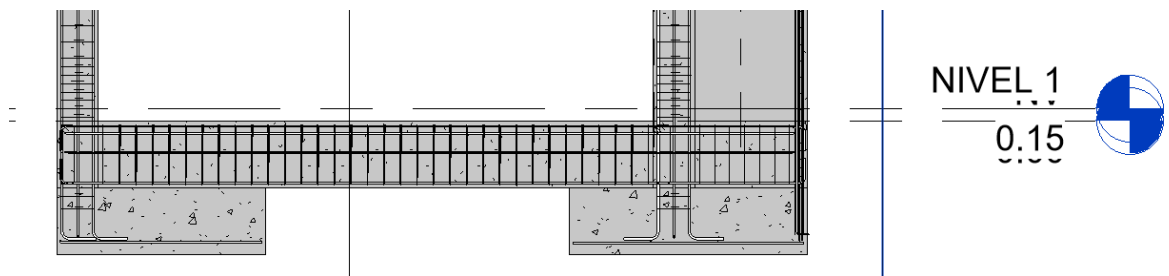


Figura N° 37: Vista Corte de distribución de acero en Viga de Cimentación en otra dirección (Fuente: Elaboración Propia).

- Posterior a las vigas, modelos el acero en Muros Estructurales, para lo cual creamos 2 tipos diferenciados en su espesor, pero ambos con iguales especificaciones técnicas. Es importante mencionar que también modelaremos algunos muros arquitectónicos, con la finalidad de dar un mostrar la semejanza entre el Modelo y el Proyecto ejecutado.

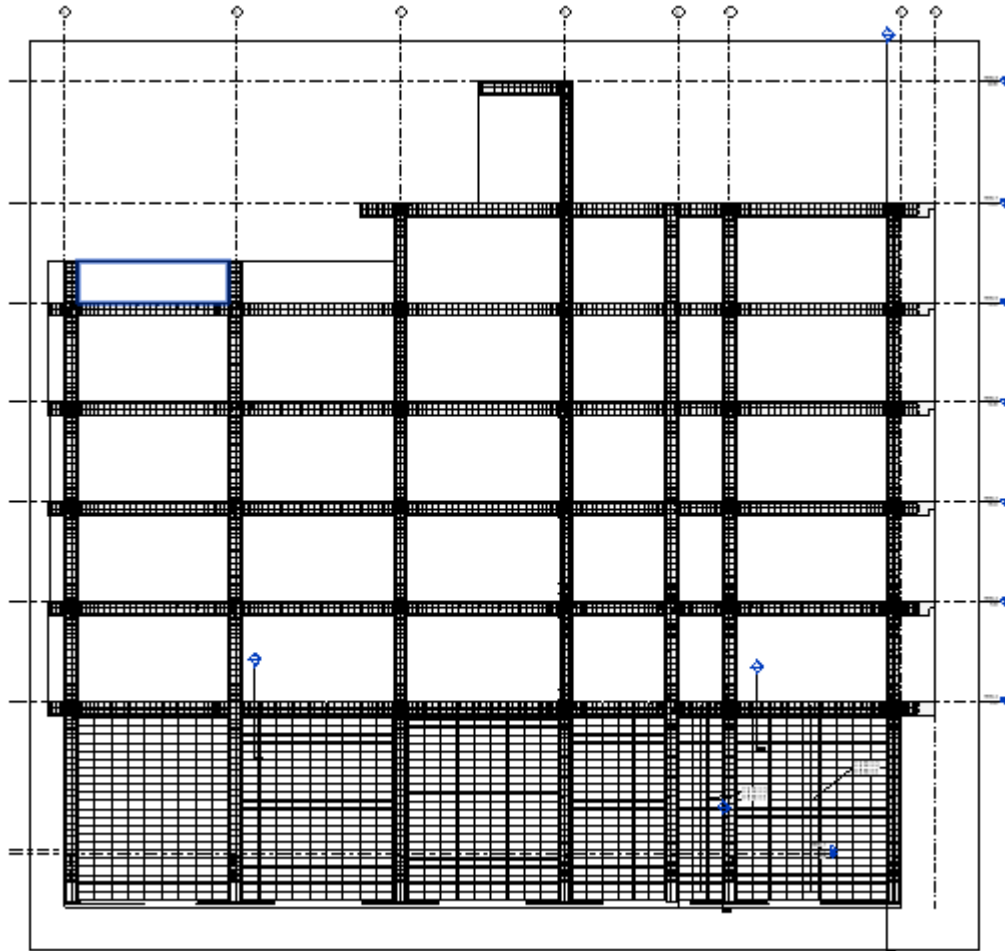


Figura N° 38: Vista Corte de distribución de acero en Muro de Contención en Proyecto
(Fuente: Elaboración Propia).

- En el primer nivel hay muros de Contención en dos linderos (F 1-3 y 3 A-F) y a partir del segundo nivel hacia adelante solo hay Muros de Concreto Armado para la Caja del Ascensor.

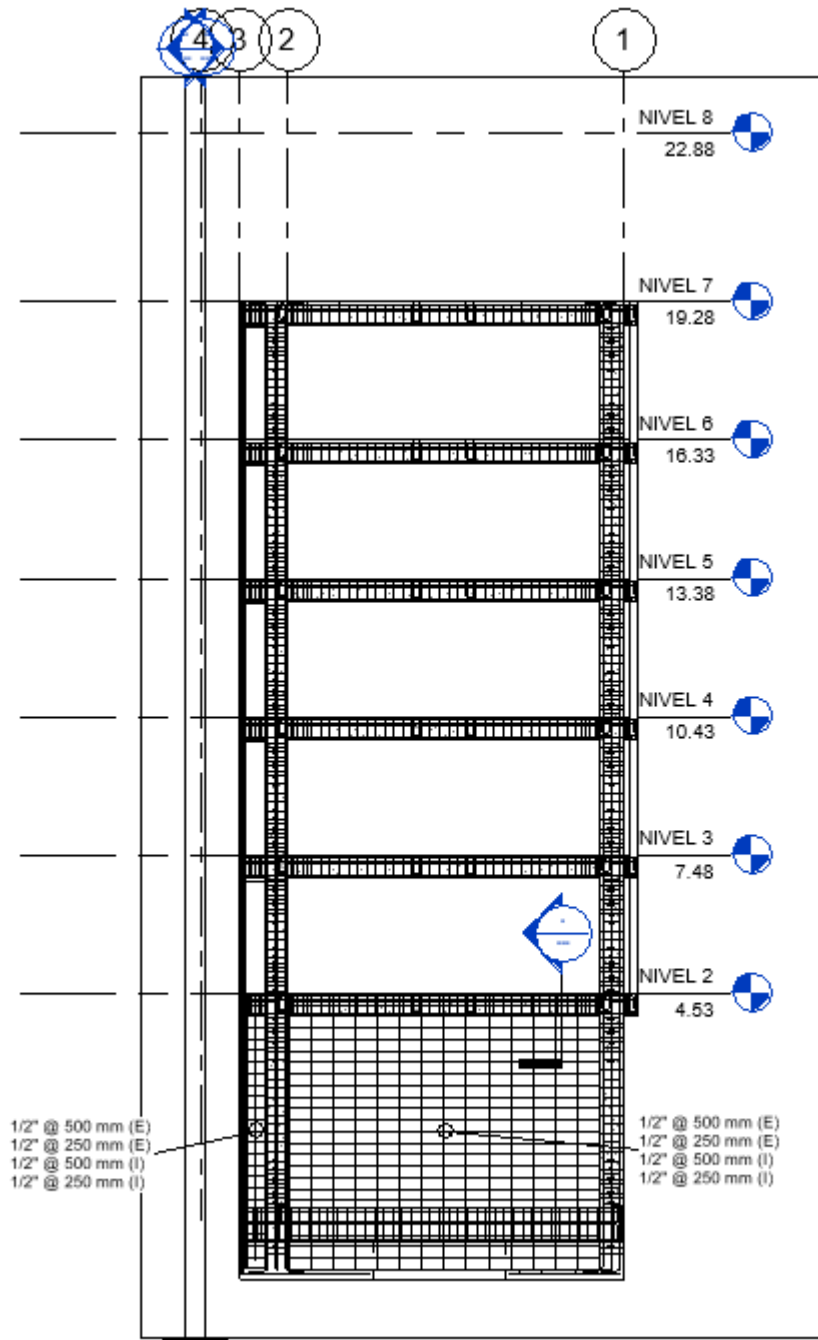


Figura N° 39: Vista Corte de distribución de acero en Muro de Contención en otra dirección
 (Fuente: Elaboración Propia).

- Por último, modelaremos el acero en la Losa Aligerada.

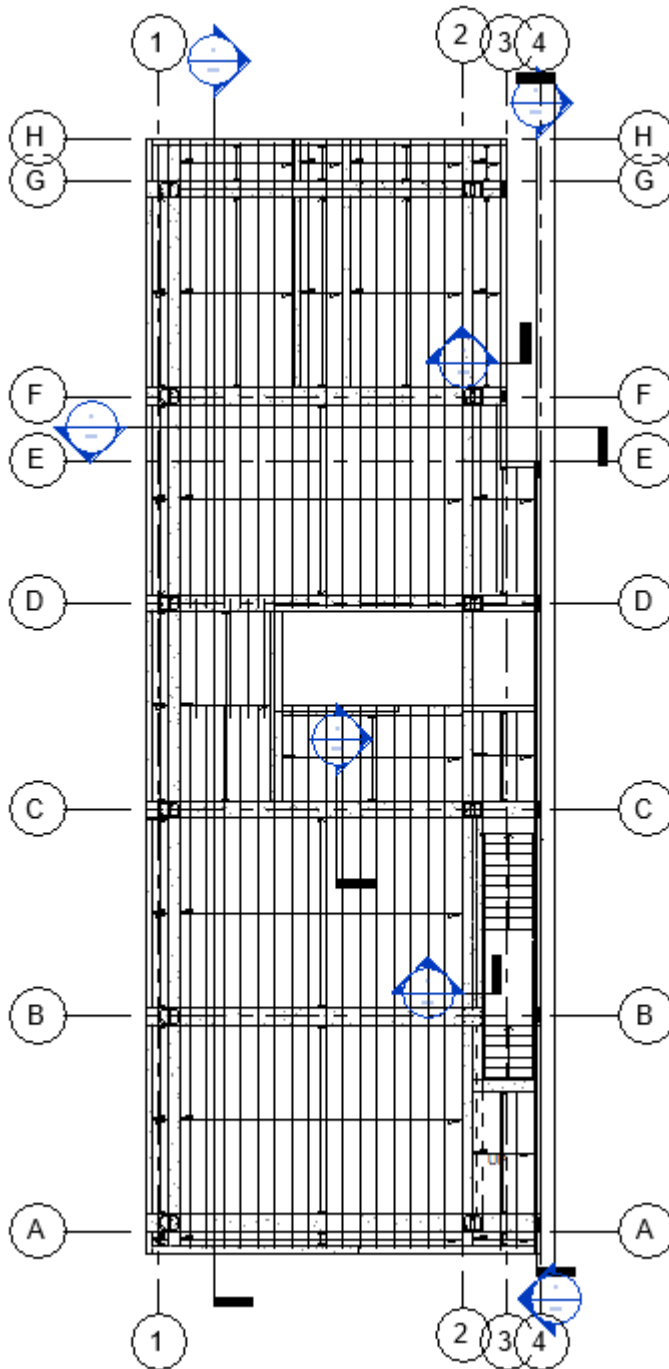


Figura N° 40: Vista Planta, distribución de acero en Losa Aligerada (Fuente: Elaboración Propia).

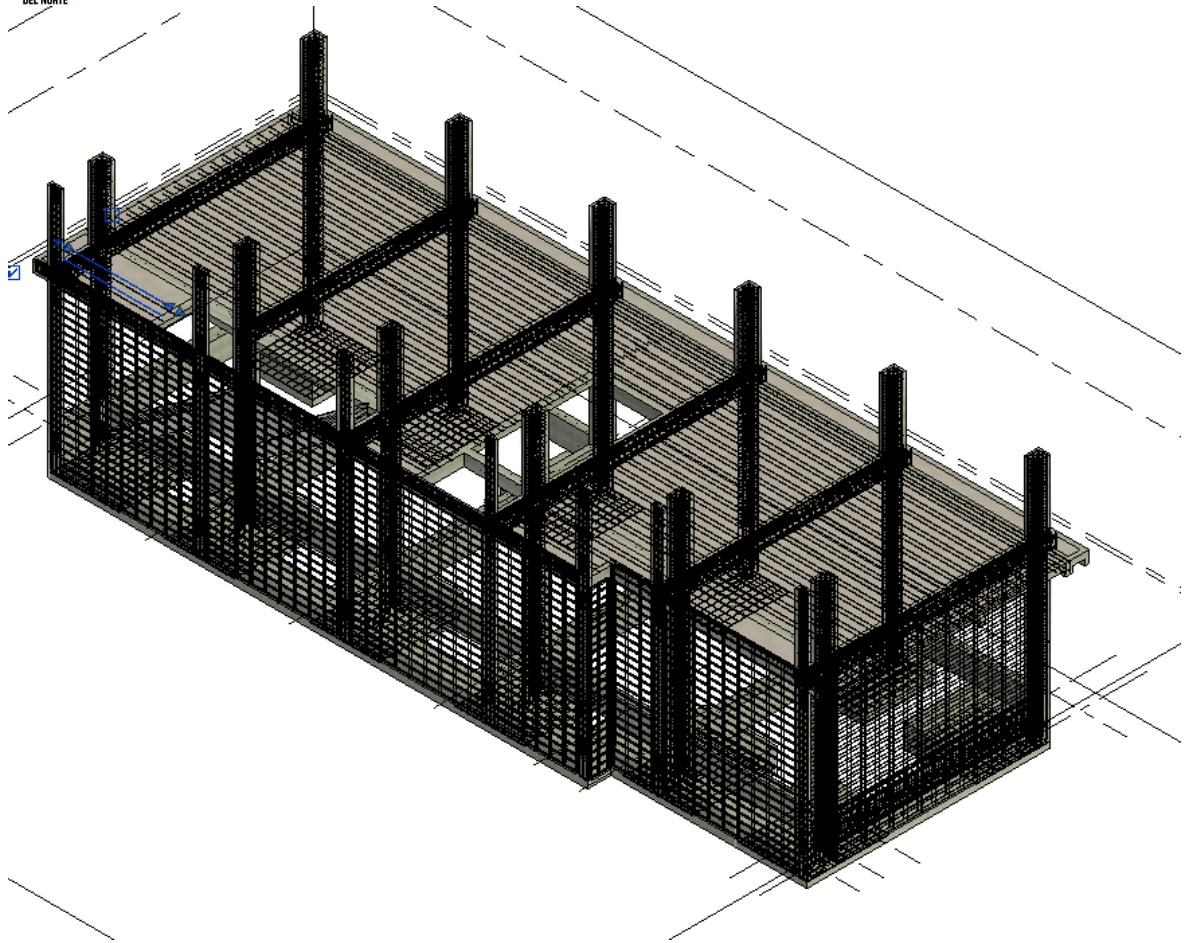


Figura N° 41: Vista 3D, distribución de acero en Losa Aligerada (Fuente: Elaboración Propia).

- Una vez modelado el acero en cada elemento estructural, damos por finalizado nuestro modelo estructural del Proyecto, importante recomendar hacer una inspección de cada elemento evitando duplicidad, para no tener excesos de materiales.
- El Modelo que realizamos también nos servirá para evaluar la gestión del Proyecto, para lo cual importaremos el documento a Navisworks, que también es de la familia de Autodesk.

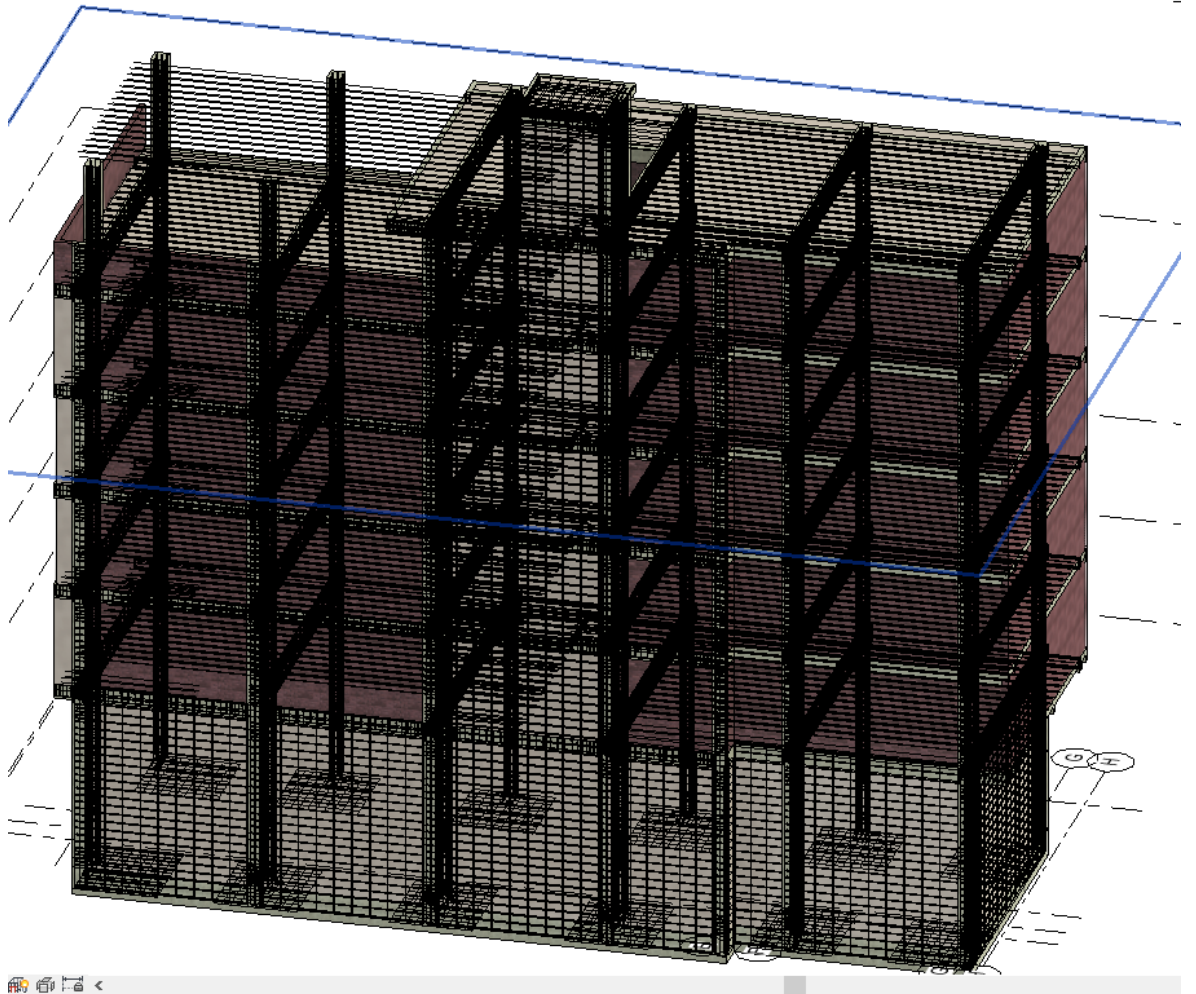


Figura N° 42: Vista 3D, distribución de acero en todo el Proyecto (Fuente: Elaboración Propia).

- Los metrados en REVIT son directos, es por esto la importancia de un correcto modelado, este expresara a precisión el cálculo de materiales.
- Emplearemos la herramienta Horarios o Schedules en inglés.

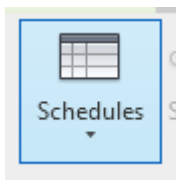


Figura N° 43: Vista de herramienta Horarios o Schedules en inglés (Fuente: Revit 2023).

<METRADO DE ZAPATAS>			
A	B	C	D
Tipo de Zapata	Dimensiones	Volumen (m3)	Cantidad
Foundation Slab	Cimentación h=0.80	1.60	1
Foundation Slab	Cimentación h=0.80	0.82	1
Foundation Slab	Cimentación h=0.80	1.93	1
Foundation Slab	Cimentación h=0.80	1.38	1
Foundation Slab	Cimentación h=0.80	1.38	1
Foundation Slab	Cimentación h=0.80	0.82	1
Foundation Slab	Cimentación h=0.80	0.64	1
Cimentación h=0.80: 7		8.58	
Foundation Slab	Z 2.50x2.40 h=0.8	4.80	1
Foundation Slab	Z 2.50x2.40 h=0.8	4.80	1
Foundation Slab	Z 2.50x2.40 h=0.8	4.80	1
Foundation Slab	Z 2.50x2.40 h=0.8	4.80	1
Foundation Slab	Z 2.50x2.40 h=0.8	4.80	1
Foundation Slab	Z 2.50x2.40 h=0.8	4.80	1
Z 2.50x2.40 h=0.8: 6		28.80	
Foundation Slab	Z 2.85x2.40 h=0.8	5.47	1
Foundation Slab	Z 2.85x2.40 h=0.8	5.47	1
Foundation Slab	Z 2.85x2.40 h=0.8	5.47	1
Foundation Slab	Z 2.85x2.40 h=0.8	5.47	1
Foundation Slab	Z 2.85x2.40 h=0.8	5.47	1
Foundation Slab	Z 2.85x2.40 h=0.8	5.47	1
Z 2.85x2.40 h=0.8: 6		32.83	
19		70.21	

Figura N° 44: Metrado de Zapatas y cimentaciones del Proyecto Modelado (Fuente: Elaboración Propia).

<METRADO DE COLUMNAS>					
A	B	C	D	E	F
Tipo de Columna	Dimensiones	Nivel	Volumen (m3)	Largo (m)	Cantidad
M_Concrete-Rectangular-Column	C2 15x40	NV	0.32	5.33	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C2 15x40	NV	0.32	5.33	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C2 15x40	NV	0.32	5.33	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C2 15x40	NV	0.21	5.33	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C2 15x40	NV	0.32	5.33	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C2 15x40	NV	0.32	5.33	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C1 40x50	NV	1.07	5.33	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C1 40x50	NV	1.07	5.33	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C1 40x50	NV	1.07	5.33	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C1 40x50	NV	1.07	5.33	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C1 40x50	NV	1.07	5.33	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C1 40x50	NV	1.07	5.33	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C1 40x50	NV	1.07	5.33	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C1 40x50	NV	1.07	5.33	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C1 40x50	NV	1.07	5.33	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C1 40x50	NV	1.07	5.33	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C1 40x50	NV	1.07	5.33	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C1 40x50	NV	1.07	5.33	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C1 40x50	NV	1.07	5.33	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C2 15x40	NV	0.32	5.33	1
NV: 19			14.91		19
M_Concrete-Rectangular-Column	C2 15x40	NIVEL 2	0.18	2.95	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C2 15x40	NIVEL 2	0.18	2.95	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C2 15x40	NIVEL 2	0.18	2.95	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C2 15x40	NIVEL 2	0.02	2.95	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C2 15x40	NIVEL 2	0.18	2.95	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C2 15x40	NIVEL 2	0.11	2.95	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C1 40x50	NIVEL 2	0.59	2.95	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C1 40x50	NIVEL 2	0.59	2.95	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C1 40x50	NIVEL 2	0.59	2.95	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C1 40x50	NIVEL 2	0.59	2.95	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C1 40x50	NIVEL 2	0.59	2.95	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C1 40x50	NIVEL 2	0.59	2.95	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C1 40x50	NIVEL 2	0.59	2.95	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C1 40x50	NIVEL 2	0.59	2.95	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C1 40x50	NIVEL 2	0.59	2.95	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C1 40x50	NIVEL 2	0.59	2.95	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C1 40x50	NIVEL 2	0.59	2.95	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C1 40x50	NIVEL 2	0.59	2.95	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C2 15x40	NIVEL 2	0.18	2.95	1
NIVEL 2: 19			8.09		19
M_Concrete-Rectangular-Column	C2 15x40	NIVEL 3	0.18	2.95	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C2 15x40	NIVEL 3	0.18	2.95	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C2 15x40	NIVEL 3	0.18	2.95	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C2 15x40	NIVEL 3	0.02	2.95	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C2 15x40	NIVEL 3	0.18	2.95	1
M_Concrete-Rectangular-Column	C2 15x40	NIVEL 3	0.11	2.95	1

Figura N° 45: Metrado de Columnas del Proyecto Modelado - Parte 1(Fuente: Elaboración Propia).

Basic Wall	MURO C E=15 f _c =210 2	3.30	22.01	4.47	0.15
Basic Wall	MURO C E=15 f _c =210 2	1.09	7.24	1.40	0.15
Basic Wall	MURO C E=15 f _c =210 2	0.48	3.20	0.73	0.15
Basic Wall	MURO C E=15 f _c =210 2	2.14	14.28	2.83	0.15
Basic Wall	MURO C E=15 f _c =210 2	3.30	22.01	4.47	0.15
Basic Wall	MURO C E=15 f _c =210 2	3.30	22.01	4.47	0.15
Basic Wall	MURO C E=15 f _c =210 2	3.30	22.01	4.47	0.15
Basic Wall	MURO C E=15 f _c =210 2	1.86	12.42	4.80	0.15
Basic Wall	MURO C E=15 f _c =210 2	0.19	1.28	0.43	0.15
Basic Wall	MURO C E=15 f _c =210 2	0.65	4.34	1.78	0.15
Basic Wall	MURO C E=15 f _c =210 2	0.46	3.06	1.28	0.15
Basic Wall	MURO C E=15 f _c =210 2	1.86	12.42	4.80	0.15
Basic Wall	MURO C E=15 f _c =210 2	0.16	1.08	0.43	0.15
Basic Wall	MURO C E=15 f _c =210 2	0.65	4.34	1.78	0.15
Basic Wall	MURO C E=15 f _c =210 2	0.46	3.06	1.28	0.15
Basic Wall	MURO C E=15 f _c =210 2	1.86	12.42	4.80	0.15
Basic Wall	MURO C E=15 f _c =210 2	0.16	1.08	0.43	0.15
Basic Wall	MURO C E=15 f _c =210 2	0.65	4.34	1.78	0.15
Basic Wall	MURO C E=15 f _c =210 2	0.46	3.06	1.28	0.15
Basic Wall	MURO C E=15 f _c =210 2	1.86	12.42	4.80	0.15
Basic Wall	MURO C E=15 f _c =210 2	0.19	1.28	0.43	0.15
Basic Wall	MURO C E=15 f _c =210 2	0.65	4.34	1.78	0.15
Basic Wall	MURO C E=15 f _c =210 2	0.46	3.06	1.28	0.15
Basic Wall	MURO C E=15 f _c =210 2	1.86	12.42	4.80	0.15
Basic Wall	MURO C E=15 f _c =210 2	0.65	4.34	1.78	0.15
Basic Wall	MURO C E=15 f _c =210 2	0.46	3.06	1.28	0.15
Basic Wall	MURO C E=15 f _c =210 2	0.65	4.32	1.28	0.15
Basic Wall	MURO C E=15 f _c =210 2	1.25	8.32	2.60	0.15
Basic Wall	MURO C E=15 f _c =210 2	0.82	5.44	1.78	0.15
Basic Wall	MURO C E=15 f _c =210 2	2.90	19.33	4.47	0.15
Basic Wall	MURO C E=15 f _c =210 2	2.90	19.33	4.47	0.15
Basic Wall	MURO C E=15 f _c =210 2	0.72	4.83	1.28	0.15
Basic Wall	MURO C E=15 f _c =210 2	1.26	8.37	1.78	0.15
MURO C E=15 f_c=210 2: 33		42.98	286.52		
Basic Wall	MURO C E=20 f _c =210	6.42	32.09	6.65	0.20
Basic Wall	MURO C E=20 f _c =210	0.39	1.93	0.40	0.20
Basic Wall	MURO C E=20 f _c =210	0.26	1.32	0.48	0.20
Basic Wall	MURO C E=20 f _c =210	0.26	1.32	0.48	0.20
Basic Wall	MURO C E=20 f _c =210	0.26	1.32	0.48	0.20
Basic Wall	MURO C E=20 f _c =210	0.26	1.32	0.48	0.20
Basic Wall	MURO C E=20 f _c =210	0.26	1.32	0.48	0.20
MURO C E=20 f_c=210: 7		8.12	40.62		
110		135.74	891.40		

Figura N° 48: Metrado de Muros en General del Proyecto Modelado - Parte 2 (Fuente: Elaboración Propia).

<METRADO DE VIGAS>

A	B	C	D	E
Tipo de Viga	Dimensiones	Volumen	Largo	Cantidad
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -25x20	0.21	4.50	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -25x20	0.07	1.65	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -25x20	0.07	1.43	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -25x20	0.22	4.47	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -25x20	0.21	4.50	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -25x20		0.20	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -25x20	0.22	4.47	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -25x20	0.22	4.47	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -25x20	0.21	4.50	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -25x20		0.20	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -25x20	0.22	4.47	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -25x20	0.22	4.47	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -25x20	0.21	4.50	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -25x20		0.20	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -25x20	0.22	4.47	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -25x20	0.22	4.47	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -25x20	0.21	4.50	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -25x20		0.20	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -25x20	0.22	4.47	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -25x20	0.22	4.47	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -25x20	0.21	4.50	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -25x20		0.20	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -25x20	0.03	0.58	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -25x20	0.11	2.28	1
VA -25x20: 24		3.57		
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -100 15x40	0.27	4.47	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -100 15x40	0.27	4.47	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -100 15x40	0.27	4.47	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -100 15x40	0.17	2.75	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -100 15x40	0.05	0.73	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -100 15x40	0.27	4.47	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -100 15x40	0.08	1.40	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -100 15x40	0.27	4.87	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -100 15x40	0.27	4.66	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -100 15x40	0.27	4.87	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -100 15x40	0.27	4.87	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -100 15x40	0.27	4.87	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -100 15x40	0.09	1.65	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -100 15x40	0.27	4.47	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -100 15x40	0.27	4.47	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -100 15x40	0.27	4.47	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -100 15x40	0.17	2.75	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -100 15x40	0.05	0.73	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -100 15x40	0.27	4.47	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -100 15x40	0.08	1.40	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -100 15x40	0.27	4.87	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VA -100 15x40	0.27	4.87	1

Figura N° 49: Metrado de Vigas del Proyecto Modelado - Parte 1 (Fuente: Elaboración Propia).

M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	1.33	6.65	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.24	1.20	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	1.33	6.65	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	1.33	6.65	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	1.33	6.65	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	1.33	6.65	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	1.33	6.65	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.08	0.40	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.08	0.40	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.22	1.20	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.24	1.20	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.05	0.23	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.06	0.23	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.06	0.23	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.06	0.23	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.06	0.23	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.06	0.23	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.24	1.65	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	1.33	6.65	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.24	1.20	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	1.33	6.65	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	1.33	6.65	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	1.33	6.65	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	1.33	6.65	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.08	0.40	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.08	0.40	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.22	1.20	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.24	1.20	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.06	0.23	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.06	0.23	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.06	0.23	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.06	0.23	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.06	0.23	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.06	0.23	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.24	1.65	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	1.33	6.65	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	1.33	6.65	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	1.33	6.65	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	1.33	6.65	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.08	0.40	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.08	0.40	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.22	1.20	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.24	1.20	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.06	0.23	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.06	0.23	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.06	0.23	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.06	0.23	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.06	0.23	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.06	0.23	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.24	1.65	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	1.33	6.65	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	1.33	6.65	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	1.33	6.65	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	1.33	6.65	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.08	0.40	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.08	0.40	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.22	1.20	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.24	1.20	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.06	0.23	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.06	0.23	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.06	0.23	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.06	0.23	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.06	0.23	1
M_Concrete-Rectangular Beam	VP-100 40x55	0.22	1.20	1
VP-100 40x55: 102		53.38		
269		131.21		

Figura N° 50: Metrado de Vigas del Proyecto Modelado – Parte 2 (Fuente: Elaboración Propia).

- Para el Metrado de Volumen de la Losa Aligerada hay dos opciones, una es modelar el ladrillo y bloque de casetón que se emplea como molde, el otro es restar el volumen total obtenido menos (el área resultada x Vol. Ladrillo x # Lad/m2).

Ecuación 1: Volumen de Losa Aligerada

$$V. Losa Alig. = V. obt - (A. obt x V. lad)$$

- Escogeremos la segunda opción predominando optimizar nuestro tiempo.

<METRADO DE LOSAS>				
A	B	C	D	E
Familia	Tipo de Losa	Nivel	Area	Volumen
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 2	29.73	5.95
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 2	29.73	5.95
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 2	8.59	1.72
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 2	9.61	1.92
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 2	29.73	5.95
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 2	11.85	2.37
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 2	4.47	0.89
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 2	12.07	2.41
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 2	2.91	0.58
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 2	5.31	1.06
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 2	3.07	0.61
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 2	4.23	0.85
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 2	1.79	0.36
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 2	1.79	0.36
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 2	1.79	0.36
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 2	1.78	0.36
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 2	1.79	0.36
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 2	0.14	0.03
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 2	2.33	0.47
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 2	0.51	0.10
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 2	2.30	0.46
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 2	0.85	0.17
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 2	2.25	0.45
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 2	0.55	0.11
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 2	0.34	0.07
NIVEL 2: 25			169.48	33.90
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 3	29.73	5.95
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 3	29.73	5.95
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 3	8.59	1.72
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 3	9.61	1.92
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 3	29.73	5.95
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 3	11.85	2.37
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 3	4.47	0.89
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 3	12.07	2.41
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 3	2.91	0.58
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 3	5.31	1.06
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 3	3.07	0.61

Figura N° 51: Metrado de Losa Aligerada en General del Proyecto Modelado - Parte 1 (Fuente: Elaboración Propia).

Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 6	29.73	5.95
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 6	29.73	5.95
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 6	8.59	1.72
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 6	9.61	1.92
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 6	29.73	5.95
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 6	11.85	2.37
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 6	4.47	0.89
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 6	12.07	2.41
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 6	2.91	0.58
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 6	5.31	1.06
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 6	3.07	0.61
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 6	1.79	0.36
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 6	1.79	0.36
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 6	1.79	0.36
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 6	1.78	0.36
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 6	1.79	0.36
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 6	0.14	0.03
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 6	2.33	0.47
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 6	0.51	0.10
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 6	5.35	1.07
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 6	2.30	0.46
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 6	0.85	0.17
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 6	2.25	0.45
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 6	0.55	0.11
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 6	0.34	0.07
NIVEL 6: 25			170.59	34.12
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 7	8.59	1.72
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 7	9.61	1.92
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 7	29.73	5.95
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 7	11.85	2.37
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 7	4.47	0.89
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 7	12.07	2.41
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 7	2.91	0.58
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 7	5.31	1.06
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 7	3.07	0.61
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 7	1.79	0.36
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 7	1.79	0.36
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 7	1.79	0.36
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 7	2.30	0.46
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 7	0.85	0.17
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 7	2.25	0.45
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 7	0.55	0.11
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 7	0.34	0.07
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 7	0.34	0.07
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 7	5.72	1.14
Floor	Losa Alig 20cm	NIVEL 7	1.23	0.25
NIVEL 7: 20			106.54	21.31
Floor	Losa Armada e=20	NIVEL 8	3.19	0.64
Floor	Losa Armada e=20	NIVEL 8	1.18	0.24
NIVEL 8: 2			4.37	0.87
147			962.76	192.55

Figura N° 52: Metrado de Losa Aligerada en General del Proyecto Modelado - Parte 2
 (Fuente: Elaboración Propia).

- El Metrado de Acero tiene una complejidad, que como material cruza más de un elemento estructural y niveles, es por esto que cuenta con menos parámetros para poderlo ordenar, además debemos crear parámetros que nos ayude a calcular el peso.

Ecuación 2: Peso de Acero Modelado

$$\text{Peso Acero} = \text{Longitud total de varilla} \times \text{Peso Nominal}$$

<METRADO DE ACERO>					
A	B	C	D	E	F
Categoría	Diametro	Largo (m)	Total Bar Length	Peso Nominal (kg/m)	Peso Total (kg)
Floor	5/8"	3.25	3.25	1.552	5.044
Floor	5/8"	3.40	3.40	1.552	5.2768
Floor	5/8"	3.40	3.40	1.552	5.2768
Floor	5/8"	3.40	3.40	1.552	5.2768
Floor	1/2"	2.10	6.30	0.994	6.2622
Floor	1/2"	2.10	6.30	0.994	6.2622
Floor	1/2"	2.98	2.98	0.994	2.96212
Floor	1/2"	10.63	21.26	0.994	21.13244
Floor	1/2"	2.98	2.98	0.994	2.96212
Floor	1/2"	10.61	21.22	0.994	21.09268
Floor	1/2"	3.74	11.22	0.994	11.15268
Floor	1/2"	3.74	11.22	0.994	11.15268
Floor	1/2"	2.10	6.30	0.994	6.2622
Floor	1/2"	2.10	6.30	0.994	6.2622
Floor	1/2"	2.98	2.98	0.994	2.96212
Floor	1/2"	10.65	21.30	0.994	21.1722
Floor	1/2"	2.98	2.98	0.994	2.96212
Floor	1/2"	10.64	21.28	0.994	21.15232
Floor	1/2"	2.10	6.30	0.994	6.2622
Floor	1/2"	2.10	6.30	0.994	6.2622
Floor	1/2"	2.98	2.98	0.994	2.96212
Floor	1/2"	10.65	21.30	0.994	21.1722
Floor	1/2"	2.98	2.98	0.994	2.96212
Floor	1/2"	10.63	21.26	0.994	21.13244
Floor	1/2"	2.10	6.30	0.994	6.2622
Floor	1/2"	2.10	6.30	0.994	6.2622
Floor	1/2"	2.98	2.98	0.994	2.96212
Floor	1/2"	10.70	21.40	0.994	21.2716
Floor	1/2"	2.98	2.98	0.994	2.96212
Floor	1/2"	10.64	21.28	0.994	21.15232
Floor	1/2"	2.10	6.30	0.994	6.2622
Floor	1/2"	2.10	6.30	0.994	6.2622
Floor	1/2"	2.98	2.98	0.994	2.96212
Floor	1/2"	10.66	21.32	0.994	21.19208
Floor	1/2"	2.98	2.98	0.994	2.96212
Floor	1/2"	10.64	21.28	0.994	21.15232
Floor	1/2"	2.10	6.30	0.994	6.2622
Floor	1/2"	2.10	6.30	0.994	6.2622
Floor	1/2"	2.98	2.98	0.994	2.96212
Floor	1/2"	10.65	21.30	0.994	21.1722
Floor	1/2"	2.98	2.98	0.994	2.96212

Figura N° 53: Metrado de Acero en General del Proyecto Modelado – Parte 1 (Fuente: Elaboración Propia).

Wall	1/2"	5.89	58.90	0.994	58.5466
Wall	1/2"	4.47	111.75	0.994	111.0795
Wall	1/2"	6.14	61.40	0.994	61.0316
Wall	1/2"	4.47	111.75	0.994	111.0795
Wall	1/2"	5.89	58.90	0.994	58.5466
Wall	1/2"	4.47	111.75	0.994	111.0795
Wall	1/2"	6.14	61.40	0.994	61.0316
Wall	1/2"	4.47	111.75	0.994	111.0795
Wall	1/2"	20.54	205.40	0.994	204.1676
Wall	1/2"	4.47	375.48	0.994	373.22712
Wall	1/2"	20.79	207.90	0.994	206.6526
Wall	1/2"	4.47	375.48	0.994	373.22712
Wall	1/2"	5.89	41.23	0.994	40.98262
Wall	1/2"	2.75	68.75	0.994	68.3375
Wall	1/2"	6.14	42.98	0.994	42.72212
Wall	1/2"	2.75	68.75	0.994	68.3375
Wall	1/2"	5.87	58.70	0.994	58.3478
Wall	1/2"	4.47	111.75	0.994	111.0795
Wall	1/2"	5.87	58.70	0.994	58.3478
Wall	1/2"	4.47	111.75	0.994	111.0795
Wall	1/2"	5.88	23.52	0.994	23.37888
Wall	1/2"	1.32	33.00	0.994	32.802
Wall	1/2"	5.88	23.52	0.994	23.37888
Wall	1/2"	1.32	33.00	0.994	32.802
Wall	1/2"	5.90	88.50	0.994	87.969
Wall	1/2"	6.65	166.25	0.994	165.2525
Wall	1/2"	5.90	88.50	0.994	87.969
Wall	1/2"	6.65	166.25	0.994	165.2525
Wall	1/2"	5.88	11.76	0.994	11.68944
Wall	1/2"	0.40	10.00	0.994	9.94
Wall	1/2"	5.88	11.76	0.994	11.68944
Wall	1/2"	0.40	10.00	0.994	9.94
Wall	1/2"	5.55	16.65	0.994	16.5501
Wall	1/2"	0.65	15.60	0.994	15.5064
Wall	1/2"	5.55	16.65	0.994	16.5501
Wall	1/2"	0.65	15.60	0.994	15.5064
Wall	1/2"	3.51	21.06	0.994	20.93364
Wall	1/2"	2.20	33.00	0.994	32.802
Wall	1/2"	3.51	21.06	0.994	20.93364
Wall	1/2"	2.20	33.00	0.994	32.802
Wall	1/2"	1.20	55.20	0.994	54.8688
Wall	1/2"	22.33	133.98	0.994	133.17612
Wall	1/2"	1.20	55.20	0.994	54.8688
Wall	1/2"	22.33	133.98	0.994	133.17612
Wall	1/2"	1.45	118.90	0.994	118.1866
Wall	1/2"	24.08	144.48	0.994	143.61312
Wall	1/2"	1.45	118.90	0.994	118.1866
Wall	1/2"	24.08	144.48	0.994	143.61312
Wall: 48					4133.32038
5103					44413.52498

Figura N° 54: Metrado de Acero en General del Proyecto Modelado – Parte 2 (Fuente: Elaboración Propia).

- Estos resultados se compararán con el presupuesto Real del Proyecto y se analizara la Variación.

- Información compartida por la empresa A.G. Servicios Generales de Construcción Civil S.A.C. Generales, nos permitirá realizar la comparación.

METRADO PRESENTADO A CLIENTE

Obra : LOCAL VIVIENDA MULTIFAMILIAR
 Presupuesto **MANO DE OBRA**
 Propietario: SRA. BEREDICTA CRISOLES QUISPE
 Urb. Pedro Cueva Vazques Mz."L" Lote
 Dirección : N°13, distrito de Ventanilla, provincia de Callao, departamento de LIMA
 Contratista: A.G. SERVICIOS GENERALES DE CONSTRUCCIÓN CIVIL S.AC.



Fecha : 15/07/2022
 Celular: 927080278
 Telefono: 01 657-3848

Partida	Descripción	Unid.	Cantidad
1	Obras de concreto armado		
1.1	Zapatas Para el concreto Para la armadura de acero.	m3 Kg.	61.632 1051.680
1.2	Viga de Cimentación Para el concreto Para la armadura de acero.	m3 Kg.	21.236 2619.804
1.3	Columnas Para el concreto Para la armadura de acero.	m3 Kg.	50.733 10753.111
1.4	Placa Para el concreto Para la armadura de acero.	m3 Kg.	45.554 4403.014
1.5	Vigas Para el concreto Para la armadura de acero.	m3 Kg.	114.168 19227.501
1.6	Losa Aligerada Para el concreto Para la armadura de acero.	m3 Kg.	89.787 6951.906

CALLE ORLANDO SILVA Mz.A Lt.20 Zn.4 - CALLAO
 TELEFONO: 01 657-3848
 EMAIL: ag_construcciones_alb@hotmail.com
 WEB: www.ag-servicios-generales-sac.webnode.es



Figura N° 55: Metrado Presentado a Cliente (Fuente: A.G. Servicios Generales de Construcción Civil S.A.C. Generales, 2022).

- El software NAVISWORKS, de la misma familia que REVIT, sería un complemento el cual se encarga de la gestión, revisión y coordinación del modelo.
- Las principales ventajas para nuestro proyecto son:
 - Fácil exportación de nuestro modelo desde REVIT a NAVISWORKS.
 - Detector de interferencias.
 - Mas fácil navegación y recorrido en el modelo exportado.
 - Permite navegar y revisar en tiempo real, utilizando comentarios, mediciones.
 - Realizar simulaciones del proceso.

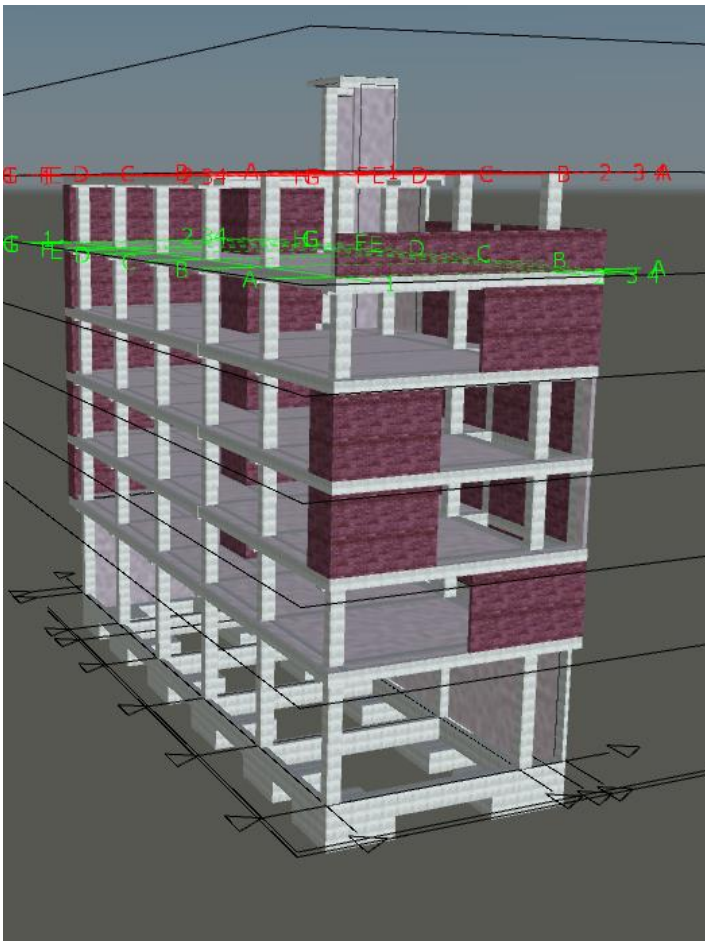


Figura N° 56: Vista 3D de Modelo exportado desde REVIT a NAVISWORKS (Fuente: Elaboración Propia).

- El detector de interferencias o Clash Detective en Inglés, permite realizar en nuestro modelo el análisis de colisiones con precisión, nos brinda información para poder solucionar estos defectos, estos se resuelven en el software donde fue generado el modelo, tenemos como ventaja que todo se gestionara en tiempo real, generalmente se usa para revisar las conexiones Eléctricas, sanitarias, mecánicas, de Gas, etc.



Figura N° 57: Herramienta Clash Detective (Fuente: NAVISWORKS 2023).

- Para nuestro ejemplo realizamos análisis entre Losa vs Muros, para saber que el modelo realizado no tiene interferencias entre sus elementos.

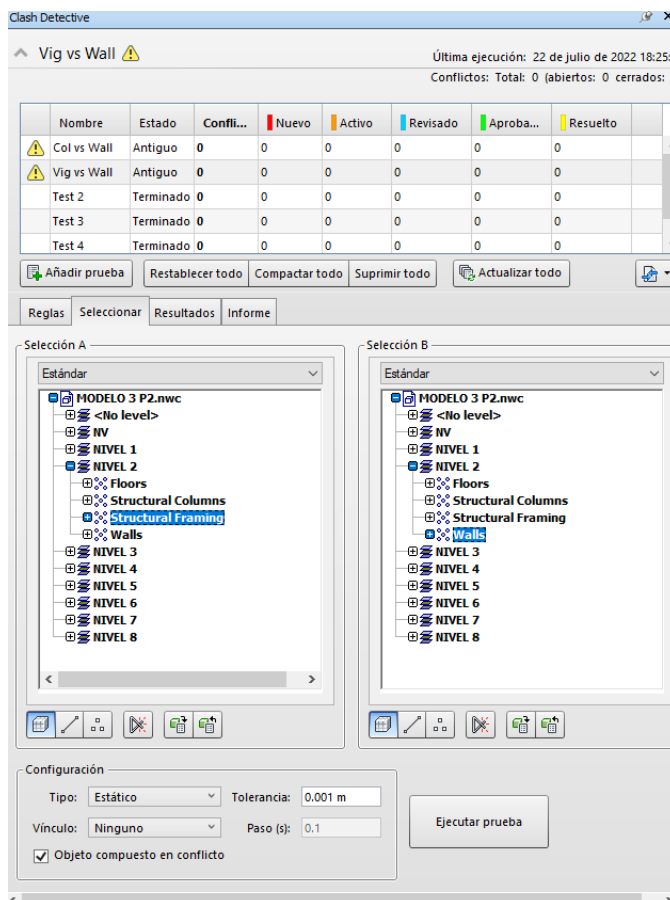


Figura N° 58: Panel de Detector de interferencias o Clash Detective en inglés (Fuente: NAVISWORKS 2023).

- NAVISWORKS nos permitió realizar las observaciones en nuestras simulaciones, además tomar medidas y generar anotaciones; en el trabajo colaborativo ayuda a expresar de mejor manera y en tiempo real los detalles de cada involucrado.

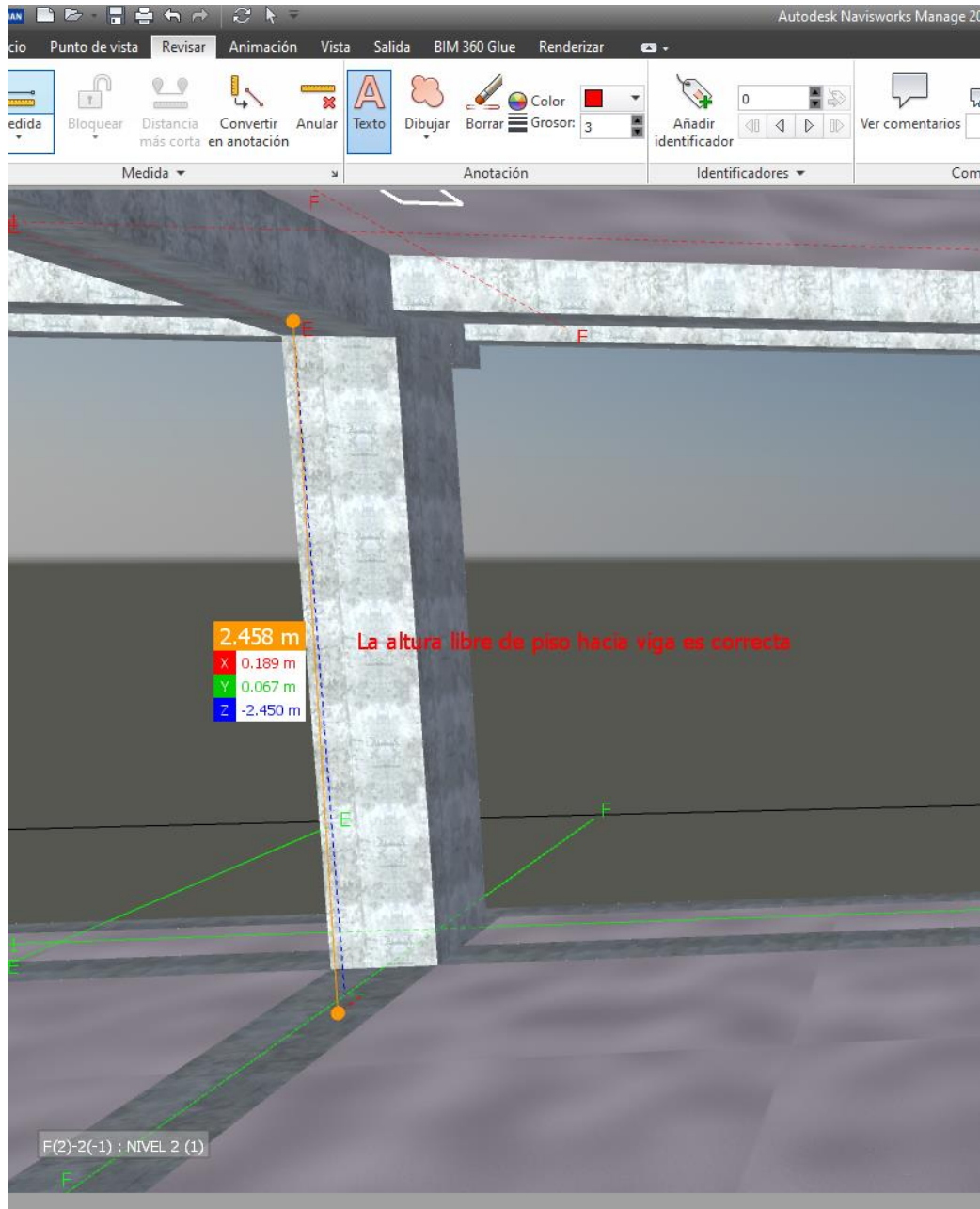


Figura N° 59: Vista dentro del recorrido tomando una medida y agregando una revisión (Fuente: Elaboración Propia).

- Navisworks presenta una opción viable para el diseño adecuado de la programación de proyectos de construcción, para esto mediante nuestro modelo definiremos algunos tipos de tarea predefinidos (Construcción, Demoler y Temporal), pero cada usuario también puede definir sus propios tipos de tarea, además se realizaron representaciones graficas de solo lectura de la programación del proyecto, y puede cambiar entre diagramas de Gantt Planeados, Reales y Planeados respecto a reales.

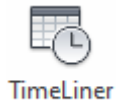


Figura N° 60: Cronograma o TimeLiner en inglés (Fuente: Revit 2023).

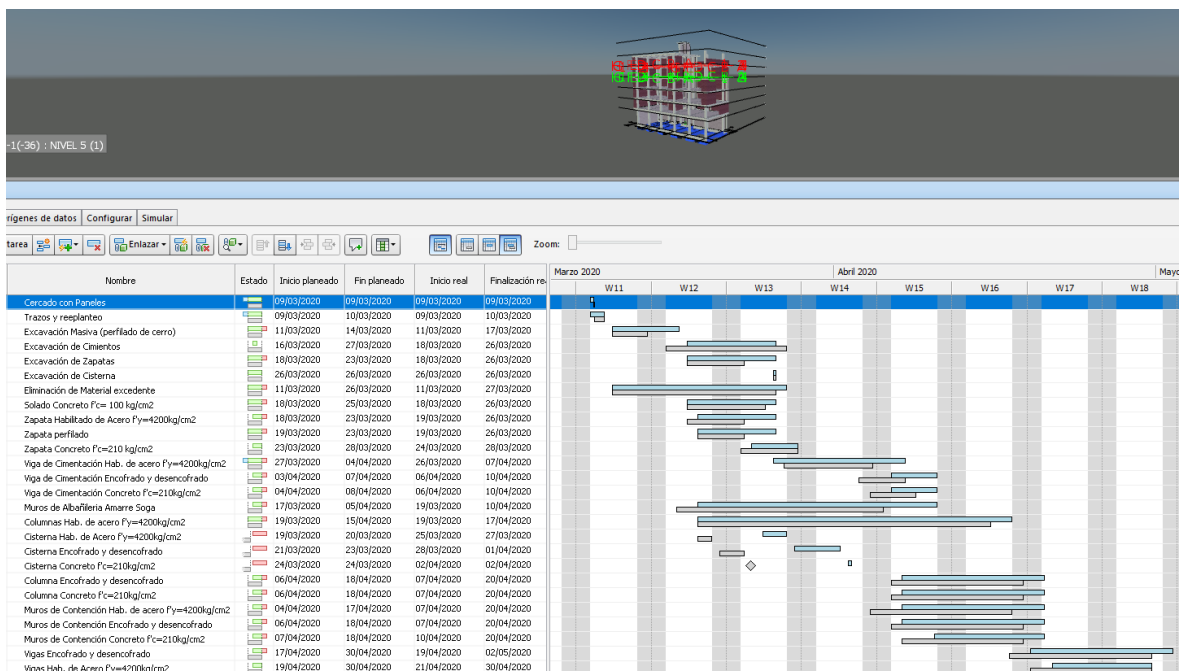


Figura N° 61: Vista del Diagrama Gantt generado en NAVISWORKS (Fuente: Elaboración Propia).

- Para la simulación trabajaremos con conjuntos que enlazaremos a nuestras tareas y así generaremos la simulación.

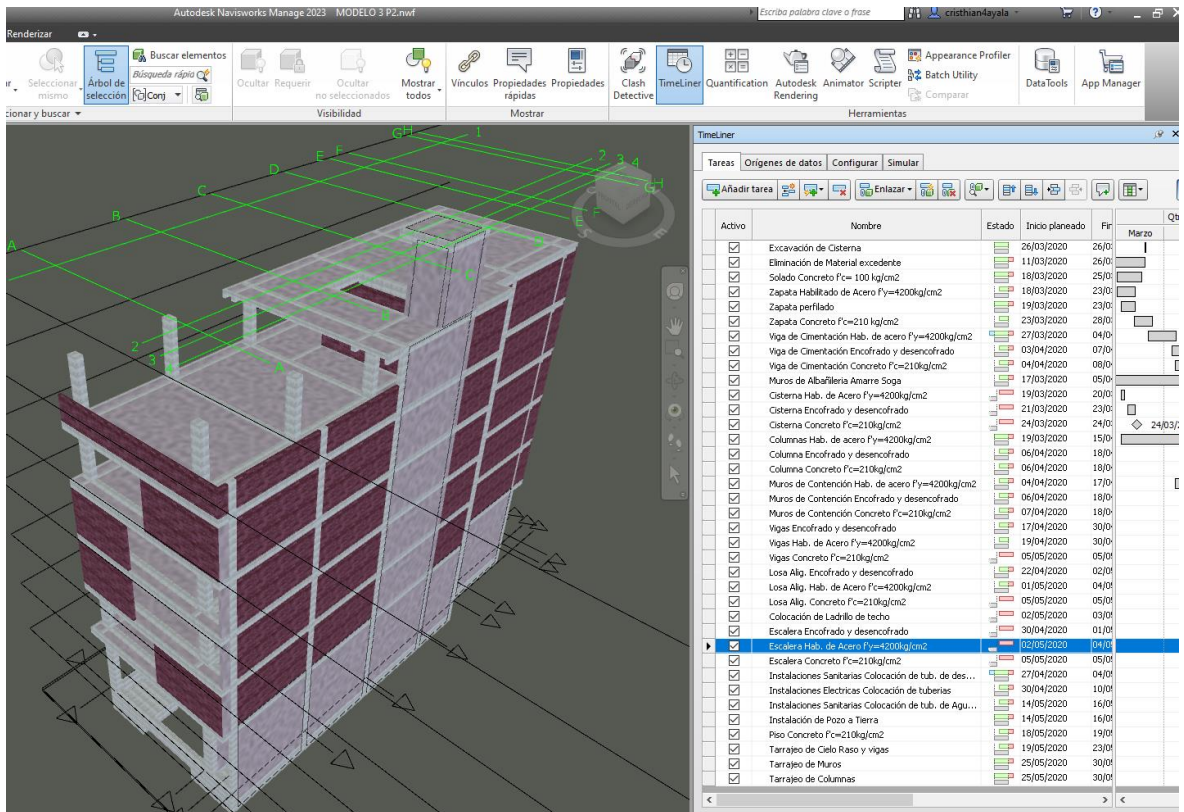


Figura N° 62: Vista de nuestras tareas del Primer nivel (Fuente: Elaboración Propia).

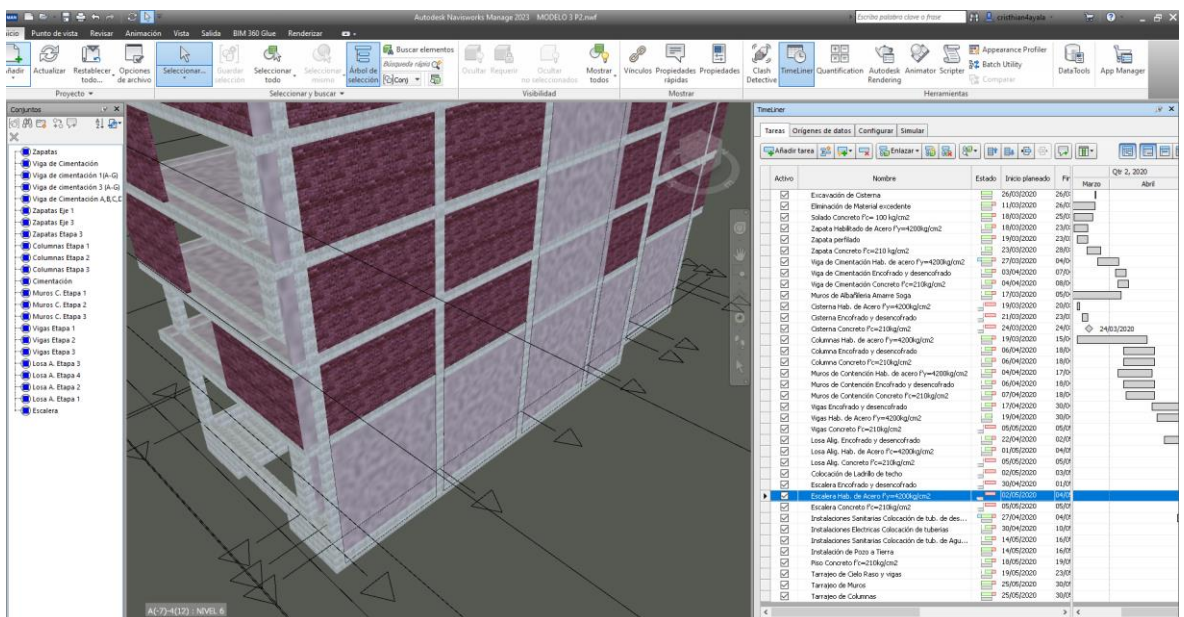


Figura N° 63: Vista de los Conjuntos generados para el Primer nivel (Fuente: Elaboración Propia).

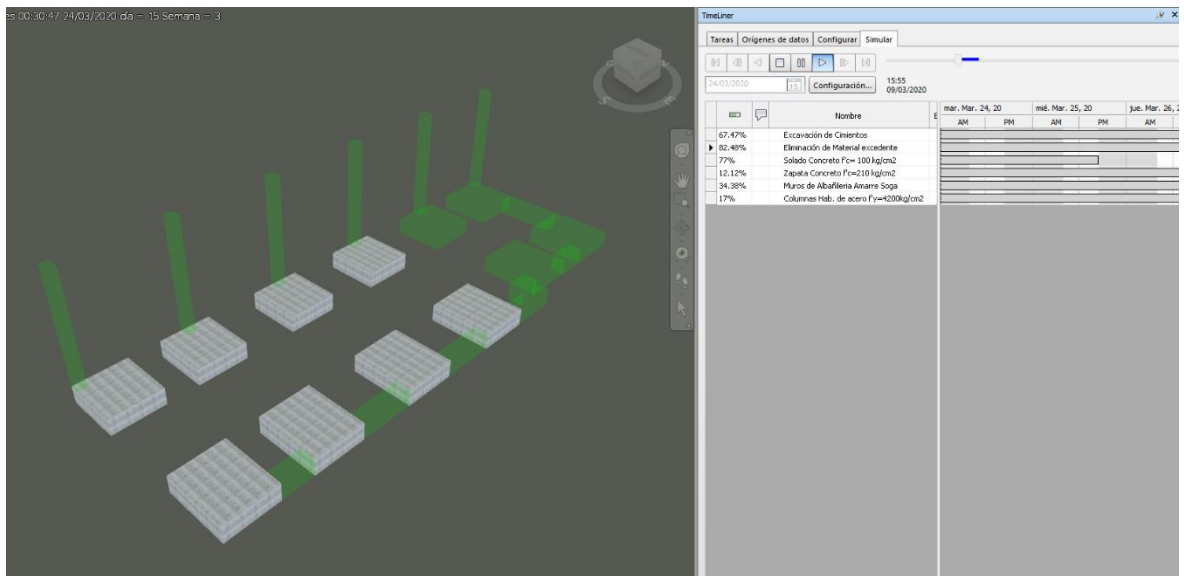


Figura N° 64: Secuencia de ensamblaje de edificación según el cronograma de trabajo. Ejemplo etapa 1 (Fuente: Elaboración Propia).

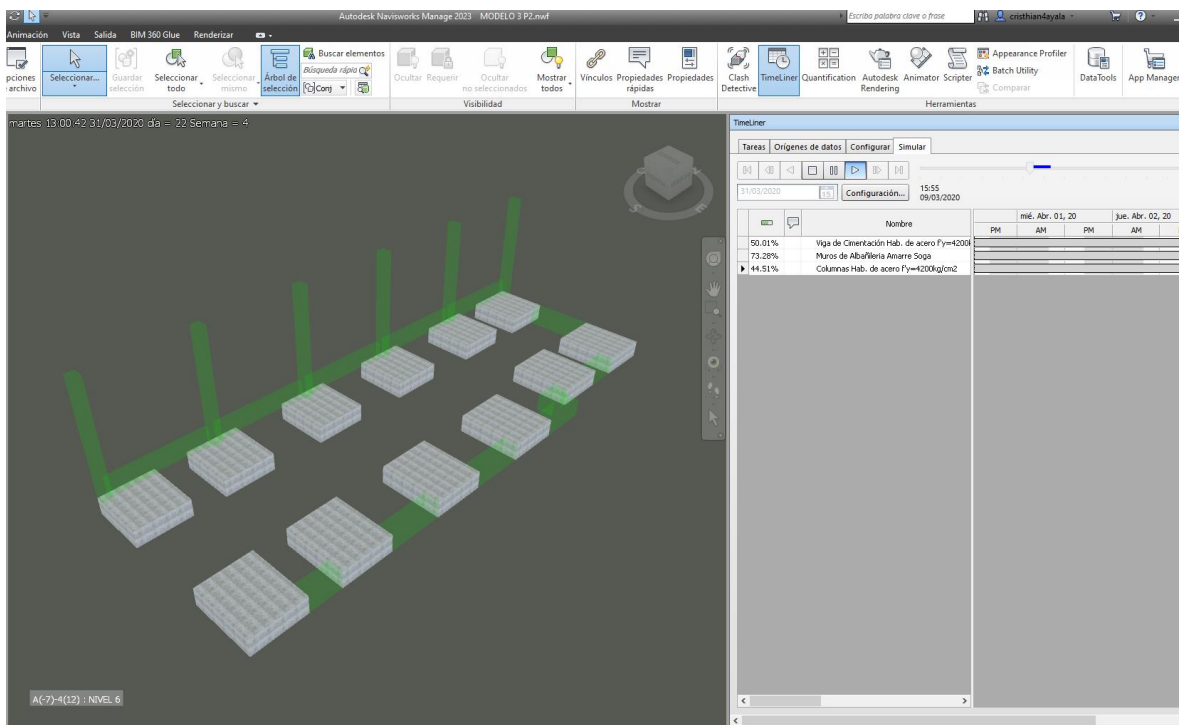


Figura N° 65: Secuencia de ensamblaje de edificación según el cronograma de trabajo. Ejemplo etapa 2 (Fuente: Elaboración Propia).

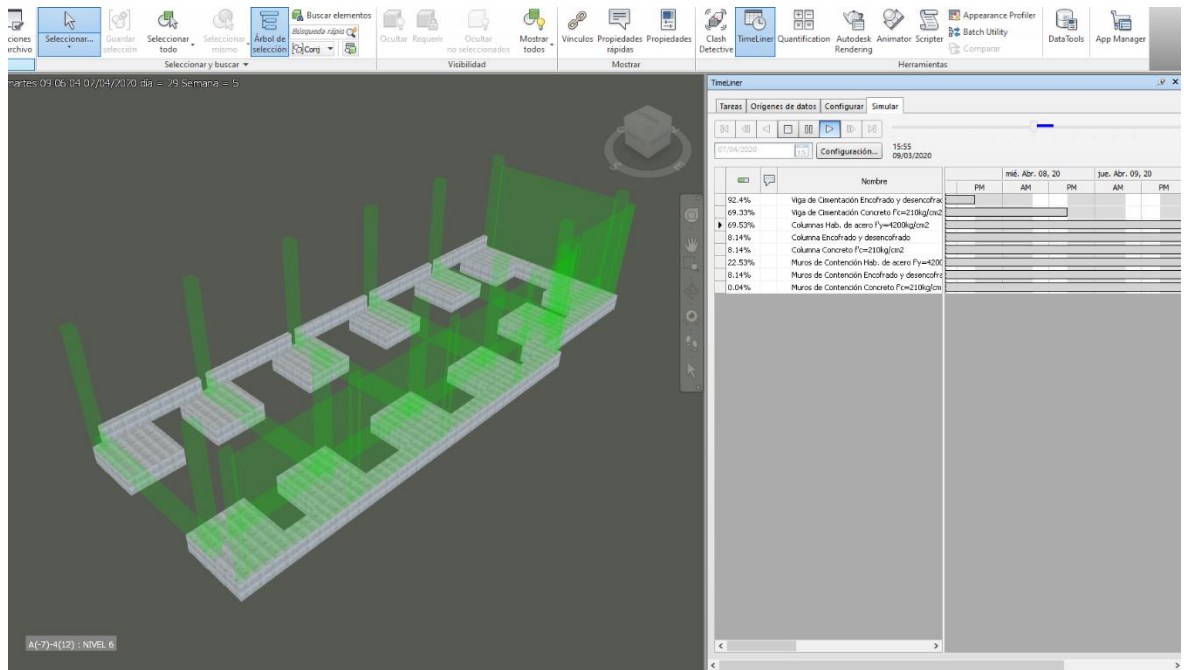


Figura N° 66: Secuencia de ensamblaje de edificación según el cronograma de trabajo. Ejemplo etapa 3 (Fuente: Elaboración Propia).

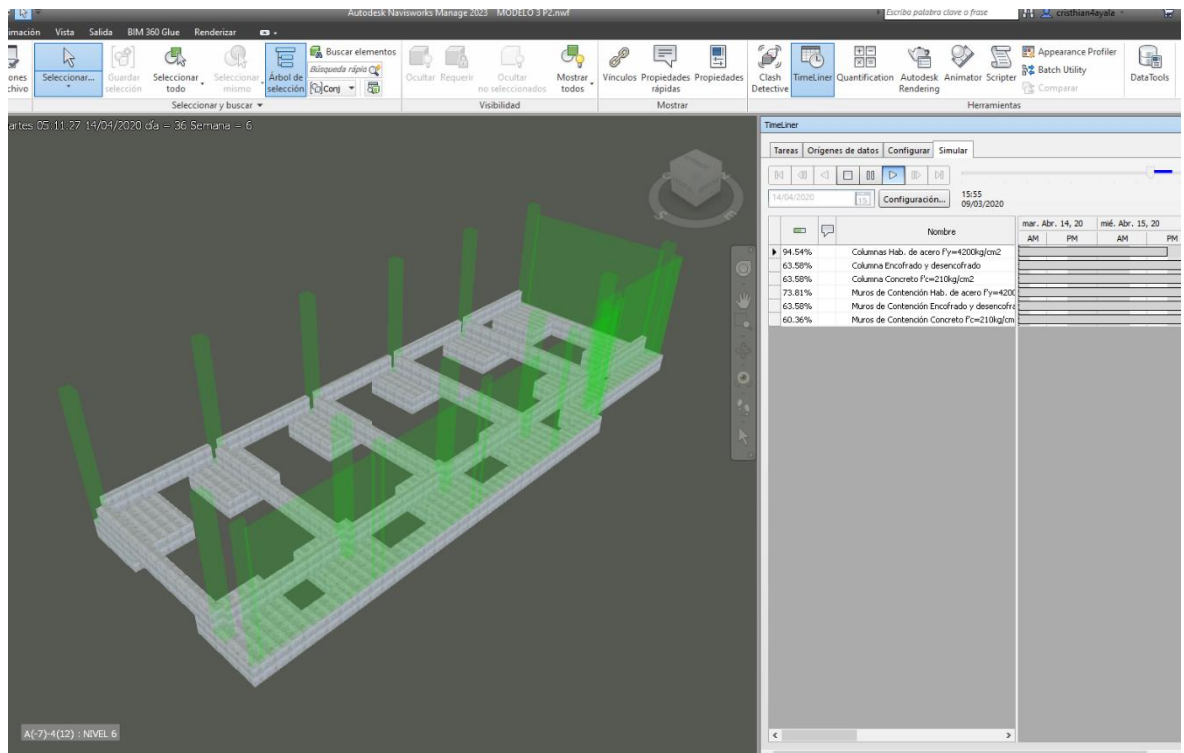


Figura N° 67: Secuencia de ensamblaje de edificación según el cronograma de trabajo. Ejemplo etapa 4 (Fuente: Elaboración Propia).

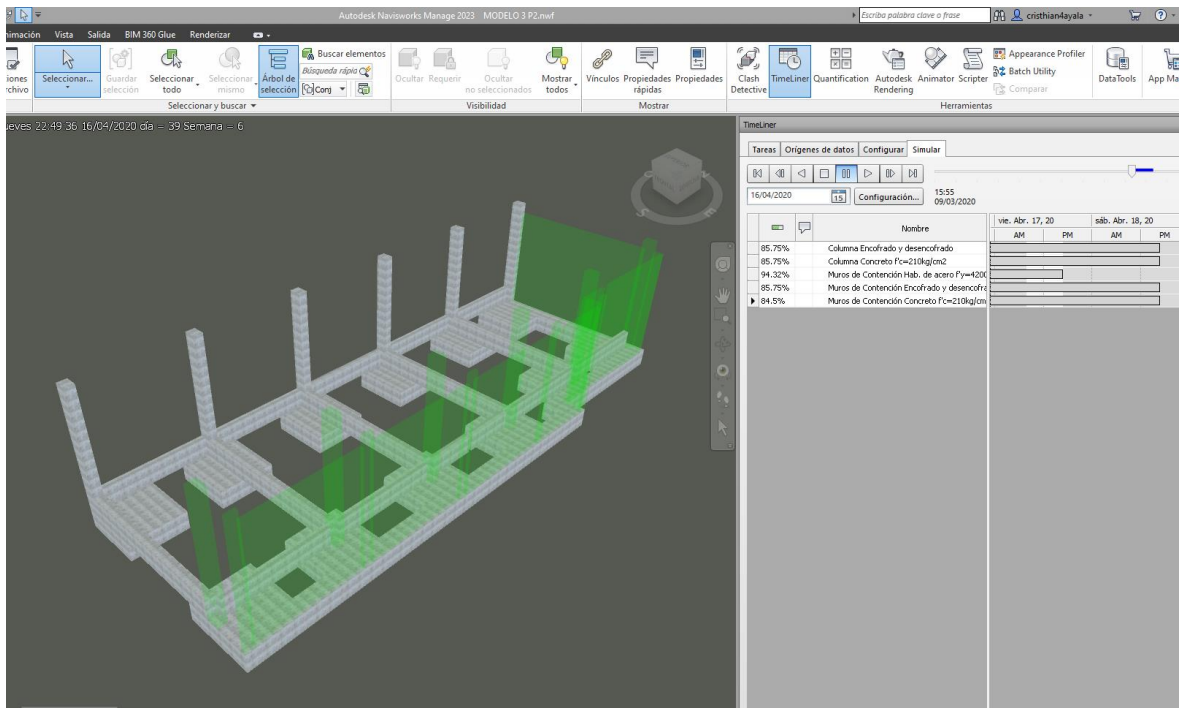


Figura N° 68: Secuencia de ensamblaje de edificación según el cronograma de trabajo. Ejemplo etapa 5 (Fuente: Elaboración Propia).

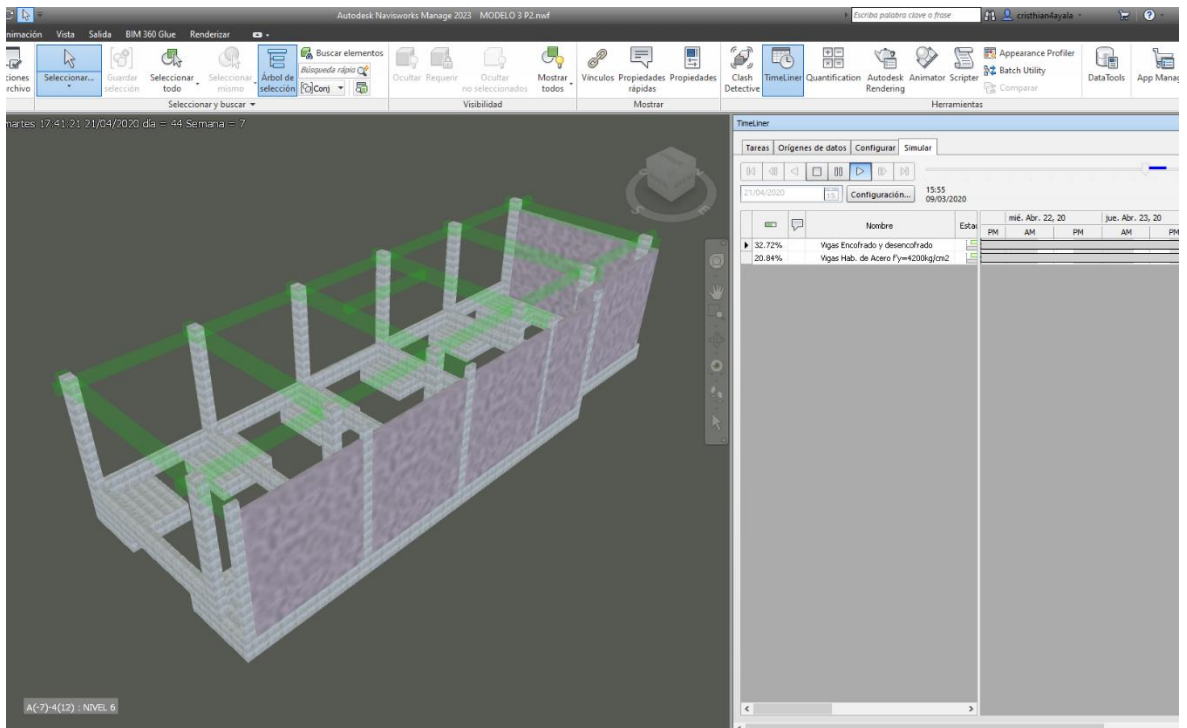


Figura N° 69: Secuencia de ensamblaje de edificación según el cronograma de trabajo. Ejemplo etapa 6 (Fuente: Elaboración Propia).

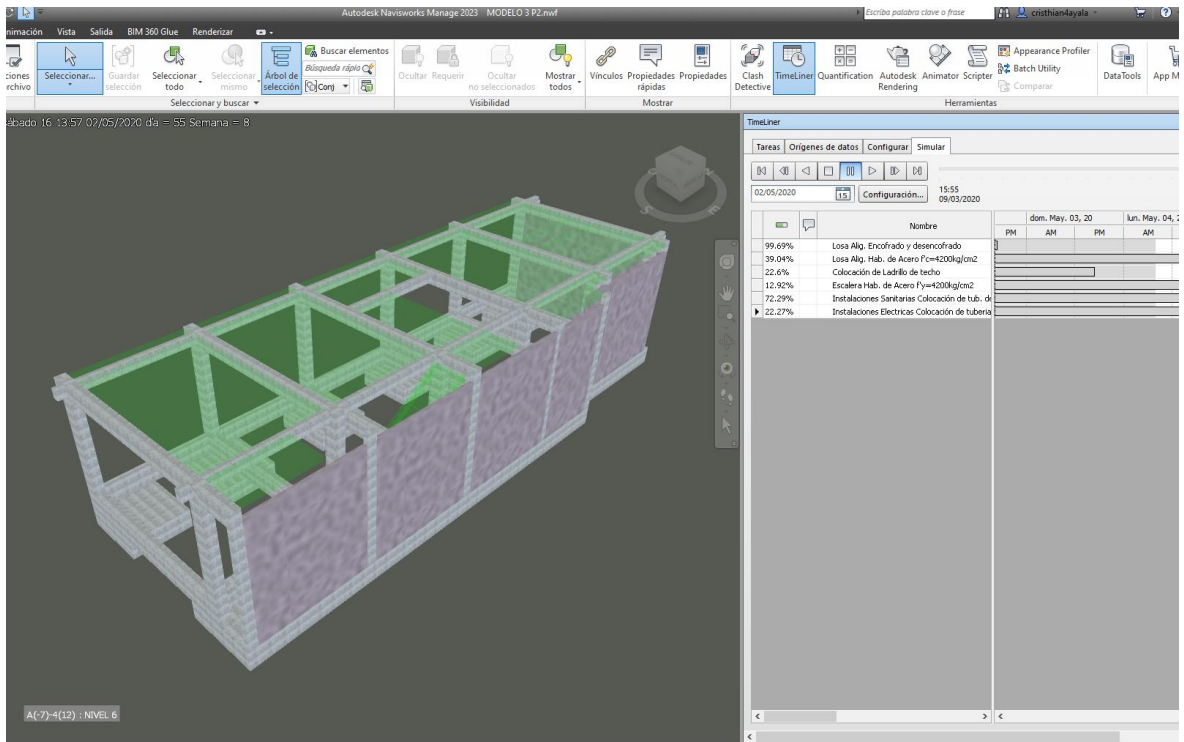


Figura N° 70: Secuencia de ensamblaje de edificación según el cronograma de trabajo. Ejemplo etapa 7 (Fuente: Elaboración Propia).

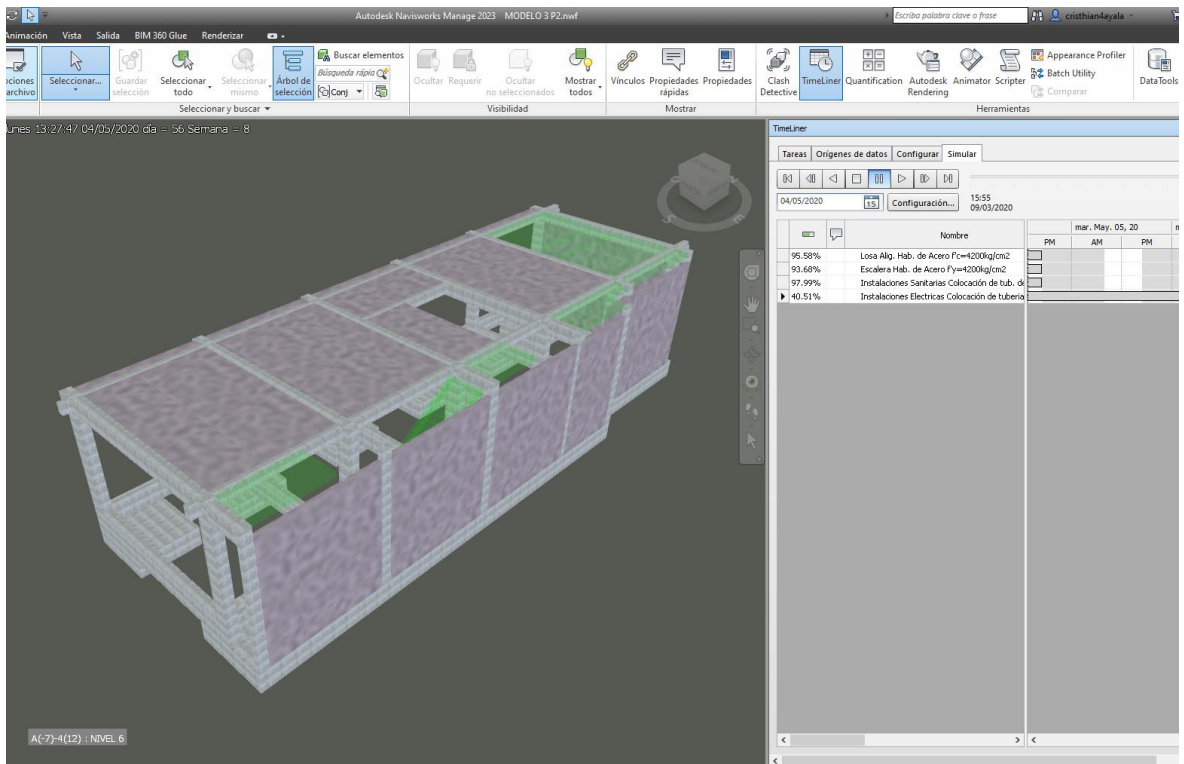


Figura N° 71: Secuencia de ensamblaje de edificación según el cronograma de trabajo. Ejemplo etapa 8 (Fuente: Elaboración Propia).

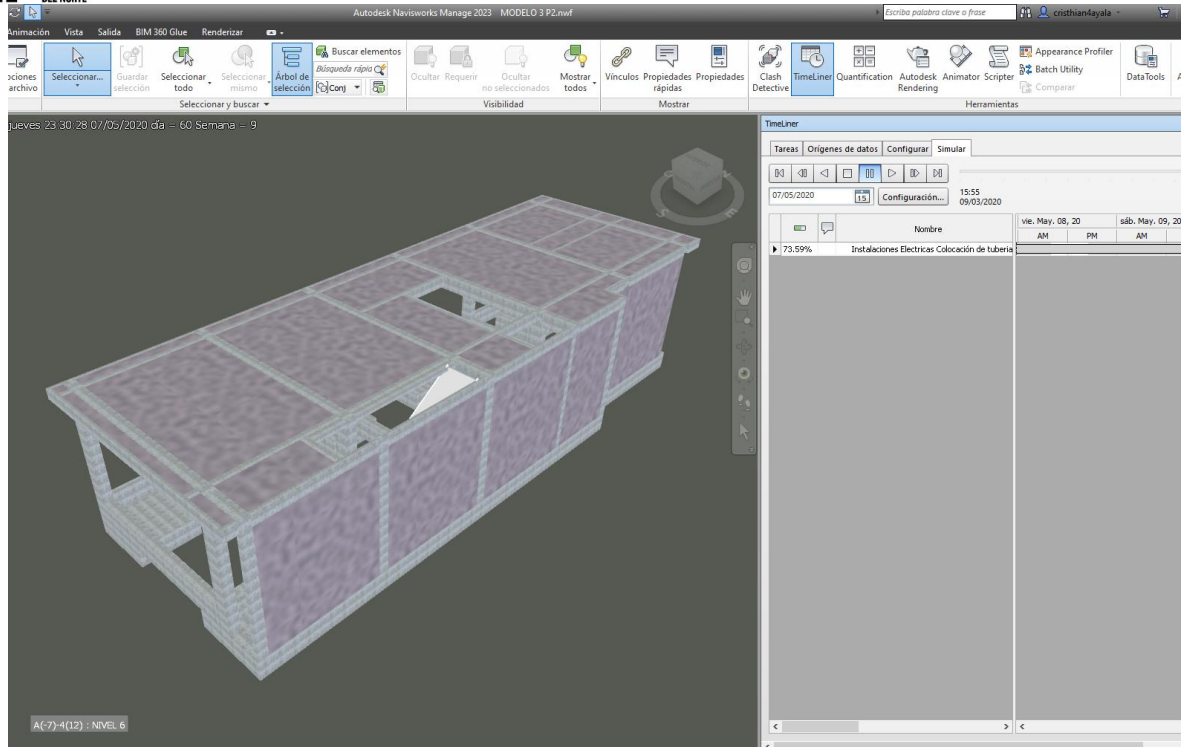


Figura N° 72: Secuencia de ensamblaje de edificación según el cronograma de trabajo. Ejemplo etapa 9 (Fuente: Elaboración Propia).

- Finalmente mencionar que se podrá exportar la simulación a distintos formatos como se muestra en el panel de Exportación de Animaciones.

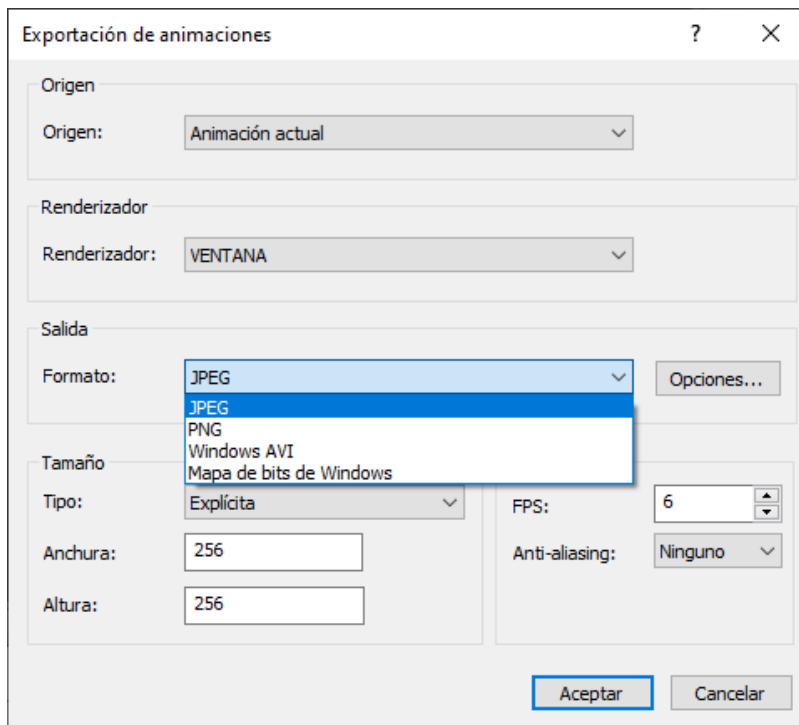


Figura N° 73: Panel de Exportación de animaciones (Fuente: NAVISWORKS 2023).

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

Realizaremos un cuadro comparativo de los resultados obtenidos entre Metrado de empresa A.G. Servicios Generales de Construcción Civil S.A.C. y Proyecto Modelado en REVIT 2023.

Tabla 11: Cuadro Comparativo de Resultados (Fuente: Elaboración propia).

Partida	Descripción	Unid.	METRADO		Diferencia
			A.G.	REVIT	
1	Concreto Armado				
1.1	Zapata				
	Volumen de Concreto	m3	61.632	61.630	0.002
	Peso de Acero	Kg.	1051.680	1424.880	-373.200
1.2	Viga de Cimentación				
	Volumen de Concreto	m3	21.236	21.210	0.026
1.3	Columnas				
	Volumen de Concreto	m3	50.733	55.92	-5.187
	Peso de Acero	Kg.	10753.111	10550.060	203.051
1.4	Muro de Contención				
	Volumen de Concreto	m3	45.554	51.100	-5.546
	Peso de Acero	Kg.	4403.014	4133.320	269.694
1.5	Vigas				
	Volumen de Concreto	m3	114.168	110.000	4.168
	Peso de Acero	Kg.	19227.501	22197.000	-349.695
	Peso de Acero en VC	Kg.	2619.804		
1.6	Losa Aligerada				
	Volumen de Concreto	m3	89.787	84.283	5.504
	Peso de Acero	Kg.	6951.906	6108.260	843.646
	Total Concreto	m3			-1.033
	Total acero	Kg.			593.495

Porcentaje de Error entre Metrado de empresa A.G. Servicios Generales de
Construcción Civil S.A.C. y Proyecto Modelado en REVIT 2023.

Ecuación 3: Porcentaje de Error.

$$\% \epsilon = \frac{(\text{Valor Teórico} - \text{Valor Simulado})}{\text{Valor Teórico}}$$

Tabla 12: Calculo de Porcentaje de Error (Fuente: Elaboración propia).

CALCULO DE PORCENTAJE DE ERROR				
Valor Teórico	Valor Simulado	Valor Teórico - Valor Simulado	$ (Valor Teórico - Valor Simulado) / Valor Teórico$	% de error
61.632	61.630	0.002	3.24507E-05	0.003245067
1051.680	1424.880	-373.200	0.354860794	35.48607942
21.236	21.210	0.026	0.001224336	0.122433603
50.733	55.92	-5.187	0.10224549	10.22454901
10753.111	10550.060	203.051	0.018882964	1.888296397
45.554	51.100	-5.546	0.121744389	12.17443894
4403.014	4133.320	269.694	0.061252048	6.125204792
114.168	110.000	4.168	0.036507603	3.650760283
21847.305	22197.000	-349.695	0.016006317	1.600631741
89.787	84.283	5.504	0.061301089	6.130108882
6951.906	6108.260	843.646	0.121354576	12.13545759

Nuestro resultado muestra que el porcentaje de error es mayor al 1% en el acero por lo que pensaríamos que no es confiable, sin embargo, eso no es así, debido a que como todo proceso presenta ciertos detalles a tener presente: el modelado de acero cruza más de un elemento estructural y también niveles, es por esto que cuenta con menos

parámetros para poderlo ordenar, por esta razón se realizara otro Calculo de error del

Total de Valores y analizaremos los resultados.

Tabla 13: *Calculo de Porcentaje de Error del Total (Fuente: Elaboración propia).*

CALCULO DE PORCENTAJE DE ERROR					
Valor Teórico	Valor Simulado	Valor Teórico - Valor Simulado	(Valor Teórico - Valor Simulado) / Valor Teórico	% de error	
383.110	384.143	-1.033	0.002696663	0.269666347	
45007.015	44413.520	593.495	0.013186719	1.318671883	

Nuestro resultado ha mejorado teniendo un porcentaje no mayor al 2%, por lo que podríamos decir que el Modelado es confiable y demostrando así que la metodología BIM nos permite obtener información rápida y segura.

- a. Sobre cómo influye la implementación de la metodología BIM en el proyecto Policlínico La Paz, ejecutado por la empresa A.G. Servicios Generales de Construcción Civil S.A.C. Ventanilla – 2022.

Influencio de manera positiva proporcionándonos: Información geométrica, físicas, térmicas, etc. de los elementos modelados, metrados, posiciones y otros parámetros; también nos permitió diseñar el Modelo para conocer la proyección del Proyecto en 3D y 4D, por medio de los Diagramas Gantt, Cronogramas y Simulaciones, además esta metodología permite evaluar y revisar el modelo mediante Detectores de interferencias y revisiones en el interior del modelo recorrido, todo este proceso se puede trabajar de forma colaborativo y entiempro real generando trabajo cooperativo entre todos los involucrados.

- b. Sobre el uso de herramientas como Revit y Navisworks en el proyecto Policlínico La Paz, ejecutado por la empresa A.G. Servicios Generales de Construcción Civil S.A.C. Ventanilla – 2022.

Implementar estas herramientas permitieron conocer una nueva opción de Gestión de Trabajo, no fue tomada de la mejor manera por una parte del grupo debido a ser conservadores, querer mantener el proceso tradicional y pensando que generarían incremento en los costos.

Ambas herramientas resultaron excelentes para la obtención de Modelo a Construir en 3D y 4D, información proyectada siendo mayor complejidad la generación del modelo que la obtención de la información, pero a su vez proporcionándonos de otros elementos como son los Diagramas Gantt, Cronogramas, Simulaciones, evaluar y revisar el modelo mediante Detectores de interferencias y revisiones en el interior del modelo recorrido.

- c. Sobre optimizar los costos y tiempos de ejecución en el proyecto Policlínico La Paz, ejecutado por la empresa A.G. Servicios Generales de Construcción Civil S.A.C. Ventanilla – 2022.

Los costos adicionales que se invirtieron en proceso de Diseño y Gestión de Modelo se restó de los costos reducidos en la adquisición de materiales, tiempos de producción y optimización de Gestión del Proyecto.

Para la reducción de estos se usaron los metrados obtenidos en REVIT, en nuestro proyecto se evaluó una comparación con los realizados en una hoja de cálculo (Excel), para comprobar su validez, teniendo resultados confiables.

Los tiempos de producción se redujeron presentando simulaciones de los grupos de trabajo que ejecutaban las distintas partidas, siendo de fácil entendimiento para ellos y permitiendo conocer la proyección de proceso constructivo, esto facilito la secuencia y trabajo colaborativo entre cuadrillas.

También para la gestión se hizo uso del modelo 3D para su revisión y análisis, también del modelo se derivaron cronogramas y simulaciones y finalmente los resultados obtenidos permitieron llevar más control al proceso constructivo.

Se demuestra que la implementación de la Metodología BIM mediante el uso de herramientas como Revit y Navisworks, optimizan los costos y tiempos de ejecución en el proyecto ejecutado por la empresa A.G. Servicios Generales de Construcción Civil S.A.C. Ventanilla – 2022.

Se presento dificultades al momento de transmitir la información a nuestro grupo de trabajo, sin embargo, se vio la mejor forma de orientarlos, mediante asesorías.

El grupo de trabajo ejecutor recibió muy bien la información brindada con la Simulación, esto permitió a que todos entendieran la proyección de como seria nuestro proceso constructivo.

Los procesos presentados no abarcan en su totalidad a la metodología BIM, sin embargo, ayudan a mostrar como las herramientas presentadas influyen en un proceso tradicional, siendo positiva para nuestra experiencia.

El correcto diseño y gestión del Modelo garantizaron que la información obtenida sea confiable.

El diagrama Gantt obtenido en NAVISWORKS facilitó la dirección del Proceso constructivo y se llevó control del Tiempo Planeado y Tiempo Real.

Los tiempos de trabajo se redujeron y en otras partidas se cumplieron las fechas planeadas.

El flujo de trabajo depende directamente de la fase de verificación y análisis, será una opción viable para un diseño correcto de la Programación de Proyectos

el flujo de trabajo en planificación de proyectos en BIM. Esta etapa depende directamente de la fase “Verificación y análisis (Control de calidad del modelo). En esta se presenta una opción viable para el diseño adecuado de la programación de proyectos de construcción según la información generada en el modelo BIM estructural corregido, la relación entre la carta Gantt y la visualización de las actividades del modelo BIM. (Morales, 2017)

Los Modelos 3D realizados en REVIT permitió derivar con facilidad planos estructurales con vistas de secciones que no contaban los planos originales, esto ayudó a la mejor comprensión de su diseño.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Primero: En este trabajo de suficiencia profesional Se demuestra que la implementación de la Metodología BIM mediante el uso de herramientas como Revit y Navisworks, optimizan los costos y tiempos de ejecución en el proyecto ejecutado por la empresa A.G. Servicios Generales de Construcción Civil S.A.C. Ventanilla – 2022.

Segundo: Se determino cómo influye la implementación de la metodología BIM eficiente en el proyecto Policlínico La Paz, ejecutado por la empresa A.G. Servicios Generales de Construcción Civil S.A.C. Ventanilla – 2022.

Tercero: La implementación de la metodología BIM afecto positivamente el proyecto Policlínico La Paz, ejecutado por la empresa A.G. Servicios Generales de Construcción Civil S.A.C. Ventanilla – 2022.

Cuarto: Los metrados en REVIT son directos, es por esto la importancia de un correcto modelado, este expresara a precisión el cálculo de materiales.

Quinto: Es importante conocer como expresa REVIT los elementos modelados, para así entender los resultados obtenidos.

Sexto: REVIT tiene mucha precisión en los resultados obtenidos del volumen y área.

Séptimo: Es necesario aprovechar las herramientas BIM para beneficiarnos del alto potencial de soluciones de diseño a pesar de la complejidad del uso de estas.

Octavo: El Modelado de Acero es complejo porque como material cruza más de un elemento estructural y niveles, es por esto que cuenta con menos parámetros para poderlo ordenar, además debemos crear parámetros que nos ayude a calcular su peso.

Noveno: Los resultados obtenidos dieron más confianza para adquirir los materiales para la ejecución del Proyecto.

Decimo: La información adquirida del Modelo permitió llevar más control en las valorizaciones.

Undécimo: NAVISWORKS, cuenta con gran interoperabilidad con la que cuenta este programa, pues nos permite gestionar el modelo generado de REVIT y otros softwares.

Duodécimo: Las opciones de revisiones y mediciones que ofrecen las herramientas BIM optimizan la realización de los Cronogramas o Timeliner en ingles debido al trabajo colaborativo y a tiempo real en sus plataformas.

Décimo Tercero: NAVISWORK nos proporciona de manera rápida la obtención de un Diagrama Gantt el cual se vincula con nuestro modelo para la realizar la simulación.

Décimo Cuarto: Es importante tener experiencia en campo para evaluar la secuencia cronológica de los trabajos tanto para la realización del Diagrama Gantt como para una correcta simulación.

Décimo quinto: Un correcto modelamiento y gestión del mismo garantiza que la información obtenida sea confiable, así daremos una opción válida y evitar que datos obtenidos en otros proyectos tengan que ser revisados manualmente, sin embargo, esto no implica el no llevar control de nuestros resultados.

Décimo sexto: Se presentaron dificultades en el momento de transmitir la información a nuestro grupo de trabajo, debido al desconocimiento de esta metodología y buscar el continuismo del proceso tradicional.

Décimo Séptimo: Las herramientas BIM presentadas en este informe cuenta con gran interoperabilidad entre sí, pero aún falta mejorar esta capacidad técnica con otros programas, para que la información no tenga problemas de comunicación y coordinación que puedan afectar los distintos procesos.

Décimo Octavo: Importante mencionar que en la metodología BIM existe más complejidad en la realización de los Modelos que en la obtención de información resultada de estos.

Décimo Noveno: REVIT y NAVISWORKS no son las únicas herramientas BIM que se puedan usar para esta Metodología existen otras que también son muy eficientes.

Vigésimo: Para obras pequeñas o medianas como la realizada en este proyecto no es necesario contar con un gran grupo de modeladores, la metodología BIM puede aplicarse sin diferencia del tamaño de Proyecto.

Vigésimo Primero: Los metrados presentados no implican que otros materiales no puedan ser calculados, existe variada de procesos y cálculos que se pueden realizarse con la metodología BIM para su obtención.

Recomendaciones

- Se recomienda tener la mayor precisión cuando se realice el modelado.
- Cuando se trabaje en un Proyecto estructural se debe evitar importar documentos de AutoCAD a REVIT, debido a que se producen imprecisiones cuando se modelan objetos con las plantillas, se recomienda trabajar con ejes y niveles.
- Modelar el acero de refuerzo siempre ha sido una discusión constante entre los modeladores BIM, un grupo defiende realizarlo y otros dicen que no vale la pena, porque consume tiempo y es complejo; Es recomendable realizar cortes a los elementos estructurales y trabajar en diferentes vistas para mayor precisión.
- Todo elemento estructural debe tener sus propiedades mecánicas definidas en los materiales y el nombre de estos debe reflejar el método constructivo como sus propiedades físicas, REVIT cuenta con elementos que ya tienen sus propiedades determinadas, además te brinda una lista de materiales con sus propiedades que se pueden utilizar.
- Se debe realizar un correcto nombrado de familias, tipologías y parámetros porque a partir de esto se va a generar información más precisa, para Metrados de materiales, por ejemplo.
- Se recomienda realizar importación de información obtenidas del Modelado a hojas de cálculo, para tener más facilidad al compartir con los demás involucrados.

- Evitar descargar muchas familias a tu proyecto, saturará tu modelo y será más pesado y lento.
- Se recomienda modelar con muchas pocas pestañas abiertas, debido a que cada una va reduciendo el rendimiento del programa.
- Para usar REVIT se recomienda trabajar con una buena memoria RAM y grafica mediana, para evitar colapsos cuando ejecutemos el software.
- Aplicar a otros tipos de proyectos no importa la magnitud de estos, la metodología BIM es aplicable y confiable como se demostró.
- Utilizar todos los documentos de guía de otros Modeladores BIM.
- Es importante conocer el árbol de selección que incluye todos los elementos modelados y también saber determinar cuáles son las agrupaciones de los materiales para hacer las vinculaciones con las tareas y generar las simulaciones.
- El encargado de administrar la información mediante las herramientas BIM debe ocuparse de coordinar a todos los interesados e involucrados en el proyecto, así como la información que se maneja en dichas herramientas. (Morales, 2017).

REFERENCIAS

- Jiménez, A. (2018). *Guía para la elaboración del Plan de Ejecución BIM*.
- Umit, I. & Jason, U. (2010). *Una sinopsis del Manual de investigación sobre la construcción Modelado de información*.
- BIM Implementación España. (2018). *Guía para la elaboración del Plan de Ejecución BIM*.
- CAPECO. (2014). *Protocolos BIM*. Lima: Real 3.
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2021). *Guía Nacional BIM. Gestión de la información para inversiones, 29-34*.
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2021). *Nota Técnica de Introducción BIM. Plan BIM Perú, 21-22*.
- Morales, R. J. (2017). *Aplicación de la metodología BIM (Modelación de la Información en la Construcción) a un proyecto de interés social*.
- R. (2018, 13 septiembre). *¿Qué es Navisworks y para qué sirve esta herramienta? Escuela ESDIMA*. <https://esdima.com/que-es-navisworks-y-para-que-sirve-esta-herramienta/>
- Introducción a la Metodología BIM - Capitulo de Ingeniería Civil CIP CD Lima. (2020, 22 marzo). *YouTube*. <https://www.youtube.com/watch?v=3gsy4JythzE>
- Error porcentual*. (2021, 4 febrero). *Euclides*. <https://euclides.org/error-porcentual/>

ANEXOS

Anexo N° 1: Fotografía de la Fachada actual del Proyecto Policlínico "La Paz"



Anexo N° 2: Cercado del Terreno a ejecutar.



Anexo N° 3: Fotografía de Movimiento de Tierra en talud de cerro.



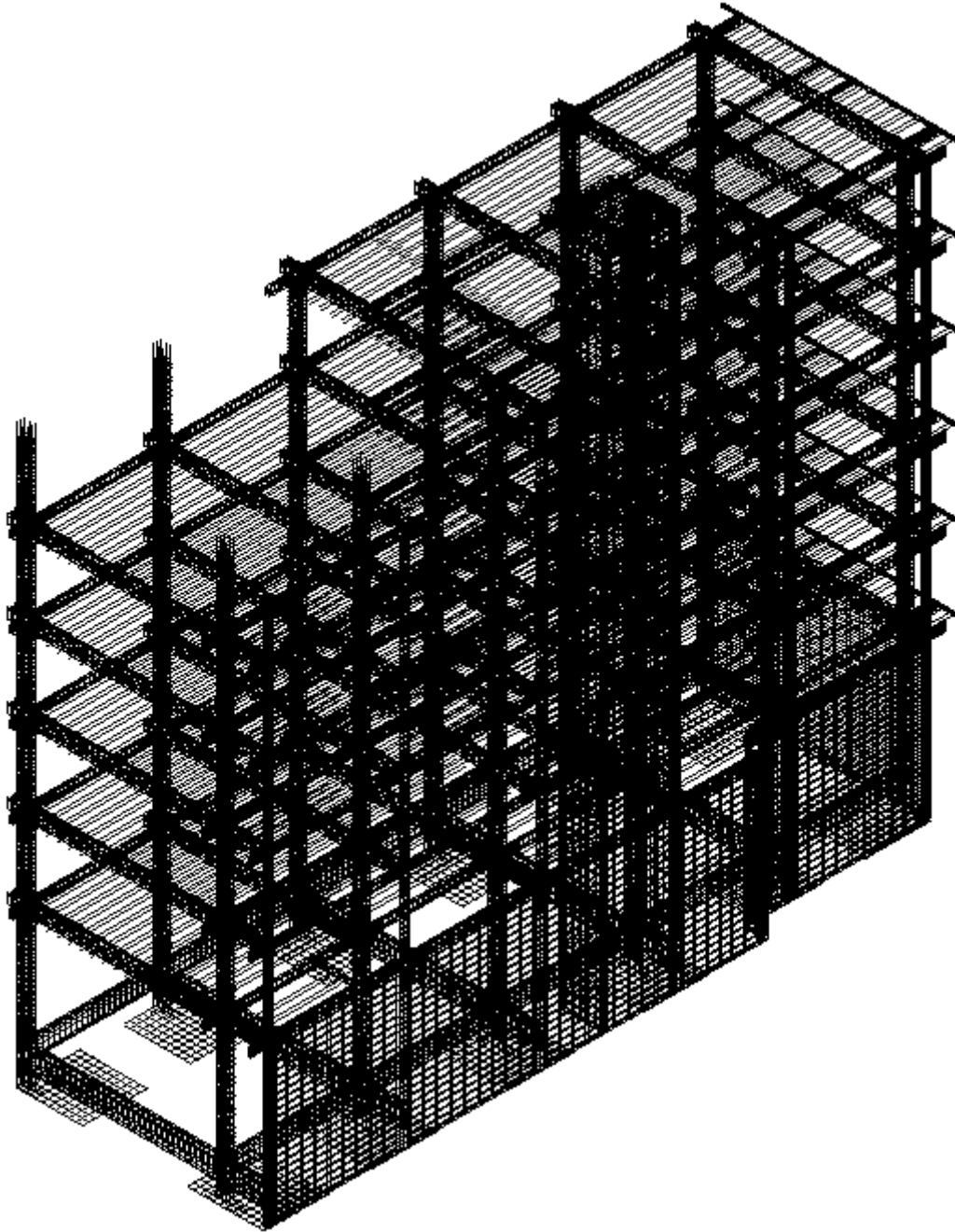
Anexo N° 4: Fotografía del Habilitado de acero en Viga Cimentación.



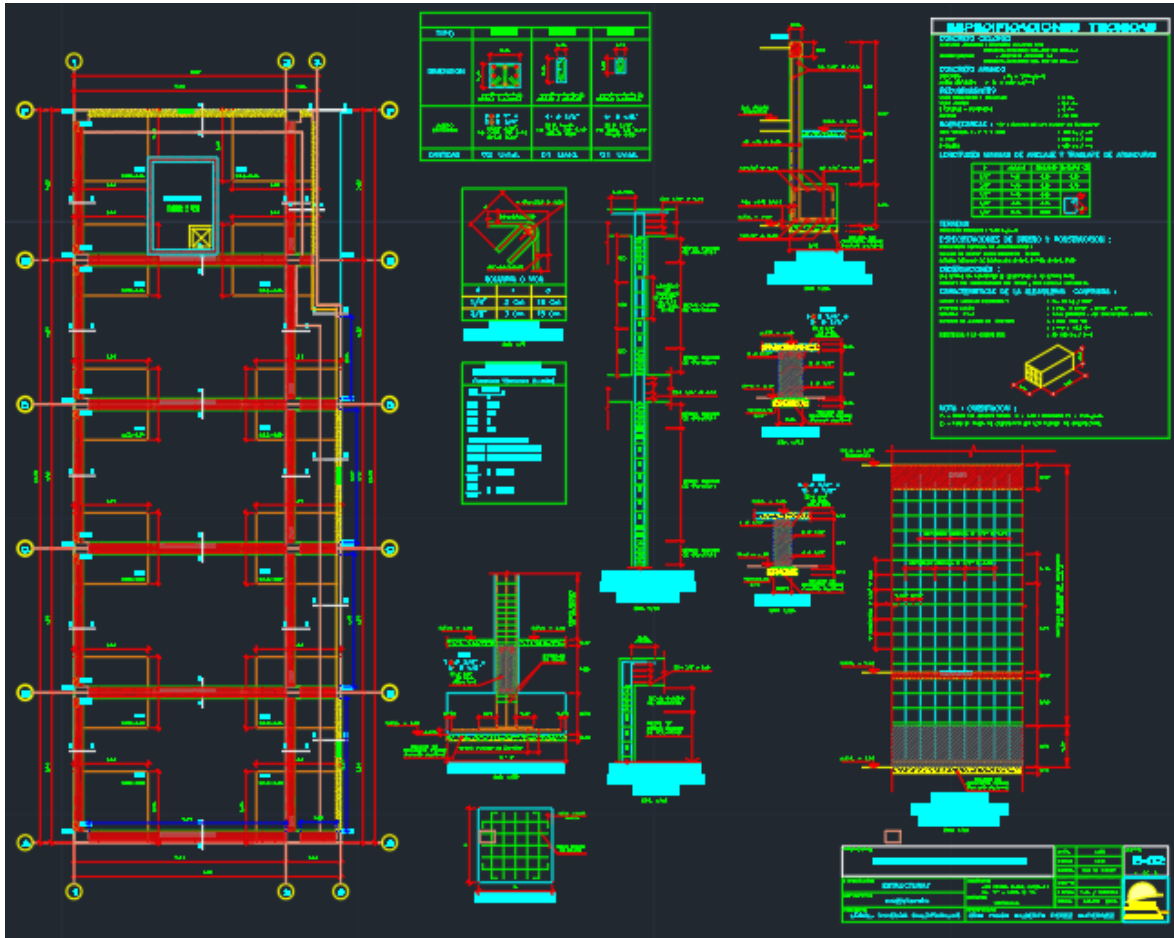
Anexo N° 5: Fotografía Etapa de Colocación de Concreto en Losa Aligerada.



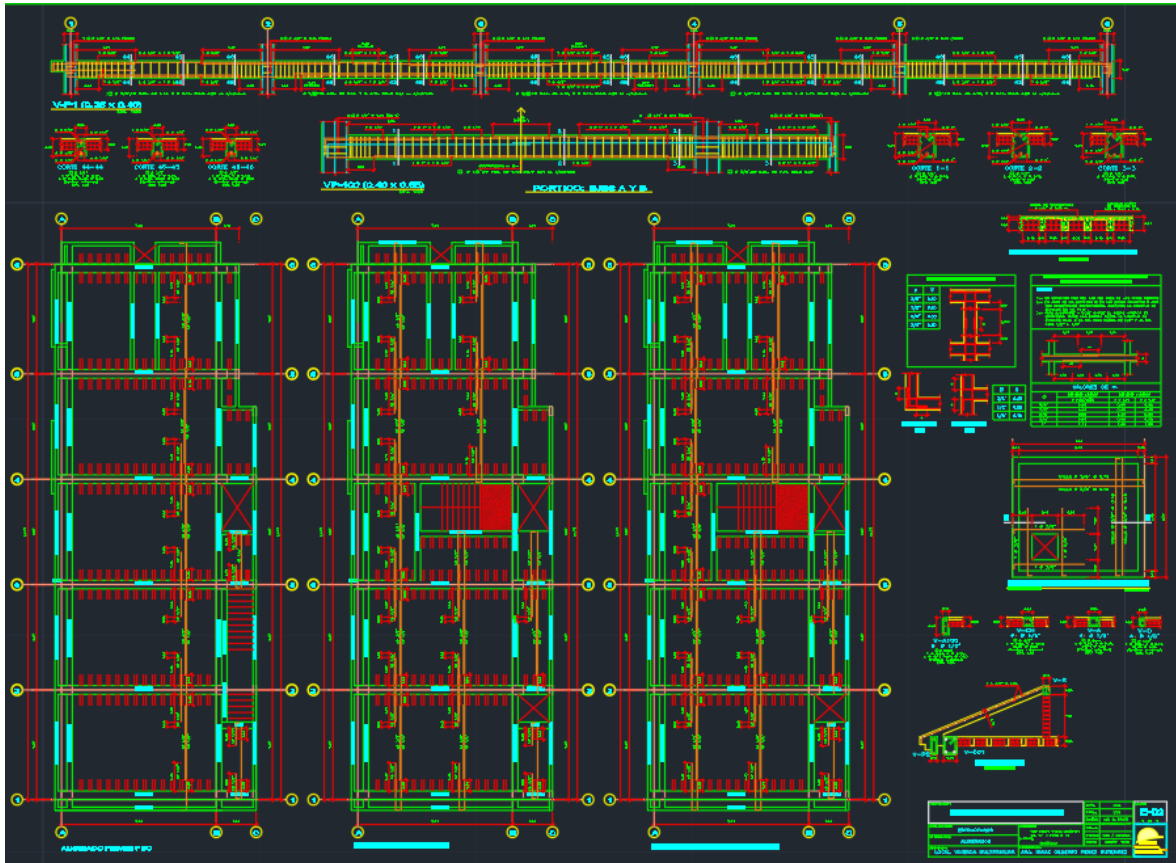
Anexo N° 6: Captura del Acero Modelado en el Proyecto.



Anexo N° 7: Captura de Plano de Cimentación del Proyecto Local, Vivienda Multifamiliar.



Anexo N° 8: Captura de Plano de Aligerado del Proyecto Local, Vivienda Multifamiliar.



Anexo N° 9: Captura de Plano de Arquitectura del Proyecto Local, Vivienda Multifamiliar.

