

Facultad de Tecnología de la Construcción

“DISEÑO DEL PROYECTO “CISTERNA DE AGUA PARA UN SISTEMA CONTRAINCENDIOS EN EL LABORATORIO EPIDEMIOLOGICO REGIONAL DE ESTELÍ, 2023” EMPLEANDO EL SOFTWARE REVIT Y NAVISWORK”

Trabajo Monográfico para optar al título de Ingeniero civil

Elaborado por:

Br. Elián José
Aguilar López
Carnet: 2018-0128N

Tutor:

Br. Keneth Iván
Pérez Vásquez
Carnet: 2018-0109N

MSc. Ana Rosa López
Olivas

07 de febrero de 2024
Managua, Nicaragua

Dedicatoria.

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerzas para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A nuestros padres, Iván Pérez, Ana Vásquez, Álvaro Aguilar y Silvia López les agradecemos su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ellos hemos logrado llegar hasta aquí y convertirnos en lo que somos. Es un orgullo y privilegio el ser sus hijos y en este momento al culminar esta etapa, queremos devolver un poco de lo mucho que nos han dado.

A nuestra amiga Ing. Katering Martínez por estar siempre presente, acompañándonos y por el apoyo moral, que nos brindó a lo largo de esta etapa de nuestras vidas. A todas esas personas que nos han apoyado, tíos, abuelos y hermanas a todas ellas, que han facilitado nuestro trabajo con su granito de arena permitiendo se realice con éxito; hoy les dedicamos.

Agradecimiento.

Nos gustaría agradecer en estas líneas la ayuda de muchas personas y colegas nos han prestado durante el proceso de investigación y redacción de este trabajo. En primer lugar, quisiéramos agradecer a nuestros padres que nos han ayudado y apoyado en todo momento, nuestra tutora, Ing. Ana Rosa López Olivas, por habernos orientado en todo lo que necesitamos, gracias por sus consejos, siendo un pilar indispensable para el desarrollo de nuestro trabajo.

Así mismo, deseamos expresar el reconocimiento a la Universidad Nacional de Ingeniería UNI-RUACS por ser la sede de todo el conocimiento adquirido en estos años, docentes y amigos el día de hoy les agradecemos.

Resumen.

El presente trabajo tiene como objetivo presentar el diseño, programación y el costo y presupuesto para el Proyecto “Cisterna de agua para un sistema contraincendios en el Laboratorio Epidemiológico Regional de Estelí, 2023”. Este proyecto propone la construcción de una cisterna que cuenta con dos tanques de almacenamiento de agua y una cámara de succión.

El presente trabajo consta de cuatro capítulos:

Capítulo I: Aborda las generalidades del proyecto, incluyendo los objetivos y el marco teórico.

Capítulo II: Aborda todo lo referente a la creación del modelo Revit y la obtención de las cantidades de obra del proyecto hasta determinar el presupuesto del mismo.

Capítulo III: Aborda la programación de obras que conforman el proyecto. Presenta la calendarización, Red de actividades, Diagrama de Gantt y Programación con MS Project.

Capitulo IV: Contempla las Conclusiones y Recomendaciones del trabajo.

El trabajo presenta la determinación de cantidades de obra que permiten conocer los costos totales del proyecto, y obtener el presupuesto de la obra, seguido de la programación de actividades, así como el tiempo de las diferentes etapas del mismo, haciendo uso de herramientas tecnológicas modernas. Se introduce el uso de Autodesk Revit y Autodesk Navisworks, que permiten realizar modelos que llevan consigo información del proyecto; se trata de programas con un motor de cambios paramétricos con una base de datos relacional que gestiona y coordina la información necesaria para el modelado del diseño arquitectónico, la construcción y la ingeniería de un edificio, incluyendo todas las especialidades.

INDICE

CAPÍTULO I: GENERALIDADES	1
1.1. Introducción.....	1
1.2. Antecedentes.	2
1.3. Justificación.....	3
1.4. Objetivos.	4
1.4.1. Objetivo General.....	4
1.4.2. Objetivos Específicos.....	4
1.5. Marco teórico.....	5
1.5.1. Generalidades.....	5
1.5.2. Ciclo de vida de un Proyecto.	5
1.5.3. Cisterna.	6
1.5.4. Modelado de información de construcción.....	7
1.5.5. Autodesk Revit.....	8
1.5.6. Autodesk Navisworks.....	8
1.5.7. Presupuesto.....	8
1.5.8. Definición de TAKE OFF.	10
1.5.9. Catálogo de etapas y sub – etapas.....	10
1.5.10. Sistemas constructivos.	10
1.5.11. Programación de obras.....	10
1.5.12. Microsoft Project.	11
1.5.13. Duración de las actividades.	11
1.6. Diseño metodológico.	13
1.6.1. Técnicas, procedimientos e instrumentos de recolección.....	13
CAPITULO II: CREAR EL MODELO DE LA CISTERNA EN EL SOFTWARE REVIT.	16
2.1. Guía de creación de modelo Revit.	16
2.2. TAKE-OFF (cantidades de obra) determinadas a partir del modelo Revit	18
2.2.1. Preliminares.....	18
2.2.2. Fundaciones	20
2.2.3. Estructura de concreto muro.....	25

2.2.4. Estructura de losa superior.	28
2.2.5. Estructura Metálica.	29
2.2.6. Acabados.....	32
CAPITULO III: ELABORAR PRESUPUESTO BASE PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO	34
3.1. Elaboración de costos unitarios.....	34
3.1.1. Costos unitarios manos de obra.	34
3.1.2. Costos unitarios de materiales y equipos.	34
3.1.3. Integración de costo unitario.....	34
3.1.4. Costos directo.....	53
3.1.5. Costo indirecto.....	55
3.2. Presupuesto.	56
CAPITULO IV: ESTRUCTURAR LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO HACIENDO USO DEL SOFTWARE NAVISWORKS.	50
4.1. Planificación de Proyecto.	58
4.1.1. Guía de obtención de duración para Etapa Preliminares.....	59
4.2. Construcción haciendo uso del software Navisworks.....	73
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	66
5.1. Conclusiones.....	74
5.2. Recomendaciones.....	75
BIBLIOGRAFIA.....	76
ANEXOS.....	77

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Limpieza inicial.....	18
Tabla 2 Niveletas simples y dobles.....	19
Tabla 3 Niveletas simples y dobles, factor desperdicio.....	19
Tabla 4 Niveletas simples y dobles, medidas estándar de la madera.....	19
Tabla 5 Niveletas simples y dobles, clavos.....	19
Tabla 6 Excavación Estructural.....	20
Tabla 7 Volumen de concreto mejoramiento piedra bolón.	21
Tabla 8 Volumen de concreto porcentaje.....	21
Tabla 9 Volumen de concreto losas de cimentación.	21
Tabla 10 Relleno y Compactación.	21
Tabla 11 Acero de refuerzo estribos.	22
Tabla 12 Acero de refuerzo varillas.....	22
Tabla 13 Acero de refuerzo armadura fundaciones.	23
Tabla 14 Acero de refuerzo resumen.....	23
Tabla 15 Formaletas piedra bolón.	24
Tabla 16 Formaleta losa de cimentación.	24
Tabla 17 Formaleta fundaciones.....	24
Tabla 18 Desalojo del material sobrante.....	25
Tabla 19 Acero de refuerzo muros.....	25
Tabla 20 Formaleta para muros externos.	26
Tabla 21 Formaleta para muro internos.	26
Tabla 22 Formaleta para muros.....	26
Tabla 23 Concreto muro.	27
Tabla 24 Acero refuerzo losa superior.	28
Tabla 25 Formaleta losa superior.....	28
Tabla 26 Concreto losa superior.	29
Tabla 27 Vigas metálicas.	29
Tabla 28 Clavadores de techo.	30
Tabla 29 Cubierta de Lamina Ondulada C26.....	31
Tabla 30 Estructura de Caseta	31

Tabla 31 Cerramiento Metálico	31
Tabla 32 Piqueteo externo.....	32
Tabla 33 Piqueteo losa superior	32
Tabla 34 Piqueteo interno	32
Tabla 35 Mortero y recubrimiento	32
Tabla 36 Mortero y recubrimiento muros internos.....	32
Tabla 37 Mortero y recubrimiento losa inferior.....	33
Tabla 38 Mortero y recubrimiento losa superior.....	33
Tabla 39 Mortero y recubrimiento caras externas.....	33
Tabla 40 Limpieza inicial detalle.	35
Tabla 41 Limpieza inicial resultados porcentuales.....	36
Tabla 42 Costo unitario limpieza inicial.....	37
Tabla 43 Costo unitario trazo y nivelación.	37
Tabla 44 Costo unitario construcciones temporales.	38
Tabla 45 Costo unitario excavación estructural.	38
Tabla 46 Costo unitario nivelación, conformación de excavación.....	39
Tabla 47 Costo unitario mejoramiento de ciclópeo.	39
Tabla 48 Costo unitario acero de refuerzo.....	40
Tabla 49 Costo unitario formaleta para losa de fundación.....	40
Tabla 50 Costo unitario concreto 210 <i>kg/cm²</i>	41
Tabla 51 Costo unitario desalojo de material.....	41
Tabla 52 Costo unitario acero de refuerzo.....	42
Tabla 53 Costo unitario formaleta para muro y losa superior.....	42
Tabla 54 Costo unitario concreto 210 <i>kg/cm²</i>	43
Tabla 55 Costo unitario waterstop banda PVC.	43
Tabla 56 Costo unitario relleno y compactación.	44
Tabla 57 Costo unitario estructura de techo.	44
Tabla 58 Costo unitario colocación de cubierta.	45
Tabla 59 Costo unitario piqueteo.	45
Tabla 60 Costo unitario mortero impermeabilizante.....	46
Tabla 61 Costo unitario recubrimiento de Epóxico.....	46

Tabla 62 Costo unitario puertas especiales compuertas.	47
Tabla 63 Costo unitario tapa metálica.....	47
Tabla 64 Costo unitario cerramiento metálico.....	48
Tabla 65 Costo unitario equipo de bombeo.	49
Tabla 66 Costo unitario limpieza final	49
Tabla 67 Tabla de costos unitarios por actividad.	51
Tabla 68 de costos directos por actividad.....	53
Tabla 69 Desglose de costos in directos.	55
Tabla 70 Cálculo de costos indirectos	55
Tabla 71 Cálculo de subtotales del proyecto	56
Tabla 72 Cálculo de totales del proyecto	56
Tabla 73 Presupuesto General.	57
Tabla 74 Días feriados Nicaragua.....	59
Tabla 75 Secuencia de actividades.	63

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ciclo de vida de un proyecto.	6
Figura 2 Modelo 3D terminado Revit.	17
Figura 3 Modelo 3D terminado Revit.	17
Figura 4 Niveletas Sencillas y Dobles.	20
Figura 5 Excavación Estructural.	20
Figura 6 Estructura de Fundaciones.	21
Figura 7 Vigas de fundación (estribos).	22
Figura 8 Armazón losa de Cimentación.	23
Figura 9 Formaleta de Cimentación.	24
Figura 10 Acero de refuerzo muro.	26
Figura 11 Área de formaleta para muros.	27
Figura 12 Estructura de muro concreto.	27
Figura 13 Área de Formaleta.	28
Figura 14 Estructura losa superior.	29
Figura 15 Viga metálica.	30
Figura 16 Clavadores de techo.	30
Figura 17 Estructura Caseta.	31
Figura 18 Acabados.	33
Figura 19 MS Project calendario laboral.	60
Figura 20 MS Project información del proyecto.	60
Figura 21 Duración de actividades.	61
Figura 22 MS Project vinculación de tareas.	62
Figura 23 Diagrama de Gantt.	64
Figura 24 Diagrama de Gantt.	65
Figura 25 Calendario noviembre 2023.	66
Figura 26 Calendario diciembre 2023.	67
Figura 27 Calendario enero 2024.	68
Figura 28 Calendario febrero 2024.	69
Figura 29 Red de Actividades.	70

Figura 30 Red de actividades.....	71
Figura 31 Red de actividades.....	72
Figura 32 Programa Navisworks.....	73
Figura 33 Interfaz de Software Autodesk Revit.....	II
Figura 34 Cinta de herramientas de Revit.....	II
Figura 35 Menú de plantillas.....	II
Figura 36 Menú de selección de unidades del proyecto.....	III
Figura 37 Botón de creación de rejillas.....	IV
Figura 38 Rejillas terminadas en el proyecto.....	V
Figura 39 Botón de creación de niveles.....	VI
Figura 40 Niveles terminados en el proyecto.....	VI
Figura 41 Herramienta componente.....	VII
Figura 42 Parámetros y categoría de familia.....	VIII
Figura 43 Nombre de componente en Situ.....	VIII
Figura 44 Herramientas para la creación de un componente.....	IX
Figura 45 Boceto de extracción sólida.....	IX
Figura 46 Modificación en parámetro de profundidad.....	X
Figura 47 Herramienta de extrusión vacía.....	X
Figura 48 Dibujo de formas vacías.....	XI
Figura 49 Vista 3D mejoramiento piedra bolón.....	XII
Figura 50 Vista 3D losa de cimentación.....	XII
Figura 51 Vista 3D losa de cimentación colocado en su sitio.....	XII
Figura 52 Herramienta para modelado de un componente – barrido.....	XIII
Figura 53 Perfil cargado en boceto de camino.....	XIV
Figura 54 Abrir perfil métrico.....	XV
Figura 55 Dibujo de perfil.....	XV
Figura 56 Botón de creación de muros arquitectónicos.....	XVI
Figura 57 Propiedades de muro.....	XVI
Figura 58 Cambiar nombre del muro.....	XVII
Figura 59 Panel de edición de estructura.....	XVII
Figura 60 Altura de conexión de muros.....	XVIII

Figura 61 Vista 3D muros.	XVIII
Figura 62 Botón de creación de suelos.	XIX
Figura 63 Edición rectángulo de suelo.	XIX
Figura 64 Edición de losa superior.	XX
Figura 65 Panel de modificaciones de pilares.	XX
Figura 66 Pilares en nivel superior.	XXI
Figura 67 Pilares 3D terminados.	XXI
Figura 68 Navegador de propiedades.	XXII
Figura 69 Línea que delimita la pendiente.....	XXIII
Figura 70 Vista de panel topografía.....	XXIII
Figura 71 Panel de edición de superficie topográfica.	XXIV
Figura 72 Botón de plataforma para la construcción.	XXIV
Figura 73 Vista en 3D de plataforma.	XXV
Figura 74 Colocación de armadura.	XXVII
Figura 75 Interfaz de Navisworks.	XXIX
Figura 76 Exportar un archivo Revit.	XXX
Figura 77 Cargar un archivo NWC o RVT.....	XXXI
Figura 78 Menú de aplicaciones.....	XXXI
Figura 79 Barra de herramientas.....	XXXII
Figura 80 Ventana del TimeLiner.	XXXII
Figura 81 Ventanas de tareas.....	XXXIII
Figura 82 Ventanas de orígenes de datos.....	XXXIII
Figura 83 Enlazar conjuntos.....	XXXIV
Figura 84 Ficha simular.	XXXIV
Figura 85 Ventana de conjuntos.....	XXXV
Figura 86 Árbol de Selección.....	XXXVI
Figura 87 Crear Animación.....	XXXVI

CAPÍTULO I: GENERALIDADES

1.1. Introducción.

Los incendios constituyen el más grande riesgo para las viviendas y lugares de trabajo del ser humano. Las consecuencias ocasionadas por un incendio se resumen en una sola palabra “perdidas” tanto materiales como humanas. Por esta razón se vio necesario investigar y diseñar un sistema contra incendios, teniendo como pieza clave la tecnología e ingeniería.

El Laboratorio Epidemiológico Regional de Estelí estará localizado dentro de la propiedad del hospital San Juan de Dios, en la zona noreste del hospital. Tiene como objetivo realizar estudios de muestras y procesos de exámenes que beneficiara a la población del departamento y/o región. Este lugar estará equipado con instrumentos y materiales costosos de alto riesgo, tales como: cilindros de gas butano, tanque de combustible para abastecer dos generadores en caso de emergencia; así como otros elementos que pueden ocasionar algún incendio.

El presente trabajo monográfico tiene como objetivo realizar el diseño “Cisterna de agua para un sistema contraincendios en el Laboratorio Epidemiológico Regional de Estelí”, la cual está conformada con la determinación de las cantidades de obra que permitan conocer los costos totales, consiguiendo así el presupuesto del proyecto, seguido de la programación de actividades y la asignación de tiempo de las diferentes etapas, empleando diferentes herramientas tecnológicas que facilitan los procesos, brindando un ahorro fundamental tanto de tiempo como de dinero durante la ejecución del proyecto.

Se incorpora la utilización del software Revit y Navisworks, que facilitan la elaboración de modelos que llevan consigo la información del proyecto, se trata de programas con un mecanismo de cambios paramétricos con una base de datos relacional que gestiona y coordina la información fundamental para el modelado del diseño arquitectónico, la ingeniería en una obra, incluyendo cada una de las disciplinas.

1.2. Antecedentes.

A lo largo de la historia, los diferentes gobiernos y autoridades en todo el mundo han elaborado y promulgado diversas normativas sobre prevención de incendios, con el fin de limitar las consecuencias de estos, proteger a la población y los bienes públicos.

El riesgo y la amenaza puede aparecerse en cualquier momento y por causas muy diversas como el uso de materiales inflamables, problemas en las instalaciones, uso de combustibles y gases, como fue el siguiente caso:

Incendio en las instalaciones del Complejo Judicial de la ciudad de Estelí el cual se provocó por un cortocircuito dejando pérdidas materiales, muchos barrios sin energía eléctrica y a dos bomberos heridos en su intento por detener las llamas, causando alarma entre la población en horas de la noche de este domingo 2 de septiembre del año 2022. (Actual, 2022)

Hasta la fecha se han presentado múltiples trabajos investigativos que exploran el tema de un sistema contra incendios en interiores aplicado a establecimientos privados. El hospital San Juan de Dios cuenta con un sistema contra incendio de extintores portátiles, que funcionan para apagar incendios de tamaño limitado, sin embargo, los riesgos que se somete no es el SCI adecuado. La mayoría de estos se centra principalmente en una evaluación de riesgos, procedimientos de seguridad según normas NFPA y sistemas electromecánicos necesarios para extinguir un incendio.

1.3. Justificación.

El actual sistema de protección contra incendios carece de innovaciones tecnológicas, al ser estas implementadas se debe lograr reducciones en los costos del sistema, ya que al lograr evitar un incendio simultáneamente se está reduciendo costos del equipo a reemplazar y del material empleado para la extinción de los incendios; en el aspecto humano, una mayor seguridad garantiza disminución en indemnizaciones por accidentes de trabajo, por ende, se logra un mayor aprovechamiento de tiempos hombre-máquina.

Al ocasionarse un incendio en el Laboratorio Epidemiológico del Hospital de Estelí, la población quedaría a la intemperie ya que es el único laboratorio epidemiológico con el que contara la ciudad donde se atenderán a centenares de pacientes, con la implementación de un sistema contra incendios se brindara seguridad y capacidad de mitigar.

Este proyecto está diseñado para brindar seguridad al laboratorio sabiendo que los incendios son ocasionados por malas maniobras o provocadas por el hombre, si contamos con un sistema contra incendios protegeríamos no solo las instalaciones y equipos, si no también brindaríamos seguridad al personal que labora y a los pacientes que diariamente llegaran a atenderse. Esto nos lleva a concientizar al país y entidades privadas que es necesario contar con un sistema contra incendio ya que esto reducirá catástrofes, pérdidas humanas y materiales.

1.4. Objetivos.

1.4.1. Objetivo General.

- Realizar el diseño “Cisterna de agua para un sistema contraincendios en el Laboratorio Epidemiológico Regional de Estelí, 2023”

1.4.2. Objetivos Específicos.

- Crear el modelo de la cisterna en el software Revit.
- Elaborar el presupuesto base para la construcción del proyecto.
- Estructurar la construcción del proyecto haciendo uso del software Navisworks.

1.5. Marco teórico.

1.5.1. Generalidades.

Según Parodi (2001), un proyecto consiste en un conjunto de actividades que se encuentran interrelacionadas y coordinadas. En la rama de la ingeniería es el documento, o conjunto de documentos, que definen el diseño de una obra civil, y sobre el cual se desarrolla el trabajo de los arquitectos, ingenieros y proyectistas de distintas especialidades.

En un proyecto de obra civil se definen las especificaciones técnicas, los requerimientos específicos, las normativas a seguir, los plazos de realización, el presupuesto, los materiales y tecnologías a utilizar, la distribución y el uso de los espacios, entre otras.

El proyecto de una obra civil es un documento claro, conciso y con una estructura más o menos fija, que sigue un proceso determinado. A grandes rasgos, las fases de un proyecto civil serían: idea del proyecto, estudio previo de viabilidad, proyecto informativo, proyecto de ejecución, licitación, dirección y ejecución de las obras.

1.5.2. Ciclo de vida de un Proyecto.

Es una serie de fases por las que atraviesa un proyecto desde su inicio hasta su cierre, el ciclo de vida de un proyecto describe que se necesita hacer para completar el trabajo, estos varían en tamaño y complejidad, pero básicamente sus etapas son de inicio, una etapa de preparación, ejecución y cierre. Según (PMBOK®guide, 2017). La definición del ciclo de vida del proyecto puede ayudar a determinar si se deberá tratar el estudio de viabilidad como la primera fase del proyecto o como un proyecto separado e independiente. Cuando el resultado de dicho esfuerzo preliminar no sea claramente identificable, lo mejor es tratar dichos esfuerzos como un proyecto por separado.

Las fases del ciclo de vida de un proyecto son según PMBOK®guide (2017):

Figura 1 Ciclo de vida de un proyecto.



Fuente: Elaboración propia.

Según (PMBOK®guide, 2017), la transición de una fase a otra dentro del ciclo de vida de un proyecto generalmente implica y, por lo general, está definida por alguna forma de transferencia técnica. Generalmente, los productos entregables de una fase se revisan para verificar si están completos, si son exactos y se aprueban antes de iniciar el trabajo de la siguiente fase. No obstante, no es inusual que una fase comience antes de la aprobación de los productos entregables de la fase previa, cuando los riesgos involucrados se consideran aceptables. Esta práctica de superponer fases, que normalmente se realiza de forma secuencial, es un ejemplo de la aplicación de la técnica de compresión del cronograma denominada ejecución rápida.

1.5.3. Cisterna.

Según Gromicko (2022) una cisterna es una estructura que se coloca de forma subterránea o al nivel del suelo, que sirve para almacenar el agua para distintos propósitos, como: irrigación, extinción de incendios y consumo humano. El edificio o casa a la que abastece debe poder disponer de esta en el momento que se requiera.

- **Tipos de cisterna.**

Según Fernández, Zamora, Barajas, & Martínez, (2018) las cisternas pueden ser clasificadas en función de su posición respecto al nivel del terreno, pudiendo ser enterradas, semienterradas y superficiales, los cuales se describen a continuación.

Cisternas enterradas: se construyen bajo el nivel del suelo y se emplean preferentemente cuando existe terreno con una cota adecuada para el funcionamiento de la red de distribución y de fácil excavación. La ventaja principal de las cisternas enterradas es que protegen el agua de las variaciones de temperatura y ofrecen una perfecta adaptación al entorno.

Las cisternas semienterradas: tienen parte de su estructura bajo el nivel del terreno y parte sobre el nivel del terreno. Se emplean generalmente cuando la altura topográfica respecto al punto de alimentación es suficiente y el terreno presenta dificultades para la excavación.

Las cisternas superficiales: están construidas sobre la superficie del terreno. La construcción de este tipo de tanques es común cuando el terreno es "firme" o no conviene perder altura y se tiene la topografía adecuada.

1.5.4. Modelado de información de construcción.

El modelado de información de construcción (BIM, Building Information Modeling), también llamado modelado de información para la edificación, es el proceso de generación y gestión de datos de un edificio durante su ciclo de vida utilizando software dinámico de modelado de edificios en tres dimensiones y en tiempo real, para disminuir la pérdida de tiempo y recursos en el diseño y la construcción. Este proceso BIM abarca la geometría del edificio, las relaciones espaciales, la información geográfica, así como las cantidades y las propiedades de sus componentes. (Pérez, 2020).

1.5.5. Autodesk Revit.

Autodesk Revit es un software de Modelado de información de construcción (BIM, Building Information Modeling), para Microsoft Windows, desarrollado actualmente por Autodesk. Permite al usuario diseñar con elementos de modelación y dibujo paramétrico. BIM es un paradigma del dibujo asistido por computador que permite un diseño basado en objetos inteligentes y en tercera dimensión. De este modo, Revit provee una asociatividad completa de orden bidireccional. Un cambio en algún lugar significa un cambio en todos los lugares, instantáneamente, sin la intervención del usuario para cambiar manualmente todas las vistas. Un modelo BIM debe contener el ciclo de vida completo de la construcción, desde el concepto hasta la edificación. Esto se hace posible mediante la subyacente base de datos relacional de arquitectura de Revit, a la que sus creadores llaman el motor de cambios paramétricos. (Estrucad, 2020).

1.5.6. Autodesk Navisworks.

Navisworks es un software que permite la combinación de diferentes modelos 3D, navegar sobre ellos, revisarlos, añadir comentarios, detectar colisiones, generar mediciones o simulaciones 4D de planificación. (EDITECA, 2021).

1.5.7. Presupuesto.

Según Beltran Razura (2012), se entiende por presupuesto de una obra o proyecto, la determinación previa de la cantidad en dinero necesaria para realizarla.

En la industria de la construcción, normalmente dividimos los costos en dos grupos principales:

- Los costos directos o unitarios
- Los costos indirectos
- **Costos directos o unitarios.**

Son todas aquellas erogaciones o gastos que se tiene que efectuar para construir la obra, tienen la particularidad de que casi siempre éstos se refieren a materiales,

mano de obra, maquinaria y equipos que quedan físicamente incorporados a la obra terminada.

El costo unitario según Beltran Razura (2012), se compone a partir de la suma de los siguientes costos:

- **Costo de mano obra:** Es el que se deriva de las erogaciones que hace el contratista por el pago de salarios reales al personal que interviene en la ejecución del concepto de trabajo que realice.
- **Costo de material:** Es el correspondiente a las erogaciones que hace el contratista para adquirir o producir todos los materiales necesarios para la correcta ejecución del concepto de trabajo, que cumpla con las normas de calidad, las especificaciones generales y particulares de la construcción requeridas por la dependencia o entidad.
- **Costo por maquinaria o equipo de construcción:** Es el que deriva del uso correcto de las máquinas o equipos adecuados y necesarios para la ejecución del concepto de trabajo, de acuerdo con lo estipulado en las normas de calidad, especificaciones generales y particulares que determine la entidad, conforme al programa de ejecución convenido.

- **Costos indirectos.**

El costo indirecto corresponde a los gastos generales necesarios para la ejecución de los trabajos no incluidos en los costos directos que realiza el contratista, tanto en sus oficinas centrales como en el sitio de los trabajos.

Se deben considerar dentro de este rubro los gastos administrativos y técnicos necesarios para la correcta realización de los procesos constructivos de la obra, incluyendo los imprevistos como la suspensión o la demora en el trabajo por mal tiempo, por escasez o retraso en la entrega de materiales, de equipo o de mano de obra, por omisiones o modificaciones al proyecto, por conflictos patronales o por accidentes.

1.5.8. Definición de TAKE OFF.

Según Beltran Razura (2012), se denomina TAKE OFF a todas aquellas cantidades de materiales que involucran los costos de una determinada obra. Dichas cantidades están medidas en unidades tales como: metros cúbicos, metros lineales, metros cuadrados, quintales, libras, kilogramos y otras unidades. De los cuales dependerá en gran parte el presupuesto.

1.5.9. Catálogo de etapas y sub – etapas.

El catálogo de etapas es un documento que sirve para dar cierto orden a la forma de presentación de ofertas (Beltran Razura, 2012). Este documento fue elaborado en base al Fondo de Inversión Social de Emergencia (FISE). A cada etapa se le asigna un código numérico en orden ascendente. Se separan las etapas correspondientes a los costos directos. En cada etapa se muestran todas las sub – etapas o actividades necesarias para ejecutarla.

1.5.10. Sistemas constructivos.

Mampostería reforzada: Es un tipo de mampostería rígida, lo que garantiza su resistencia hacia cualquier eventualidad tipo natural, como vientos, sismos, huracanes, entre otros. Este tipo de mampostería es una de las más segura y resistentes ya que los elementos son fijados con un mortero resistente y sus piezas son sujetas para que brinden resistencia y durabilidad. (MTI-Nicaragua, 2019).

Paredes monolíticas: Se trata del sistema constructivo con formaleta monolítica, un sistema ágil que permite al día siguiente de quitar la formaleta, continuar la edificación en horizontales sin permitir la caída de la estructura y al cabo de una semana se puede edificar el siguiente nivel sin necesidad de apuntalamientos. (MTI-Nicaragua, 2019)

1.5.11. Programación de obras.

Las actividades de presupuestar y programar están entrelazadas entre sí, no se pueden delimitar como dos etapas diferentes, antes y después del presupuesto se dan actividades de programación. La programación implica la anticipación de

cómo se ejecutará una obra, involucra la formulación de un plan de acción para la ejecución y definición de los recursos necesarios para lograrlo en tiempo, costo, calidad y forma acorde a especificaciones previas mencionadas por los diseñadores.

1.5.12. Microsoft Project.

Según Admin (2019) Microsoft Project es una herramienta de administración de proyecto eficaz y flexible, está diseñada en módulos en los que se incluyen equipos de trabajos, calendarios y finanzas del proyecto. La finalidad es ayudar a los usuarios a plantear objetivos realistas y realizar un seguimiento de todas las actividades y acciones para supervisar su progreso. Además, permite a los equipos y clientes del proyecto a definir horarios, distribuir recursos y administrar presupuestos. De esta manera, nos permite respetar los plazos sin sobrepasar el presupuesto y conseguir así los objetivos marcados

1.5.13. Duración de las actividades.

La duración es la cantidad de tiempo necesaria para la ejecución completa de la actividad medida en períodos de trabajo. La duración siempre debe referirse a días laborables, es decir, aquéllos en los que se trabaja realmente, y no a días naturales.

Las actividades incluidas en un programa de obras son todas las necesarias para su realización, no solamente las de tipo constructivo también involucra actividades como instalaciones de oficinas, bodegas, champas, así como las relativas a terminación y entrega de la obra.

En cada actividad se debe seleccionar adecuadamente la unidad de medida, de ello dependerá que la función de programación cumpla su objetivo en la etapa del control, para efecto de comparar lo programado contra lo ejecutado. Es de igual importancia la cantidad programada para cada actividad, en el caso de las actividades relativas a la ejecución de obras se obtiene directamente de los planos, a esta actividad se le conoce como cuantificación.

Tras identificar las actividades que integran la planificación, el siguiente paso es determinar la duración de cada una. De estas duraciones depende el plazo de la obra. Las duraciones mal asignadas pueden corromper la planificación, lo que la haría inviable o sin utilidad práctica para los responsables de la obra. El valor real de la planificación y la confianza que merece residen principalmente en dos parámetros: la duración y la lógica (la interdependencia entre las actividades).

Estos elementos son la base para el cálculo de la red y generarán los siguientes resultados:

- Plazo total del proyecto.
- Fechas de inicio y final de cada actividad.
- Identificación de actividades cuya ejecución debe suceder necesariamente en la fecha calculada para no demorar los proyectos (actividades críticas).
- Holguras de actividades no críticas.
- Margen de las actividades para desplazarse en el tiempo y minimizar los conflictos entre los recursos (nivelación de recursos).
- Identificación de las actividades más adecuadas para comprimir la duración, a fin de reducir el tiempo total del proyecto (aceleración).

Para efecto de tener un programa de la ejecución de la obra lo más apegado a la realidad, aparte de contar con todos los elementos del proyecto, es importante tener el presupuesto definitivo de la obra. (INIFOM, 2006).

1.6. Diseño metodológico.

El presente trabajo de acuerdo con sus objetivos es de tipo descriptivo, con el fin de presentar todo lo relativo al diseño de “Cisterna de agua para un sistema contraincendios en el Laboratorio Epidemiológico Regional de Estelí, 2023”. Incluyendo así la creación modelo de la cisterna, el presupuesto base para la construcción y estructuración de actividades y el tiempo referido a cada etapa del proyecto.

1.6.1. Técnicas, procedimientos e instrumentos de recolección.

Técnicas de investigación.

Según Diaz (2002), las técnicas son un conjunto de mecanismos, sistemas y medios de dirigir, recolectar, conservar y reelaborar datos. En este trabajo la recolección de datos se realizó aplicando las siguientes técnicas:

Procedimiento:

Al haber sido recopilada toda la información del proyecto se procede a la realización del modelo tridimensional de información mediante el uso del software AUTODESK REVIT, tomando siempre en cuenta las especificaciones técnicas regidas por las normas y reglamentos proporcionados, y planos existentes.

Una vez obtenido el modelo REVIT, se realizará presupuesto por medio de la obtención de costos unitarios. El levantamiento de la cantidad de obra TAKE-OFF, se realiza de manera automática en el programa Revit al generar tablas de metrados, para luego asignarles un costo.

Para cada una de las actividades que se definieron en los costos unitarios se estima el tiempo de duración para cada una de ellas. Este tiempo se calcula tomando en cuenta las actividades de obra a ejecutar y las normas de rendimiento horario. Luego se llevará a cabo la suma acumulada de cada uno de los tiempos por actividad y así se obtiene el tiempo total de construcción de la obra.

Para la obtención de los costos indirectos, se toman en cuenta los gastos técnicos y administrativos que conlleva el proyecto, asumiéndose un valor porcentual del costo directo.

Se procede a realizar la programación de obras del proyecto, utilizando el software Microsoft Project y el software AUTODESK NAVISWORKS.

- **Información de costos referente a materiales.**

Para conocer de manera acertada los costos que conllevan los materiales en la construcción se realizó una búsqueda de información para la elaboración de una base de datos de costos de materiales, de diferentes distribuidoras de materiales tales como: importadoras, mayoristas o detallistas, los cuales son los que suplen la demanda del mercado nacional.

- **Cálculo del costo base de mano de obra.**

Se tomará como referencia el listado de precios de mano de obra del Fondo Inversión Social de Emergencia (FISE) y para las actividades que no aparezcan en el listado antes mencionado se utilizarán normas de rendimiento de oficiales y ayudantes establecidas en el convenio laboral entre trabajadores de la construcción y empresas constructoras regulado por el Ministerio del Trabajo.

- **Costos Directos.**

Una vez realizado el modelo de información del proyecto, se procede a determinar el TAKE-OFF y con la información obtenida de este, se adicionan los costos directos a las cantidades, materiales, mano de obra y transportes, para concluir obteniendo el costo unitario por cada etapa y sub-etapa integrado en los precios.

- **Cálculo del tiempo de ejecución de obras.**

El tiempo de ejecución de obras se estima utilizando las normas de rendimiento de mano de obra del país, haciendo uso del programa Microsoft Project y el programa Autodesk Navisworks.

- **Cálculo de los costos indirectos.**

Se calculan en base a un porcentaje del costo directo del proyecto, este valor se tomó en base al costo indirecto promedio aplicado por empresas constructoras a nivel nacional el cual está entre el 8% al 15% del costo directo.

- **Procesamiento de datos.**

El procesamiento de los datos obtenido del análisis documental, se realiza primeramente en el programa Autodesk Revit, a partir de la creación de un modelo tridimensional para la determinación de los metrados y luego estas cantidades de obras serán exportadas al programa Microsoft Excel para la realización de los cálculos matemáticos para la creación del presupuesto de obra. Igualmente, para la programación de la obra se utilizará el programa Microsoft Project y el programa Autodesk Navisworks.

- **Elaboración de la programación.**

Primeramente, se debe de configurar el calendario de trabajo en el software Microsoft Project, seguidamente se debe asignar los tiempos para cada actividad del proyecto en el software, luego se debe determinar las actividades críticas o simultaneas del proyecto para así asignar recursos de la manera más optima posible. Finalmente se exporta la información de Microsoft Project a Autodesk Navisworks para la integración de la programación de obras con el modelo tridimensional previamente creado, y poder así analizar a profundidad de manera gráfica los avances del proyecto a medida que el tiempo transcurre.

CAPITULO II: CREAR EL MODELO DE LA CISTERNA EN EL SOFTWARE REVIT.

2.1. Guía de creación de modelo Revit.

El diseño de la cisterna se modeló de acuerdo a lo indicado en los planos constructivos suministrados por el Sistema Local de Atención Integral a la Salud (SILAIS) Estelí y apoyándonos de las características técnicas y dimensionamientos, explotando así al máximo las herramientas que nos proporcionó Revit.

El software Revit facilita la generación de planos, cortes, alzados y detalles a partir del modelo 3D. Los cambios realizados en el modelo se reflejan automáticamente en la documentación, lo que ayuda a mantener la coherencia y la precisión en todo el proyecto.

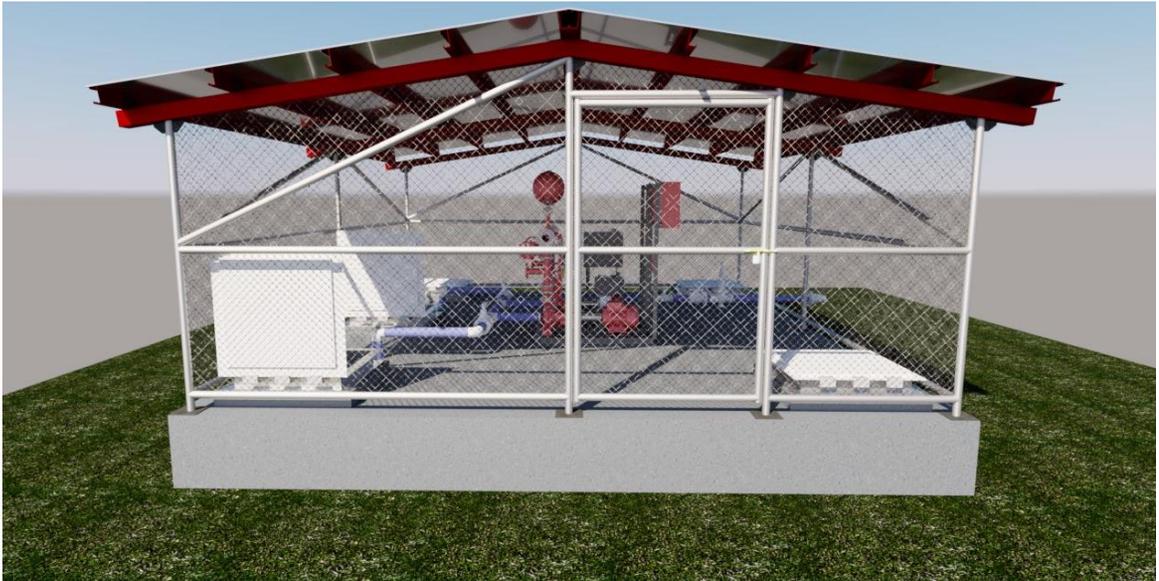
A partir del modelo 3D se crearon tablas de información para la obtención de cantidades de materiales que posteriormente utilizaremos para cumplir con nuestro segundo objetivo el cual es la elaboración del presupuesto base para la construcción de nuestro proyecto.

Este mismo modelo será el que nos servirá para hacer nuestra simulación constructiva en Navisworks con una programación previamente estructurada en MS Project cumpliendo de esta manera con nuestro tercer y último objetivo.

La cisterna según sus diferentes niveles consta de un mejoramiento de piedra bolón, losa maciza tanto en la parte inferior como en la parte superior de los muros, muros monolíticos, cimentaciones de concreto, un sistema de compuertas, la parte superior de la cisterna consta de una estructura compuesta por tubos de HOGO, una estructura metálica y sistema de cubierta metálica de zinc de lámina ondulada con techo a dos aguas con un área neta de construcción $38 m^2$. Para simplificar el trabajo de la creación del modelo Revit, se clasifican los objetos a modelar por disciplina de la construcción, tales como: arquitectura y estructura.

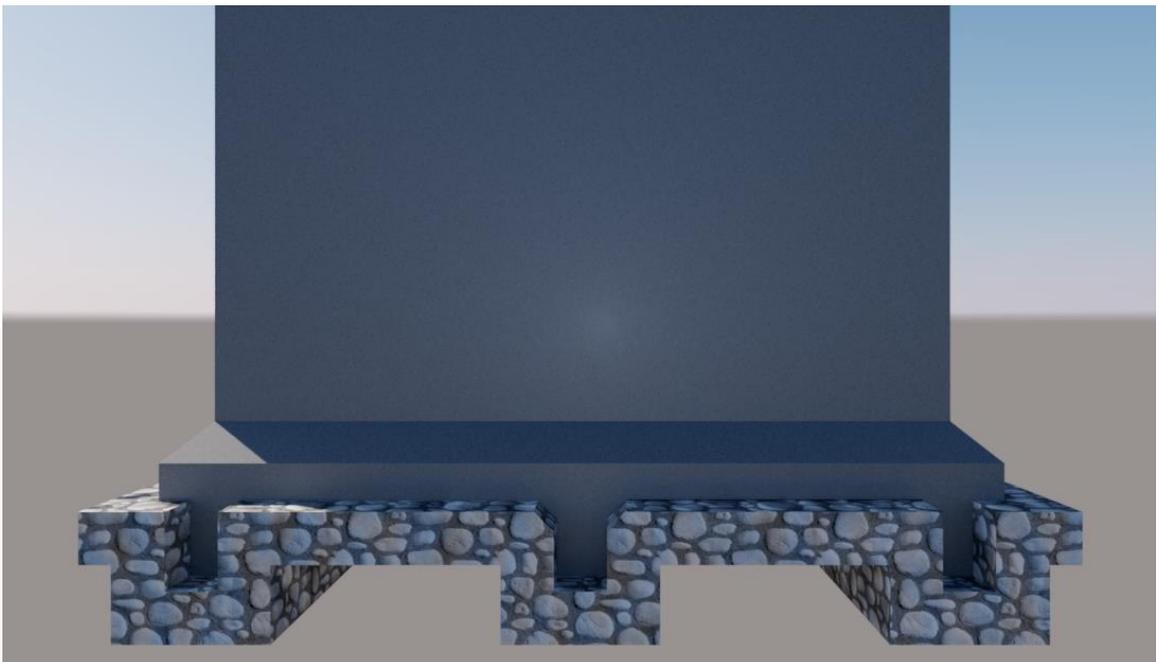
A continuación, se presentan Renders de la construcción del modelo 3D de la cisterna:

Figura 2 Modelo 3D terminado Revit.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 3 Modelo 3D terminado Revit.



Fuente: Elaboración propia.

Ver en **Anexo 1** guía completa de creación del modelo Revit del Diseño del proyecto “CISTERNA DE AGUA PARA UN SISTEMA CONTRAINCENDIOS EN EL LABORATORIO EPIDEMIOLOGICO REGIONAL DE ESTELI, 2023” APOYADO EN REVIT Y NAVISWORK.

2.2. TAKE-OFF (cantidades de obra) determinadas a partir del modelo Revit.

La cisterna será una estructura de 49.82 m^2 con una capacidad de 95 m^3 de agua potable, realizada en los terrenos donde estará ubicado el Laboratorio Epidemiológico Regional de Estelí, esta contará con tres compartimentos dos de estos serán los tanques donde se almacenará el agua y el tercero una cámara de succión, en la parte superior de la cisterna una caseta donde se encontrará el equipo de bombeo del tipo Boosterpaq.

Haciendo uso del catálogo de obras de la oficina técnica de proyectos de la UNI se dio inicio con el modelado en Revit, en el mismo orden que se construirá la obra en el sitio. Una vez culminado el modelo se exportaron las tablas a Microsoft Excel para elaborar el presupuesto base del proyecto.

A continuación, se presentan los resultados de los procesos de cálculo de las cantidades de obra realizadas por el software Autodesk Revit para el proyecto:

2.2.1. Preliminares.

Tabla 1 Limpieza inicial.

Largo Total		Ancho Total	
Largo	7.55 m	Ancho	6.60 m
Sobre Excavación	1.00 m	Sobre Excavación	1.00 m
Holgura	2.50 m	Holgura	2.50 m
Total	14.55 m	Total	13.60 m

Área Total	197.88 m ²
------------	-----------------------

Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 2 Niveletas simples y dobles.

Niveletas	Altura		Cuartones	ml	Ancho		Reglas	ml	Cantidad
Sencillas	0.8	x	2	1.6	1.1	x	1	1.1	4
Dobles	1.5	x	3	4.5	1.5	x	2	3	4

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 3 Niveletas simples y dobles, factor desperdicio.

f. desperdicio	1.2	f. desperdicio	1.2
Total, de varas de cuartón N. S	9.18528 varas	Total, de varas de cuartón N. S	6.3149 varas
Total, de varas de cuartón N. D	25.8336 varas	Total, de varas de cuartón N. D	17.222 varas
Total	35.01888 varas	total	23.537 varas

Fuente: Elaboración propia.

El factor desperdicio que se aplica se obtuvo del "Manual de costos y presupuestos de obras Verticales UNI."

Tabla 4 Niveletas simples y dobles, medidas estándar de la madera.

Medidas estándar de la madera

	4 varas	5 varas	6 varas
<i>Cuartones</i> =	9 unidades 36 varas	8 unidades 40 varas	6 unidades 36 varas
<i>Reglas</i> =	6 unidades 24 varas	5 unidades 25 varas	4 unidades 24 varas
	36 varas		
Respuesta total cuartones 2" x 2"	9 unidades	4 varas	→ C.M
	24 varas		
Respuesta total reglas de 1" x 3"	6 unidades	4 varas	→ C.M

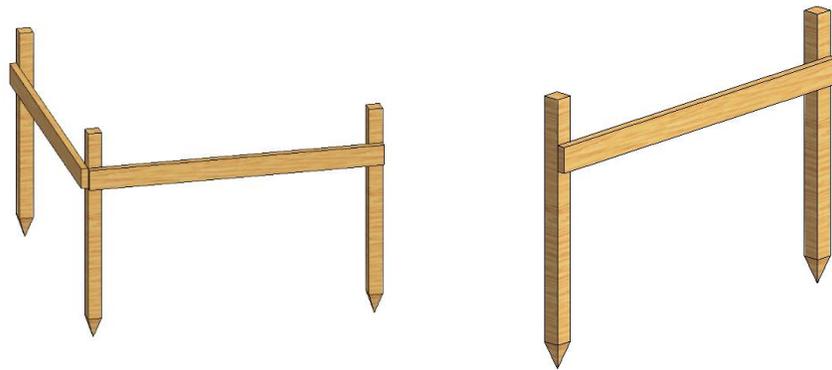
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5 Niveletas simples y dobles, clavos.

total unidades por cada niveleta sencilla	7 clavos de 2"	f. desperdicio	total libras	Total LB
		1.3	0.148571429 lb	0.4 lb
total unidades por cada niveleta doble	12 clavos de 2"	1.3	0.254693878 lb	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 4 Niveletas Sencillas y Dobles.



Fuente: Elaboración propia.

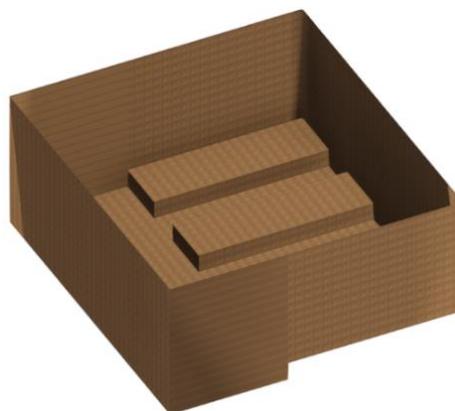
2.2.2. Fundaciones

Tabla 6 Excavación Estructural.

VOLUMEN EXCAVACIÓN	
Nombre	Corte
Superficie de corte 1	187.96 m ³
Superficie de corte 2	40.05 m ³
Superficie de corte 3	31.67 m ³
Superficie de corte 4	39.70 m ³
Superficie de corte 5	31.67 m ³
Superficie de corte 6	39.70 m ³
Superficie de corte 7	31.67 m ³
Superficie de corte 8	40.05 m ³
Total, general: 8	442.45 m ³

Fuente: Elaboración propia.

Figura 5 Excavación Estructural.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 7 Volumen de concreto mejoramiento piedra bolón.

VOLUMEN MEJORAMIENTO PIEDRA BOLÓN	
Material: Nombre	Material: Volumen
Piedra Bolón Cisterna	25.82 m ³
Total, general: 2	25.82 m ³

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 8 Volumen de concreto porcentaje.

TIPO	PORCENTAJE	VOLUMEN
Piedra Bolón	40%	10.328 m ³
Concreto 2500 Psi	60%	15.492 m ³

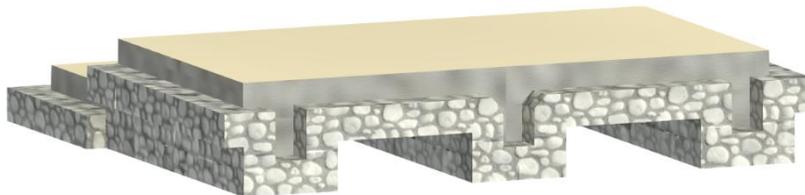
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 9 Volumen de concreto losas de cimentación.

VOLUMEN CONCRETO LOSA DE CIMENTACIÓN		
Tipo	Comentarios	Volumen
Cimentación estructural LOSA 2	Losa Inferior	10.51 m ³
Cimentación estructural LOSA 1	Losa Inferior	4.15 m ³
Total general: 2		14.66 m ³

Fuente: Elaboración propia.

Figura 6 Estructura de Fundaciones.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 10 Relleno y Compactación.

VOLUMEN DE RELLENO COMPACTADO	
Tipo	Volumen
Suelos Relleno	286.62 m ³
Suelos 1	0.02 m ³
Suelos 1	0.02 m ³
Suelos 3	0.04 m ³
Total general:	286.71 m ³

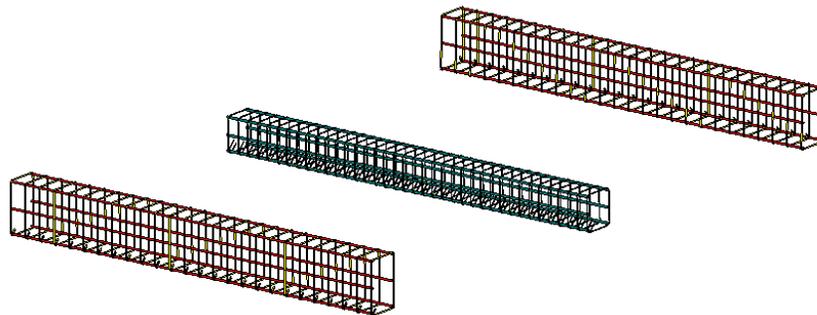
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 11 Acero de refuerzo estribos.

ESTRIBOS						
Marca de anfitrión	Tipo	Diámetro de barra	Cantidad	Longitud total de barra	Peso Nominal	KG
Losa 2	Estribos_N°2	1/4"	38	54.45 m	0.25 kg/m	13.61 kg
ES_N°2: 1			38	54.45 m		13.61 kg
Losa 2	Estribos_N°3	3/8"	52	85.69 m	0.56 kg/m	47.98 kg
ES_N°3: 2			52	85.69 m		47.98 kg
Losa 2						61.59 kg

Fuente: Elaboración propia.

Figura 7 Vigas de fundación (estribos).



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 12 Acero de refuerzo varillas.

VARILLAS						
Marca de anfitrión	Tipo	Diámetro de barra	Cantidad	Longitud total de barra	Peso Nominal	KG
Losa 1	AR_N°5	5/8"	59	181.92 m	1.55 kg/m	282.35 kg
AR_N°5: 6			59	181.92 m		282.35 kg
Losa 1	AR_N°6	3/4"	46	193.32 m	2.24 kg/m	432.08 kg
AR_N°6: 10			46	193.32 m		432.08 kg
Losa 1: 16			105	375.25 m		714.42 kg
Losa 2	AR_N°5	5/8"	138	496.20 m	1.55 kg/m	770.11 kg
AR_N°5: 40			138	496.20 m		770.11 kg
Losa 2	AR_N°6	5/8"	81	400.19 m	2.24 kg/m	894.42 kg
AR_N°6: 17			81	400.19 m		894.42 kg
Losa 2: 57						1664.53 kg

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 13 Acero de refuerzo armadura fundaciones.

ARMADURA FUNDACIONES						
Marca de anfitrión	Tipo	Diámetro de barra	Cantidad	Longitud total de barra	Peso Nominal	KG
Losa 1	AR_N°5	5/8"	59	181.92 m	1.55 kg/m	282.35 kg
AR_N°5: 6			59	181.92 m		282.35 kg
Losa 1	AR_N°6	3/4"	46	193.32 m	2.24 kg/m	432.08 kg
AR_N°6: 10			46	193.32 m		432.08 kg
Losa 1: 16			105	375.25 m		714.42 kg
Losa 2	AR_N°2	1/4"	38	54.45 m	0.25 kg/m	13.61 kg
AR_N°2: 1			38	54.45 m		13.61 kg
Losa 2	AR_N°3	3/8"	52	85.69 m	0.56 kg/m	47.98 kg
AR_N°3: 2			52	85.69 m		47.98 kg
Losa 2	AR_N°5	5/8"	138	496.20 m	1.55 kg/m	770.11 kg
AR_N°5: 40			138	496.20 m		770.11 kg
Losa 2	AR_N°6	3/4"	81	400.19 m	2.24 kg/m	894.42 kg
AR_N°6: 17			81	400.19 m		894.42 kg
Losa 2: 60			309	1036.53 m		1726.12 kg

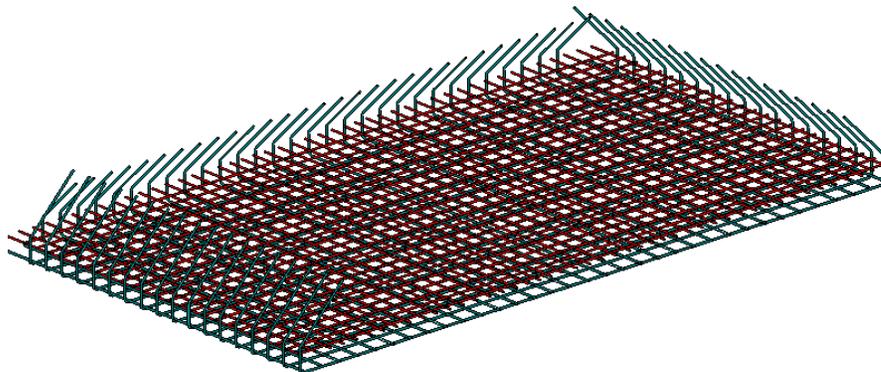
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 14 Acero de refuerzo resumen.

RESUMEN		
Diámetro de barra	Longitud total de barra	KG
AR_N°2	54.45 m	13.61 kg
AR_N°3	85.69 m	47.98 kg
AR_N°5	678.12 m	1052.46 kg
AR_N°6	593.51 m	1326.50 kg
		2440.55 kg

Fuente: Elaboración propia.

Figura 8 Armazón losa de Cimentación.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 15 Formaletas piedra bolón.

FORMALETA PIEDRA BOLÓN	
Material: Nombre	Material: Área
Formaleta Piedra Bolón Cisterna	36 m ²
Total, general:	36 m ²

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 16 Formaleta losa de cimentación.

FORMALETA LOSA DE CIMENTACIÓN	
Material: Nombre	Material: Área
Formaleta Losa 1 y 2 Cisterna	11 m ²
Total, general:	11 m ²

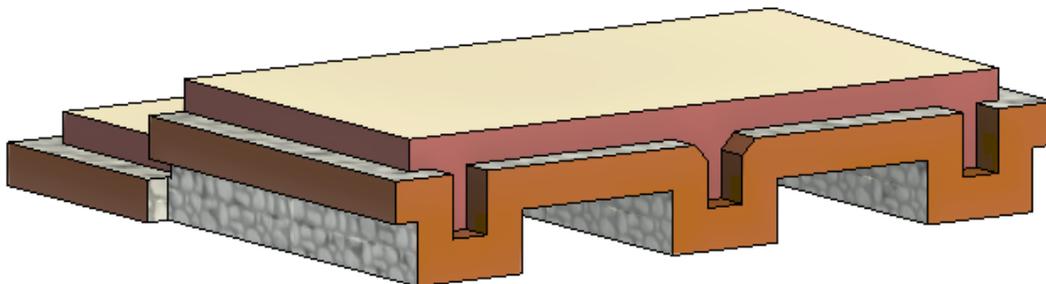
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 17 Formaleta fundaciones.

FORMALETA FUNDACIONES	
Material: Nombre	Material: Área
Formaleta Piedra Bolón Cisterna	36 m ²
Formaleta Losa 1 y 2 Cisterna	11 m ²
Total, general:	47 m ²

Fuente: Elaboración propia.

Figura 9 Formaleta de Cimentación.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 18 Desalojo del material sobrante.

VOLUMEN DE MATERIAL A DESALOJAR		
Volumen de material excavado	Factor de abundamiento	Total
442.45 m ³	1.3	575.19 m ³
Total general:		575.19 m ³

Fuente: Elaboración propia.

La construcción de la cisterna estará ubicada aproximadamente a 200 metros de una cuenca del río Estelí, por lo cual el tipo de suelo natural presentado tiene alto porcentaje de arcilla y barro. Apoyados de la tabla de factores de conversión de los volúmenes de tierra del “Manual de costos y presupuesto de obras verticales UNI” nos indica que la Tierra (material tipo I o II), tepetate, arcilla y limo su factor de abundamiento es 1.3 aplicado.

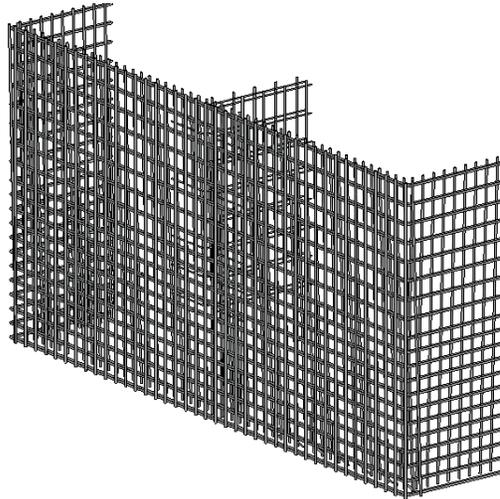
2.2.3. Estructura de concreto muro.

Tabla 19 Acero de refuerzo muros.

ARMADURA MUROS						
Marca de anfitrión	Marca de tipo	Diámetro de barra	Cantidad	Longitud total de barra	Peso Nominal	KG
Armadura	AR_N°3	3/8"	36	8.49 m	0.56 kg/m	4.75 kg
AR_N°3: 7			36	8.49 m		4.75 kg
Armadura	AR_N°4	1/2"	30	138.07 m	0.99 kg/m	137.25 kg
AR_N°4: 6			30	138.07 m		137.25 kg
Armadura	AR_N°5	5/8"	4	7.54 m	1.55 kg/m	11.70 kg
AR_N°5: 4			4	7.54 m		11.70 kg
Armadura	AR_N°6	3/4"	459	2565.50 m	2.24 kg/m	5733.89 kg
AR_N°6: 39			459	2565.50 m		5733.89 kg
Armadura	AR_N°8	1"	187	819.30 m	3.97 kg/m	3255.07 kg
AR_N°8: 11			187	819.30 m		3255.07 kg
Armadura: 67			716	3538.90 m		9142.66 kg

Fuente: Elaboración propia.

Figura 10 Acero de refuerzo muro.



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 20 Formaleta para muros externos.

FORMALETA MUROS EXTERNOS	
Material: Nombre	Material: Área
Formaleta Muros Cisterna	90 m ²
Total general:	90 m ²

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 21 Formaleta para muro internos.

FORMALETA MUROS INTERNOS	
Material: Nombre	Material: Área
Maxipoxy 105	152 m ²
Total general:	152 m ²

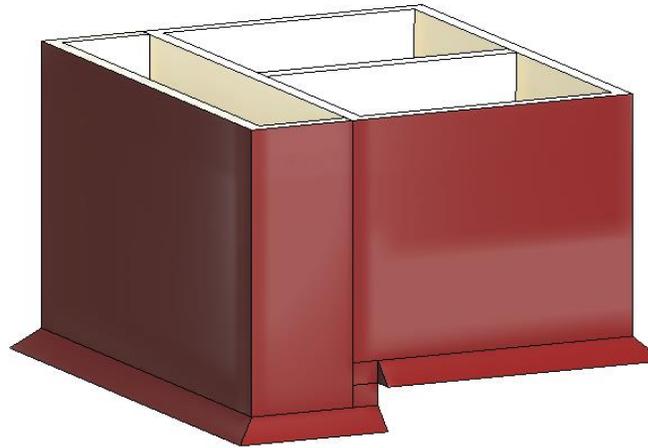
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 22 Formaleta para muros.

FORMALETA MUROS	
Material: Nombre	Material: Área
Formaleta Muros Cisterna	90 m ²
Maxipoxy 105	152 m ²
Total general:	242 m ²

Fuente: Elaboración propia.

Figura 11 Área de formaleta para muros.



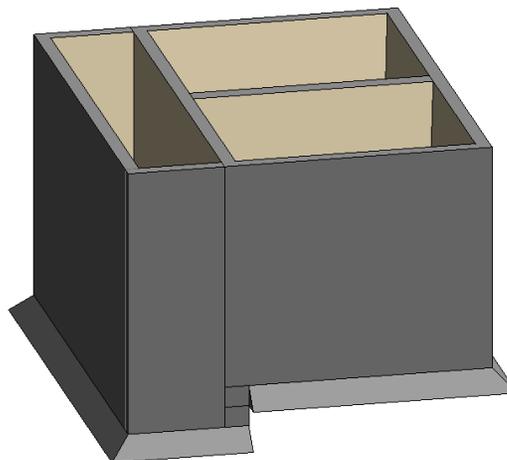
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 23 Concreto muro.

CUANTIFICACIÓN DE CONCRETO			
Comentarios de tipo	Comentarios	Área	Volumen
MCR-1	Muro Estructural de 3000 Psi con aditivo Aquadry	54 m ²	19.77 m ³
MCR-2	Muro Estructural de 3000 Psi con aditivo Aquadry	3 m ²	3.08 m ³
MCR-3	Muro Estructural de 3000 Psi con aditivo Aquadry	40 m ²	7.68 m ³
Total, general:		97 m ²	30.53 m ³

Fuente: Elaboración propia.

Figura 12 Estructura de muro concreto.



Fuente: Elaboración propia.

2.2.4. Estructura de losa superior.

Tabla 24 Acero refuerzo losa superior.

ARMADURA LOSA SUPERIOR						
Marca de anfitrión	Tipo	Diámetro de barra	Cantidad	Longitud total de barra	Peso Nominal	KG
Losa 3	AR_N°3	3/8"	160	95.98 m	0.56 kg/m	53.75 kg
AR_N°3: 20			160	95.98 m		53.75 kg
Losa 3	AR_N°5	5/8"	154	747.42 m	1.55 kg/m	1160.00 kg
AR_N°5: 24			154	747.42 m		1160.00 kg
Losa 3: 44			314	843.41 m		1213.75 kg

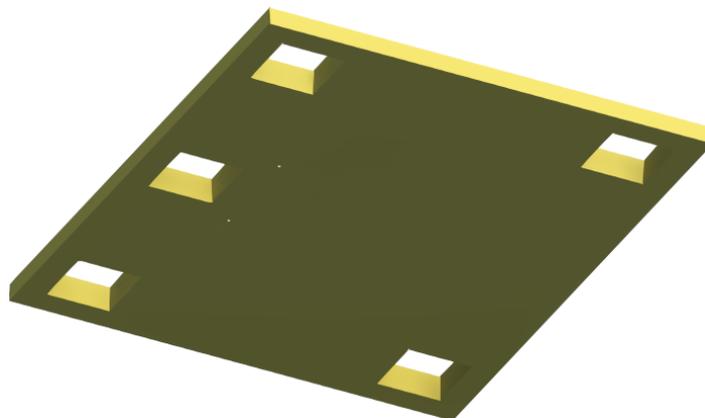
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 25 Formaleta losa superior.

FORMALETA LOSA SUPERIOR				
Material: Nombre	Material: Área	Material: Corrector	Pintura Total	Tt
Formaleta Losa 3	41 m ²	1	40.828989	41 m ²
Formaleta Losa 3 Negativo	6 m ²	-1	-6.432	-6 m ²
Total general: 26	47 m ²		34.396989	34 m ²

Fuente: Elaboración propia.

Figura 13 Área de Formaleta.



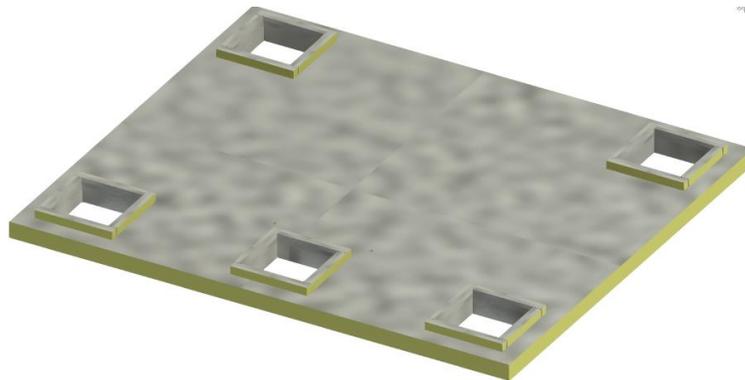
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 26 Concreto losa superior.

CUANTIFICACION CONCRETO LOSA SUPERIOR			
Material: Nombre	Comentarios	Material: Área	Material: Volumen
LOSA SUPERIOR	Concreto 3000 Psi viguetas	4 m ²	0.17 m ³
LOSA SUPERIOR	Concreto 3000 Psi Cisterna Losa Superior	30 m ²	5.93 m ³
Total general: 21		33 m ²	6.10 m ³

Fuente: Elaboración propia.

Figura 14 Estructura losa superior.



Fuente: Elaboración propia.

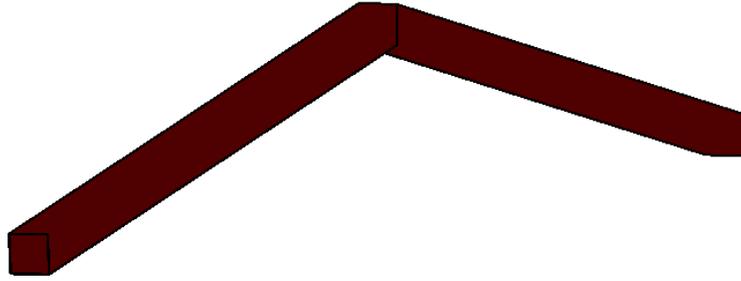
2.2.5. Estructura Metálica.

Tabla 27 Vigas metálicas.

CAJAS METALICAS			
Descripción	Recuento	Longitud	Tipo
Caja metálica estándar 4"x4"	1	2.870 m	VM-3
Caja metálica estándar 4"x4"	1	2.870 m	VM-3
Caja metálica estándar 4"x4"	1	2.870 m	VM-3
Caja metálica estándar 4"x4"	1	2.870 m	VM-3
Caja metálica estándar 4"x4"	1	2.870 m	VM-3
Caja metálica estándar 4"x4"	1	2.870 m	VM-3
Total general: 6	6	17.220 m	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 15 Viga metálica.



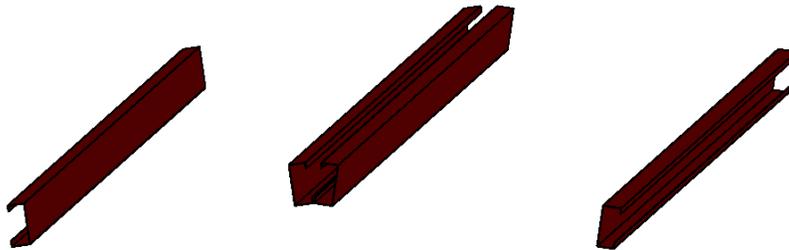
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 28 Clavadores de techo.

PERLINES			
Descripción	Recuento	Longitud	Tipo
Perlines 2"x4"3/32"	1	6.550 m	Perlin 2"x4"x3/32"
Perlines 2"x4"3/32"	1	6.550 m	Perlin 2"x4"x3/32"
Perlines 2"x4"3/32"	1	6.550 m	Perlin 2"x4"x3/32"
Perlines 2"x4"3/32"	1	6.550 m	Perlin 2"x4"x3/32"
Perlines 2"x4"3/32"	1	6.550 m	Perlin 2"x4"x3/32"
Perlines 2"x4"3/32"	1	6.550 m	Perlin 2"x4"x3/32"
Perlines 2"x4"3/32"	1	6.550 m	Perlin 2"x4"x3/32"
Perlines 2"x4"3/32"	1	6.550 m	Perlin 2"x4"x3/32"
Perlines 2"x4"3/32"	1	6.550 m	Perlin 2"x4"x3/32"
Perlines 2"x4"3/32"	1	6.550 m	Perlin 2"x4"x3/32"
Total general: 10	10	65.500 m	

Fuente: Elaboración propia.

Figura 16 Clavadores de techo



Fuente: Elaboración propia.

Tabla 29 Cubierta de Lamina Ondulada C26

CUBIERTA DE TECHO		
Material: Nombre	Comentarios	Material: Área
Max Alum Cal. 26	Cubierta	38 m ²
Total general: 1		38 m ²

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 30 Estructura de Caseta

PILARES Y DIAGONALES TUBOS REDONDOS 2"			
Descripción	Recuento	Longitud	Tipo
Tubo de acero galvanizado redondo 2"	11	21.965 m	HSS1.66X.140
Total general: 11	11	21.965 m	
Tubo de acero galvanizado redondo 2"	27	67.463 m	Tubo 2" Caseta
Total general: 27	27	67.463 m	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 31 Cerramiento Metálico

MALLA CICLÓN	
Material: Nombre	Material: Área
Malla Ciclón C.13.5	10 m ²
Malla Ciclón C.13.6	11 m ²
Malla Ciclón C.13.7	10 m ²
Malla Ciclón C.13.8	11 m ²
Total general: 4	42 m ²

Fuente: Elaboración propia.

Figura 17 Estructura Caseta



Fuente: Elaboración propia.

2.2.6. Acabados

Tabla 32 Piqueteo externo.

PIQUETEEO EXTERNO	
Material: Nombre	Material: Área
Borde de losa 1 y 2	11 m ²
Muros Externos	90 m ²
Total general:	101 m ²

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 33 Piqueteo losa superior

BORDE DE LOSA SUPERIOR	
Material: Nombre	Material: Área
Piqueteo borde de losa superior	5 m ²
Total general:	5 m ²

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 34 Piqueteo interno

PIQUETEEO INTERNO	
Material: Nombre	Material: Área
Maxipoxy 105 Losa inferior	18 m ²
Maxipoxy 105 Muros	152 m ²
Maxipoxy 105 Losa superior	23 m ²
Total general:	193 m ²

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 35 Mortero y recubrimiento

MAXIPOXY Y MAXISEAL FLEX (Resumen)	
Material: Nombre	Material: Área
Maxipoxy 105 Losa inferior	18 m ²
Maxipoxy 105 Muros	152 m ²
Maxipoxy 105 Losa superior	23 m ²
Total general:	193 m ²

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 36 Mortero y recubrimiento muros internos

MAXIPOXY Y MAXISEAL FLEX MUROS INTERNOS	
Material: Nombre	Material: Área
Maxipoxy 105	152 m ²
Total general:	152 m ²

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 37 Mortero y recubrimiento losa inferior.

MAXIPOXY Y MAXISEAL LOSA INFERIOR (INTERNO)			
Material: Nombre	Material: Área	Material: Corrector	Tt
Maxipoxy 105 Losa inferior	42 m ²	1	42 m ²
Maxipoxy 105 negativo	23 m ²	-1	-23 m ²
Total general:			18 m ²

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 38 Mortero y recubrimiento losa superior.

MAXIPOXY Y MAXISEAL LOSA SUPERIOR (INTERNO)				
Material: Nombre	Material: Área	Material: Corrector	Pintura Total	Tt
MAXIPOXY LOSA 3	30 m ²	1	29.656989	30 m ²
MAXIPOXY LOSA 3 NEGATIVO	6 m ²	-1	-6.432	-6 m ²
Total general:				23 m ²

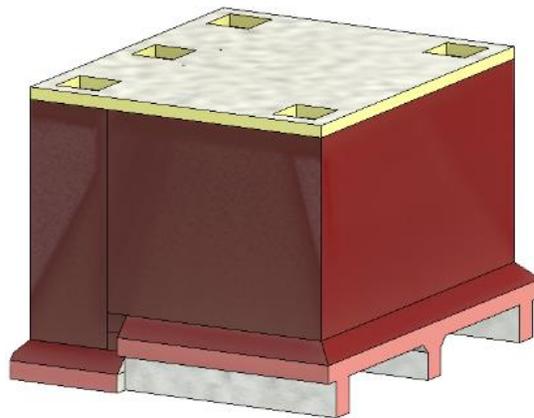
Fuente: Elaboración propia.

Tabla 39 Mortero y recubrimiento caras externas.

MAXISEAL FLEX CARAS EXTERNAS	
Material: Nombre	Material: Área
Borde de losa 1 y 2	11 m ²
Muros Externos	90 m ²
Borde de losa superior	5 m ²
Total general:	106 m ²

Fuente: Elaboración propia.

Figura 18 Acabados.



Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO III: ELABORAR PRESUPUESTO BASE PARA LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO

3.1. Elaboración de costos unitarios.

3.1.1. Costos unitarios manos de obra.

La valoración del costo de la mano de obra es una problemática muy grande en nuestro país, partiendo del principio de que el documento rector de los aranceles para cada actividad en la construcción (Convenio Colectivo Salarial negociado entre la Cámara Nacional de la Construcción y organismos sindicales) está incompleto (no están presentes todas las actividades de la construcción por lo que muchas se negocian directamente con el obrero) por lo que nosotros decidimos establecer la forma de pago por unidad de tiempo para oficiales y ayudantes, teniendo en cuenta que el departamento de Estelí el salario para un oficial ronda entre C\$ 700 y C\$ 950 por día, con el requisito que sea un oficial de primera, y para el ayudante entre C\$ 400 y C\$ 500 por día.

3.1.2. Costos unitarios de materiales y equipos.

Los precios de los materiales, serán componentes de un costo unitario con valores en función del tiempo y del lugar de aplicación. Los costos de los materiales y equipos fueron cotizados en diferentes ferreterías locales en el departamento de Estelí, como otro tipo de materiales y equipos fueron cotizados en empresas como INDENICSA para el Acero de refuerzo, Durman Nicaragua para el Sistema de bombeo, Jhon Head, S.A para alquiler de Formaletas estilo Symons, Holcim para suministro de concreto premezclado, RTI para el alquiler de equipos menores y AIMSA para alquiler de maquinaria retroexcavadora.

3.1.3. Integración de costo unitario.

El costo unitario de las actividades del proyecto se determina a partir de desgloses de actividades, en el cual se integra los factores de materiales, mano de obra, transporte y equipo al precio unitario de la actividad para de esta manera determinar cuál es el costo real de cada actividad.

Apoyándonos de catálogo de Etapas y sub etapas del Fondo de Inversión Social de Emergencia y Normas de Rendimiento Horario se procede a crear el costo unitario de cada etapa en el orden que se construirá el proyecto.

Debido lo extenso que el desglose de cada actividad presentamos el desglose para actividad de Limpieza inicial a manera de ejemplo.

Guía paso a paso de creación del costo unitario:

Tabla 40 Limpieza inicial detalle.

01		PRELIMINARES			
1.1	LIMPIEZA INICIAL	Cantidad	197.88	<i>u/m</i>	m²
Código	Descripción	u/m	Cantidad	Precio unit	Total
O	Limpieza en área constructiva y carga de desperdicio	hrs	16.00	C\$56.25	C\$1,679.76
T	Acarreo de Desperdicios	glb	1.00	C\$1,100.00	C\$1,100.00

Fuente: Elaboración propia.

- La cantidad obra de Limpieza inicial se exporto de las tablas de información de Revit teniendo como resultado un área 197.88 m².
- La norma de rendimiento limpieza por hora ronda entre 10 m² a 15 m². Este rango de rendimiento dependerá de las condiciones del área, condiciones físicas y experiencia del trabajador.

Para obtener las Horas Hombre tenemos que dividir la cantidad de obra de limpieza inicial entre la Norma de Rendimiento Horaria de un trabajador. De esta manera se obtiene el total de 16 horas a trabajar dicha actividad.

Ecuación 1 Cálculo de Horas hombre.

$$HH = CO / NRH$$

HH: Horas Hombres.

CO: Cantidad de Obra.

NRH: Norma de Rendimiento Horario

- Determinación de Precio unitario por unidad de tiempo.

El salario por día (SD) = C\$ 450

Jornada laboral (JL) = 8 horas

Salario por unidad de tiempo (SUT) = SD / JL = C\$ 450 / 8 horas = C\$ 56.25

- Realizando la multiplicación de las Horas hombres (HH) por el salario por unidad de tiempo (SUT) y aplicándole un porcentaje 86.64% de prestaciones sociales estipulado por el convenio colectivo, obtenemos el total de costo C\$ 1679.76 de mano de obra.
- El costo unitario de Acarreo de desperdicio se cotizó a transportistas locales, estos manifestaron que su precio varía dependiendo de la distancia y la carga, por lo tanto, al ser desperdicios e ir a depositarlos al vertedero municipal de Estelí este tendría un costo de C\$ 1100.

Tabla 41 Limpieza inicial resultados porcentuales.

		Costo Total de Actividad	C\$ 2,779.76
		Costo Unitario de Actividad	C\$ 14.05
		<i>Recursos</i>	<i>Cantidades</i>
			<i>Costos Unitarios de Recursos</i>
M	Costo de Materiales	C\$ 0.00	C\$ 0.00
	% de materiales	0.00%	
MO	Costo M. de obra	C\$ 1,679.76	C\$ 8.49
	% de m. de obra	60.43%	
T	Costo Transporte	C\$ 1,100.00	C\$ 5.56
	% de transporte	39.57%	
S	Costo Subcontrato	C\$ 0.00	C\$ 0.00
	% de Subcontrato	0.00%	
TOTAL		C\$ 2,779.76	C\$ 14.05
		100.00%	

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 41 se muestra el costo total de C\$ 2779.76 por actividad de limpieza inicial, obtenido de la suma del costo total de materiales, mano de obra, transporte, y equipo. Además, se refleja el valor porcentual de cada uno de ellos, en este caso el Costo de mano de Obra representa un 60.43% y Costo transporte representa un 39.57% del costo total de Limpieza inicial.

El costo unitario de actividad es el resultado de dividir:

$$\text{Cantidad de obra} / \text{Costo total de actividad} = 197.88 \text{ m}^2 / \text{C\$ } 2779.76 = \text{C\$ } 14.05 \text{ por m}^2$$

A continuación, se presenta el cálculo de todas las etapas del proyecto:

Tabla 42 Costo unitario limpieza inicial.

01		PRELIMINARES			
1.1	LIMPIEZA INICIAL	Cantidad	197.88	<i>u/m</i>	m²
Código	Descripción	u/m	Cantidad	Precio unit	Total
O	Limpieza en área constructiva y carga de desperdicio	hrs	16.00	C\$56.25	C\$1,679.76
T	Acarreo de Desperdicios	glb	1.00	C\$1,100.00	C\$1,100.00

Costo Total de Actividad			C\$ 2,779.76
Costo Unitario de Actividad			C\$ 14.05
	<i>Recursos</i>	<i>Cantidades</i>	<i>Costos Unitarios de Recursos</i>
M	Costo de Materiales	C\$ 0.00	C\$ 0.00
	% de materiales	0.00%	
MO	Costo M. de obra	C\$ 1,679.76	C\$ 8.49
	% de m. de obra	60.43%	
T	Costo Transporte	C\$ 1,100.00	C\$ 5.56
	% de transporte	39.57%	
S	Costo Subcontrato	C\$ 0.00	C\$ 0.00
	% de Subcontrato	0.00%	
TOTAL			C\$ 2,779.76
			100.00%
			C\$ 14.05

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 43 Costo unitario trazo y nivelación.

1.2	TRAZO Y NIVELACION	Cantidad	145.58	<i>u/m</i>	m²
Código	Descripción	u/m	Cantidad	Precio unit	Total
O	Ayudante	hr	8.00	C\$56.25	C\$839.88
O	Oficial	hr	8.00	C\$100.00	C\$1,493.12
M	Reglas 1"x3"x4vr	c/u	6.00	C\$130.00	C\$780.00
M	Cuartones 2"x 2"x4vr	c/u	9.00	C\$190.00	C\$1,710.00
M	nylon de 1.1	c/u	2.00	C\$145.00	C\$290.00
M	Clavos de 2"	lbs	1.00	C\$48.00	C\$48.00
T	Traslado de materiales	glb	1.00	C\$450.00	C\$450.00

Costo Total de Actividad			C\$ 5,611.00
Costo Unitario de Actividad			C\$ 38.54
	<i>Recursos</i>	<i>Cantidades</i>	<i>Costos Unitarios de Recursos</i>
M	Costo de Materiales	C\$ 2,828.00	C\$ 19.43
	% de materiales	50.40%	
MO	Costo M. de obra	C\$ 2,333.00	C\$ 16.03
	% de m. de obra	41.58%	
T	Costo Transporte	C\$ 450.00	C\$ 3.09
	% de transporte	8.02%	
S	Costo Subcontrato	C\$ 0.00	C\$ 0.00
	% de Subcontrato	0.00%	
TOTAL			C\$ 5,611.00
			100.00%
			C\$ 38.54

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 44 Costo unitario construcciones temporales.

1.3	CONSTRUCCIONES TEMPORALES	Cantidad	1.00	u/m	Glb
Código	Descripción	u/m	Cantidad	Precio unit	Total
S	Alquiler de contenedor (Mes)	Glb	2.50	C\$19,710.00	C\$49,275.00
S	Alquiler de Servicio Sanitario Portátil. (Mes)	Glb	2.50	C\$7,300.00	C\$18,250.00

Costo Total de Actividad		C\$ 67,525.00	
Costo Unitario de Actividad		C\$ 67,525.00	
	Recursos	Cantidades	Costos Unitarios de Recursos
M	Costo de Materiales	C\$ 0.00	C\$ 0.00
	% de materiales	0.00%	
MO	Costo M. de obra	C\$ 0.00	C\$ 0.00
	% de m. de obra	0.00%	
T	Costo Transporte	C\$ 0.00	C\$ 0.00
	% de transporte	0.00%	
S	Costo Subcontrato	C\$ 67,525.00	C\$ 67,525.00
	% de Subcontrato	100.00%	
TOTAL		C\$ 67,525.00	C\$ 67,525.00
		100.00%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 45 Costo unitario excavación estructural.

02	FUNDACIONES				
2.1	EXCAVACION ESTRUCTURAL	Cantidad	442.45	u/m	m³
Código	Descripción	u/m	Cantidad	Precio unit	Total
S	Excavación con Retroexcavadora New Holand	hrs	20.00	C\$1,650.00	C\$33,000.00

Costo Total de Actividad		C\$ 33,000.00	
Costo Unitario de Actividad		C\$ 74.58	
	Recursos	Cantidades	Costos Unitarios de Recursos
M	Costo de Materiales	C\$ 0.00	C\$ 0.00
	% de materiales	0.00%	
MO	Costo M. de obra	C\$ 0.00	C\$ 0.00
	% de m. de obra	0.00%	
T	Costo Transporte	C\$ 0.00	C\$ 0.00
	% de transporte	0.00%	
S	Costo Subcontrato	C\$ 33,000.00	C\$ 74.58
	% de Subcontrato	100.00%	
TOTAL		C\$ 33,000.00	C\$ 74.58
		100.00%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 46 Costo unitario nivelación, conformación de fondo y taludes de excavación.

2.2	NIVELACIÓN, CONFORMACION DE FONDO Y TALUDES DE EXCAVACIÓN	Cantidad	101.28	<i>u/m</i>	m²
Código	Descripción	u/m	Cantidad	Precio unit	Total
O	Ayudante	hrs	48.00	C\$56.25	C\$5,039.28
S	Alquiler de brinquinas por 24 hrs	glb	3.00	C\$730.00	C\$2,190.00

Costo Total de Actividad		C\$ 7,229.28
Costo Unitario de Actividad		C\$ 71.38
	<i>Recursos</i>	<i>Cantidades</i>
M	Costo de Materiales	C\$ 0.00
	% de materiales	0.00%
MO	Costo M. de obra	C\$ 5,039.28
	% de m. de obra	69.71%
T	Costo Transporte	C\$ 0.00
	% de transporte	0.00%
S	Costo Subcontrato	C\$ 2,190.00
	% de Subcontrato	30.29%
TOTAL		C\$ 7,229.28
		100.00%
		C\$ 71.38

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 47 Costo unitario mejoramiento de ciclópeo.

2.3	MEJORAMIENTO DE CICOPLEO	Cantidad	25.82	<i>u/m</i>	m³
Código	Descripción	u/m	Cantidad	Precio unit	Total
O	Ayudante	hr	192.00	C\$56.25	C\$20,157.12
O	Oficial	hr	96.00	C\$100.00	C\$17,917.44
M	Piedra bolón de Nandaime incluye traslado	m3	11.00	C\$1,200.00	C\$13,200.00
M	Grava incluye traslado	m3	19.00	C\$1,070.00	C\$20,330.00
M	Arena incluye traslado	m3	9.50	C\$1,070.00	C\$10,165.00
M	Bolsa de Cemento 42.5kg	bls	140.00	C\$430.00	C\$60,200.00
S	Mezcladora 2 sacos	glb	1.00	C\$766.50	C\$766.50
S	Vibrador eléctrico	glb	1.00	C\$182.50	C\$182.50
T	Transporte	viaje	1.00	C\$950.00	C\$950.00

Costo Total de Actividad		C\$ 143,868.56
Costo Unitario de Actividad		C\$ 5,571.98
	<i>Recursos</i>	<i>Cantidades</i>
M	Costo de Materiales	C\$ 103,895.00
	% de materiales	72.22%
MO	Costo M. de obra	C\$ 38,074.56
	% de m. de obra	26.46%
T	Costo Transporte	C\$ 950.00
	% de transporte	0.66%
S	Costo Subcontrato	C\$ 949.00
	% de Subcontrato	0.66%
TOTAL		C\$ 143,868.56
		C\$ 5,571.98

	100.00%	
--	---------	--

Fuente: Elaboración propia.
refuerzo.

2.4	ACERO DE REFUERZO	Cantidad	2,440.55	u/m	KG
Código	Descripción	u/m	Cantidad	Precio unit	Total
S	Armador (alistar, armar y colocar)	kg	2,440.55	C\$12.00	C\$29,286.60
M	Acero de refuerzo G40 No.2	kg	13.61	C\$43.94	C\$598.02
M	Acero de refuerzo G40 No.3	kg	47.98	C\$48.34	C\$2,319.35
M	Acero de refuerzo G40 No.5	kg	1,052.46	C\$49.05	C\$51,623.16
M	Acero de refuerzo G40 No.6	kg	1,326.50	C\$50.93	C\$67,558.65
M	Alambre de Amarre No. 18	qq	3.00	C\$3,000.00	C\$9,000.00
M	Corrector	c/u	3.00	C\$25.00	C\$75.00
S	Traslado de acero	kg	2,440.55	C\$5.40	C\$13,178.97

		Costo Total de Actividad	C\$ 173,639.75
		Costo Unitario de Actividad	C\$ 71.15
		Recursos	Cantidades
		Costos Unitarios de Recursos	
M	Costo de Materiales	C\$ 131,174.18	C\$ 53.75
	% de materiales	75.54%	
MO	Costo M. de obra	C\$ 0.00	C\$ 0.00
	% de m. de obra	0.00%	
T	Costo Transporte	C\$ 0.00	C\$ 0.00
	% de transporte	0.00%	
S	Costo Subcontrato	C\$ 42,465.57	C\$ 17.40
	% de Subcontrato	24.46%	
TOTAL		C\$ 173,639.75	C\$ 71.15
		100.00%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 49 Costo unitario formaleta para losa de fundación.

2.5	FORMALETA PARA LOSA DE FUNDACIÓN	Cantidad	47.00	u/m	m ²
Código	Descripción	u/m	Cantidad	Precio unit	Total
O	Colocar el molde	m ²	47.00	C\$160.00	C\$14,035.33
O	Desenfofre y limpieza del molde	m ²	47.00	C\$35.00	C\$3,070.23
S	Placa 24 in x 8 ft / 30 días	un	16.00	C\$728.17	C\$11,650.72
S	Placa 14 in x 8 ft / 30 días	un	2.00	C\$759.39	C\$1,518.78
S	Placa 10 in x 8 ft / 30 días	un	2.00	C\$686.56	C\$1,373.12
S	Placa 8 in x 8 ft / 30 días	un	1.00	C\$665.76	C\$665.76
S	Placa 6 in x 8 ft / 30 días	un	1.00	C\$655.35	C\$655.35
S	Esquinero Interno 6 in x 8 ft	un	4.00	C\$634.55	C\$2,538.21
S	Esquinero Externo 6 in x 8 ft	un	4.00	C\$218.45	C\$873.81
S	Cuñas Cortas	un	352.00	C\$2.70	C\$950.40

		Costo Total de Actividad	C\$ 37,331.71
		Costo Unitario de Actividad	C\$ 794.29
		Recursos	Cantidades
		Costos Unitarios de Recursos	
M	Costo de Materiales	C\$ 0.00	C\$ 0.00
	% de materiales	0.00%	
MO	Costo M. de obra	C\$ 17,105.56	C\$ 363.95
	% de m. de obra	45.82%	
T	Costo Transporte	C\$ 0.00	C\$ 0.00
	% de transporte	0.00%	
S	Costo Subcontrato	C\$ 20,226.15	C\$ 430.34

	% de Subcontrato	54.18%	
	TOTAL	C\$ 37,331.71	C\$ 794.29
		100.00%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 50 Costo unitario concreto 210 kg/cm².

2.6	CONCRETO 210 kg/cm²	Cantidad	14.66	<i>u/m</i>	m³
Código	Descripción	u/m	Cantidad	Precio unit	Total
O	Oficial	hrs	8.00	C\$100.00	C\$1,493.12
O	Ayudante	hrs	24.00	C\$56.25	C\$2,519.64
S	Vibrador eléctrico	glb	1.00	C\$182.50	C\$182.50
M	Holcim Concreto para Losa de fundación con aditivo aquadry (f'c: 210kg/cm ² ; rev4"-6"; grava 3/4")	m ³	14.66	C\$6,570.00	C\$96,316.20

Costo Total de Actividad		C\$ 100,511.46	
Costo Unitario de Actividad		C\$ 6,856.17	
	<i>Recursos</i>	<i>Cantidades</i>	
		<i>Costos Unitarios de Recursos</i>	
M	Costo de Materiales	C\$ 96,316.20	C\$ 6,570.00
	% de materiales	95.83%	
MO	Costo M. de obra	C\$ 4,012.76	C\$ 273.72
	% de m. de obra	3.99%	
T	Costo Transporte	C\$ 0.00	C\$ 0.00
	% de transporte	0.00%	
S	Costo Subcontrato	C\$ 182.50	C\$ 12.45
	% de Subcontrato	0.18%	
TOTAL		C\$ 100,511.46	C\$ 6,856.17
		100.00%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 51 Costo unitario desalojo de material.

2.7	DESALOJO DE MATERIAL	Cantidad	575.19	<i>u/m</i>	m³
Código	Descripción	u/m	Cantidad	Precio unit	Total
S	Alquiler de volquete por día	dia	2.00	C\$4,380.00	C\$8,760.00
S	Retroexcavadora New Holand	hr	8.00	C\$1,650.00	C\$13,200.00

Costo Total de Actividad		C\$ 21,960.00	
Costo Unitario de Actividad		C\$ 38.18	
	<i>Recursos</i>	<i>Cantidades</i>	
		<i>Costos Unitarios de Recursos</i>	
M	Costo de Materiales	C\$ 0.00	C\$ 0.00
	% de materiales	0.00%	
MO	Costo M. de obra	C\$ 0.00	C\$ 0.00
	% de m. de obra	0.00%	
T	Costo Transporte	C\$ 0.00	C\$ 0.00
	% de transporte	0.00%	
S	Costo Subcontrato	C\$ 21,960.00	C\$ 38.18
	% de Subcontrato	100.00%	
TOTAL		C\$ 21,960.00	C\$ 38.18
		100.00%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 52 Costo unitario acero de refuerzo.

03 ESTRUCTURA DE CONCRETO MURO + LOSA SUPERIOR					
3.1	ACERO DE REFUERZO	Cantidad	10,356.41	u/m	KG
Código	Descripción	u/m	Cantidad	Precio unit	Total
S	Armador (alistar, armar y colocar)	kg	10,356.41	C\$12.00	C\$124,276.92
M	Acero de refuerzo G40 No.3	kg	58.50	C\$43.94	C\$2,570.49
M	Acero de refuerzo G40 No.4	kg	137.25	C\$48.34	C\$6,634.67
M	Acero de refuerzo G40 No.5	kg	1,171.70	C\$49.05	C\$57,471.89
M	Acero de refuerzo G40 No.6	kg	5,733.89	C\$50.93	C\$292,027.02
M	Acero de refuerzo G40 No.8	kg	3,255.07	C\$52.65	C\$171,379.44
M	Acero de Varilla Lisa No. 6	kg	150.10	C\$50.56	C\$7,589.06
M	Alambre de Amarre No. 18	qq	8.00	C\$3,000.00	C\$24,000.00
M	PL anclaje 8"x8"x1/4"	und	9.00	C\$440.00	C\$3,960.00
M	Corrector	c/u	5.00	C\$25.00	C\$125.00
S	Traslado de acero	kg	10,356.41	C\$5.40	C\$55,924.61

		Costo Total de Actividad	C\$ 745,959.08
		Costo Unitario de Actividad	C\$ 72.03
		<i>Recursos</i>	<i>Cantidades</i>
		<i>Costos Unitarios de Recursos</i>	
M	Costo de Materiales	C\$ 565,757.55	C\$ 54.63
	% de materiales	75.84%	
MO	Costo M. de obra	C\$ 0.00	C\$ 0.00
	% de m. de obra	0.00%	
T	Costo Transporte	C\$ 0.00	C\$ 0.00
	% de transporte	0.00%	
S	Costo Subcontrato	C\$ 180,201.53	C\$ 17.40
	% de Subcontrato	24.16%	
TOTAL		C\$ 745,959.08	C\$ 72.03
		100.00%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 53 Costo unitario formaleta para muro y losa superior.

3.2 FORMALETA PARA MURO Y LOSA SUPERIOR		Cantidad	276.00	u/m	m²
Código	Descripción	u/m	Cantidad	Precio unit	Total
O	Colocar el molde	m²	276.00	C\$160.00	C\$82,420.22
O	Desenfofre y limpieza del molde	m²	276.00	C\$35.00	C\$18,029.42
S	Placa 24 in x 8 ft / 30 días	un	79.00	C\$728.17	C\$57,525.43
S	Placa 14 in x 8 ft / 30 días	un	7.00	C\$759.39	C\$5,315.73
S	Placa 10 in x 8 ft / 30 días	un	11.00	C\$686.56	C\$7,552.16
S	Placa 8 in x 8 ft / 30 días	un	4.00	C\$665.76	C\$2,663.04
S	Placa 6 in x 8 ft / 30 días	un	2.00	C\$655.35	C\$1,310.70
S	Esquinero Interno 6 in x 8 ft	un	12.00	C\$634.55	C\$7,614.63
S	Esquinero Externo 6 in x 8 ft	un	4.00	C\$218.45	C\$873.81
S	Puntales metálicos ajustables / 15 días	un	63.00	C\$317.28	C\$19,988.33
S	Cuñas Cortas	glb	1,850.00	C\$2.70	C\$4,995.00

		Costo Total de Actividad	C\$ 208,288.47
		Costo Unitario de Actividad	C\$ 754.67
		<i>Recursos</i>	<i>Cantidades</i>
		<i>Costos Unitarios de Recursos</i>	
M	Costo de Materiales	C\$ 0.00	C\$ 0.00
	% de materiales	0.00%	
MO	Costo M. de obra	C\$ 100,449.65	C\$ 363.95
	% de m. de obra	48.23%	
T	Costo Transporte	C\$ 0.00	C\$ 0.00

Fuente: Elaboración propia.

	% de transporte	0.00%	
S	Costo Subcontrato	C\$ 107,838.83	C\$ 390.72
	% de Subcontrato	51.77%	
TOTAL		C\$ 208,288.47	C\$ 754.67
		100.00%	

Tabla 54 Costo unitario concreto 210 kg/cm².

3.3	CONCRETO 210 kg/cm ²	Cantidad	36.63	u/m	m ³
Código	Descripción	u/m	Cantidad	Precio unit	Total
O	Oficial	hrs	40.00	C\$100.00	C\$7,465.60
O	Ayudante	hrs	96.00	C\$56.25	C\$10,078.56
S	Vibrador eléctrico	glb	3.00	C\$182.50	C\$547.50
M	Epóxico SikadUr 32 5kg	und	1.00	C\$6,620.98	C\$6,620.98
M	Holcim Concreto para Losa de fundación con aditivo aquadry (f'c: 210kg/cm ² ; rev4"-6")	m ³	36.63	C\$6,570.00	C\$240,659.10

		Costo Total de Actividad	C\$ 265,371.74
		Costo Unitario de Actividad	C\$ 7,244.66
		Recursos	Cantidades
		Costos Unitarios de Recursos	
M	Costo de Materiales	C\$ 247,280.08	C\$ 6,750.75
	% de materiales	93.18%	
MO	Costo M. de obra	C\$ 17,544.16	C\$ 478.96
	% de m. de obra	6.61%	
T	Costo Transporte	C\$ 0.00	C\$ 0.00
	% de transporte	0.00%	
S	Costo Subcontrato	C\$ 547.50	C\$ 14.95
	% de Subcontrato	0.21%	
TOTAL		C\$ 265,371.74	C\$ 7,244.66
		100.00%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 55 Costo unitario waterstop banda PVC.

3.4	WATERSTOP BANDA PVC	Cantidad	31.69	u/m	ml
Código	Descripción	u/m	Cantidad	Precio unit	Total
O	Oficial	hr	4.00	C\$100.00	C\$746.56
O	Ayudante	hr	4.00	C\$56.25	C\$419.94
M	Sika banda PVC incluye accesorios	und	2.00	C\$750.00	C\$1,500.00

		Costo Total de Actividad	C\$ 2,666.50
		Costo Unitario de Actividad	C\$ 84.14
		Recursos	Cantidades
		Costos Unitarios de Recursos	
M	Costo de Materiales	C\$ 1,500.00	C\$ 47.33
	% de materiales	56.25%	
MO	Costo M. de obra	C\$ 1,166.50	C\$ 36.81
	% de m. de obra	43.75%	
T	Costo Transporte	C\$ 0.00	C\$ 0.00
	% de transporte	0.00%	
S	Costo Subcontrato	C\$ 0.00	C\$ 0.00
	% de Subcontrato	0.00%	
TOTAL		C\$ 2,666.50	C\$ 84.14
		100.00%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 56 Costo unitario relleno y compactación.

3.5	RELLENO Y COMPACTACIÓN	Cantidad	286.71	<i>u/m</i>	m³
Código	Descripción	u/m	Cantidad	Precio unit	Total
O	Ayudantes	hrs	96.00	C\$56.25	C\$10,078.56
S	Alquiler de compactadoras por 24h	und	9.00	C\$730.00	C\$6,570.00
M	Material selecto incluye acarreo	m3	286.71	C\$370.00	C\$106,082.70

		Costo Total de Actividad		C\$ 122,731.26
		Costo Unitario de Actividad		C\$ 428.07
		<i>Recursos</i>	<i>Cantidades</i>	<i>Costos Unitarios de Recursos</i>
M	Costo de Materiales	C\$ 106,082.70		C\$ 370.00
	% de materiales	86.43%		
MO	Costo M. de obra	C\$ 10,078.56		C\$ 35.15
	% de m. de obra	8.21%		
T	Costo Transporte	C\$ 0.00		C\$ 0.00
	% de transporte	0.00%		
S	Costo Subcontrato	C\$ 6,570.00		C\$ 22.92
	% de Subcontrato	5.35%		
TOTAL		C\$ 122,731.26		C\$ 428.07
		100.00%		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 57 Costo unitario estructura de techo.

04	TECHO Y FACIAS				
4.1	ESTRUCTURA DE TECHO	Cantidad	38.00	<i>u/m</i>	m²
Código	Descripción	u/m	Cantidad	Precio unit	Total
O	Fabricación y montaje de estructura Metálica	m2	38.00	C\$222.65	C\$15,791.05
O	Aplicación de pintura anticorrosiva	hr	8.00	C\$56.25	C\$839.88
M	Pintura anticorrosiva	gln	2.00	C\$630.00	C\$1,260.00
M	Diluyente	gln	1.00	C\$220.00	C\$220.00
M	Brochas de 3" y 4"	und	4.00	C\$75.00	C\$300.00
M	Soldadura 60-11 1/8" Lincoln	lbs	15.00	C\$130.00	C\$1,950.00
M	Disco para cortar metal 9"	und	6.00	C\$180.00	C\$1,080.00
M	angular 3"x3"x3/16"	und	1.00	C\$1,209.00	C\$1,209.00
M	Perlines de 4"x2"x3/32"x6m	und	10.00	C\$1,360.00	C\$13,600.00
M	Caja metálica 4"x4"x3/32" x6m	und	3.00	C\$2,200.00	C\$6,600.00
T	Transporte	viaje	1.00	C\$950.00	C\$950.00

		Costo Total de Actividad		43,799.93
		Costo Unitario de Actividad		C\$ 1,152.63
		<i>Recursos</i>	<i>Cantidades</i>	<i>Costos Unitarios de Recursos</i>
M	Costo de Materiales	C\$ 26,219.00		C\$ 689.97
	% de materiales	59.86%		
MO	Costo M. de obra	C\$ 16,630.93		C\$ 437.66
	% de m. de obra	37.97%		
T	Costo Transporte	C\$ 950.00		C\$ 25.00

	% de transporte	2.17%	
S	Costo Subcontrato	C\$ 0.00	C\$ 0.00
	% de Subcontrato	0.00%	
	TOTAL	C\$ 43,799.93	C\$ 1,152.63
		100.00%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 58 Costo unitario colocación de cubierta.

4.2	COLOCACIÓN DE CUBIERTA	Cantidad	38.00	u/m	m ²
Código	Descripción	u/m	Cantidad	Precio unit	Total
O	Oficial	hr	4.00	C\$100.00	C\$746.56
O	Ayudante	hr	4.00	C\$56.25	C\$419.94
M	Lamina zinc ondulada Calibre 26 Ferromax	und	18.00	C\$565.00	C\$10,170.00
M	Cumbrera de zinc liso aluminio Cal 26	ml	6.31	C\$320.00	C\$2,019.20
M	Golosos para zinc	und	200.00	C\$6.00	C\$1,200.00
T	Transporte	viaje	1.00	C\$950.00	C\$950.00

Costo Total de Actividad		C\$ 15,505.70
Costo Unitario de Actividad		C\$ 408.04
	Recursos	Cantidades
M	Costo de Materiales	C\$ 13,389.20
	% de materiales	86.35%
MO	Costo M. de obra	C\$ 1,166.50
	% de m. de obra	7.52%
T	Costo Transporte	C\$ 950.00
	% de transporte	6.13%
S	Costo Subcontrato	C\$ 0.00
	% de Subcontrato	0.00%
	TOTAL	C\$ 15,505.70
		100.00%

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 59 Costo unitario piqueteo.

05	ACABADOS	Cantidad	299.00	u/m	m ²
Código	Descripción	u/m	Cantidad	Precio unit	Total
O	Piqueteo en concreto, paredes, fondo de losa y losa superior	hr	120.00	C\$56.25	C\$12,598.20

Costo Total de Actividad		12,598.20
Costo Unitario de Actividad		C\$ 42.13
	Recursos	Cantidades
M	Costo de Materiales	C\$ 0.00
	% de materiales	0.00%
MO	Costo M. de obra	C\$ 12,598.20
	% de m. de obra	100.00%
T	Costo Transporte	C\$ 0.00
	% de transporte	0.00%
S	Costo Subcontrato	C\$ 0.00
	% de Subcontrato	0.00%

TOTAL	C\$ 12,598.20	C\$ 42.13
	100.00%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 60 Costo unitario mortero impermeabilizante.

5.2	MORTERO IMPERMEABILIZANTE	Cantidad	299.00	u/m	m ²
Código	Descripción	u/m	Cantidad	Precio unit	Total
O	Aplicación de impermeabilizante t=4mm	hrs	120.00	C\$56.25	C\$12,598.20
M	Maxiseal Plus	Bls	75.00	C\$650.00	C\$48,750.00

		Costo Total de Actividad		C\$ 61,348.20
		Costo Unitario de Actividad		C\$ 205.18
		<i>Recursos</i>	<i>Cantidades</i>	<i>Costos Unitarios de Recursos</i>
M	Costo de Materiales	C\$ 48,750.00		C\$ 163.04
	% de materiales	79.46%		
MO	Costo M. de obra	C\$ 12,598.20		C\$ 42.13
	% de m. de obra	20.54%		
T	Costo Transporte	C\$ 0.00		C\$ 0.00
	% de transporte	0.00%		
S	Costo Subcontrato	C\$ 0.00		C\$ 0.00
	% de Subcontrato	0.00%		
TOTAL		C\$ 61,348.20	100.00%	C\$ 205.18

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 61 Costo unitario recubrimiento de Epóxico.

5.3	RECUBRIMIENTO DE EPOXICO	Cantidad	193.00	u/m	m ²
Código	Descripción	u/m	Cantidad	Precio unit	Total
O	Aplicación de Epoxico	hrs	32.00	C\$56.25	C\$3,359.52
M	Epoxico Maxipoxy 105 Intaco	gln	28.00	C\$360.00	C\$10,080.00
M	Rodo	c/u	2.00	C\$110.00	C\$220.00
M	Felpa	Lts	2.00	C\$75.00	C\$150.00
M	Brochas 3"	glb	4.00	C\$65.00	C\$260.00

		Costo Total de Actividad		C\$ 14,069.52
		Costo Unitario de Actividad		C\$ 72.90
		<i>Recursos</i>	<i>Cantidades</i>	<i>Costos Unitarios de Recursos</i>
M	Costo de Materiales	C\$ 10,710.00		C\$ 55.49
	% de materiales	76.12%		
MO	Costo M. de obra	C\$ 3,359.52		C\$ 17.41
	% de m. de obra	23.88%		
T	Costo Transporte	C\$ 0.00		C\$ 0.00
	% de transporte	0.00%		
S	Costo Subcontrato	C\$ 0.00		C\$ 0.00
	% de Subcontrato	0.00%		

TOTAL	C\$ 14,069.52	C\$ 72.90
	100.00%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 62 Costo unitario puertas especiales compuertas.

06 OBRAS HIDROSANITARIAS CONEXAS					
6.1	PUERTAS ESPECIALES COMPUERTAS	Cantidad	1	u/m	Glb
Código	Descripción	u/m	Cantidad	Precio unit	Total
S	Sistema de 2 Operadores de Compuerta metálica en área de llenado de cárcamo de bombeo de agua potable. Incluye mecanismo de izaje, hoja de compuerta deslizante, vástagos, y su respectivo anclaje.	Glb	1.00	C\$17,520.00	C\$17,520.00
S	Válvulas de compuerta de 2 plg para conexión a cisterna	Un	2.00	C\$7,215.00	C\$14,430.00

		Costo Total de Actividad		C\$ 31,950.00
		Costo Unitario de Actividad		C\$ 31,950.00
		<i>Recursos</i>	<i>Cantidades</i>	<i>Costos Unitarios de Recursos</i>
M	Costo de Materiales	C\$ 0.00		C\$ 0.00
	% de materiales	0.00%		
MO	Costo M. de obra	C\$ 0.00		C\$ 0.00
	% de m. de obra	0.00%		
T	Costo Transporte	C\$ 0.00		C\$ 0.00
	% de transporte	0.00%		
S	Costo Subcontrato	C\$ 31,950.00		C\$ 31,950.00
	% de Subcontrato	100.00%		
TOTAL		C\$ 31,950.00		C\$ 31,950.00
		100.00%		

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 63 Costo unitario tapa metálica.

6.2	TAPA METÁLICA	Cantidad	5.00	u/m	un
Código	Descripción	u/m	Cantidad	Precio unit	Total
S	Tapa metálica de 75cmx75cm de 1/8" con pintura anticorrosiva. Incluye bisagras, herraje y cerraje.	un	5.00	C\$4,500.00	C\$22,500.00

		Costo Total de Actividad		C\$ 22,500.00
		Costo Unitario de Actividad		C\$ 4,500.00
		<i>Recursos</i>	<i>Cantidades</i>	<i>Costos Unitarios de Recursos</i>
M	Costo de Materiales	C\$ 0.00		C\$ 0.00
	% de materiales	0.00%		

MO	Costo M. de obra	C\$ 0.00	C\$ 0.00
	% de m. de obra	0.00%	
T	Costo Transporte	C\$ 0.00	C\$ 0.00
	% de transporte	0.00%	
S	Costo Subcontrato	C\$ 22,500.00	C\$ 4,500.00
	% de Subcontrato	100.00%	
TOTAL		C\$ 22,500.00	C\$ 4,500.00
		100.00%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 64 Costo unitario cerramiento metálico.

07	OBRAS METALICAS
----	-----------------

7.1	CERRAMIENTO METALICO	Cantidad	42.00	u/m	m ²
Código	Descripción	u/m	Cantidad	Precio unit	Total
O	Elaborar y colocar cerramiento metálico	hr	80.00	C\$100.00	C\$14,931.20
O	Ayudantes	hr	80.00	C\$56.25	C\$8,398.80
M	Pintura anticorrosiva color gris	gln	2.00	C\$630.00	C\$1,260.00
M	Diluyente	gln	1.00	C\$220.00	C\$220.00
M	Brochas de 3" y 4"	und	6.00	C\$75.00	C\$450.00
M	Malla ciclón de 8' calibre 13	und	1.00	C\$6,740.00	C\$6,740.00
M	Tubo redondo Ho.Go 2" x 1/8" x 6m	und	15.00	C\$860.00	C\$12,900.00
M	Soldadura 60-11 1/8"	lbs	22.00	C\$130.00	C\$2,860.00
M	Disco de corte metal 9"	und	8.00	C\$180.00	C\$1,440.00
M	Bisagra para portón metálico	und	4.00	C\$145.00	C\$580.00
M	Varilla lisa de 1/4" estándar	qq	1.00	C\$1,993.00	C\$1,993.00
T	Transporte	glb	1.00	C\$950.00	C\$950.00

Costo Total de Actividad		C\$ 52,723.00	
Costo Unitario de Actividad		C\$ 1,255.31	
	Recursos	Cantidades	
	Costos Unitarios de Recursos		
M	Costo de Materiales	C\$ 28,443.00	C\$ 677.21
	% de materiales	53.95%	
MO	Costo M. de obra	C\$ 23,330.00	C\$ 555.48
	% de m. de obra	44.25%	
T	Costo Transporte	C\$ 950.00	C\$ 22.62
	% de transporte	1.80%	
S	Costo Subcontrato	C\$ 0.00	C\$ 0.00
	% de Subcontrato	0.00%	
TOTAL		C\$ 52,723.00	C\$ 1,255.31
		100.00%	

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 65 Costo unitario equipo de bombeo.

08		EQUIPO DE BOMBEO + SISTEMA DE ABLANDAMIENTO			
8.1	EQUIPO DE BOMBEO	Cantidad	1.00	u/m	GLB
Código	Descripción	u/m	Cantidad	Precio unit	Total
S	Suministro e instalación de equipo de bombeo de agua potable del tipo BoosterPaq triplex marca Grundfos equivalente o superior, compuesto por 3 bombas tipo CR de presión constante velocidad variable, 2 en funcionamiento y 1 como respaldo, cada una para Q=50 gpm, potencia máxima de cada bomba= 5 hp, con panel controlador, con logo de funcionamiento alterno entre las 3 bombas, con cabezal de succión y descarga de acero inoxidable, con boya de protección de bajo nivel en tanque de agua.	glb	1.00	C\$625,992.18	C\$625,992.18
S	Suministro e instalación de SISTEMA DE ABLANDAMIENTO TWIN para manejo de 20 galones por minuto, totalmente automático.	glb	1.00	C\$700,000.00	C\$700,000.00
S	Válvulas boya de flotador pesada de bronce de Ø2 plg para conexión a cisternas, similar o superior al modelo HKSFO50 de la marca HERBERT	und	2.00	C\$12,150.00	C\$24,300.00
S	Tubo de ventilación HoGo 2" de 50mm, incluye accesorios.	und	2.00	C\$3,000.00	C\$6,000.00

		Costo Total de Actividad		C\$ 1,356,292.18
		Costo Unitario de Actividad		C\$ 1,356,292.18
		Recursos	Cantidades	Costos Unitarios de Recursos
M	Costo de Materiales	C\$ 0.00		C\$ 0.00
	% de materiales	0.00%		
MO	Costo M. de obra	C\$ 0.00		C\$ 0.00
	% de m. de obra	0.00%		
T	Costo Transporte	C\$ 0.00		C\$ 0.00
	% de transporte	0.00%		
S	Costo Subcontrato	C\$ 1,356,292.18		C\$ 1,356,292.18
	% de Subcontrato	100.00%		
TOTAL		C\$ 1,356,292.18	100.00%	C\$ 1,356,292.18

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 66 Costo unitario limpieza final.

09		LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA			
9.1	LIMPIEZA FINAL	Cantidad	197.88	u/m	M2
Código	Descripción	u/m	Cantidad	Precio unit	Total
O	ayudante	hr	10.0	C\$56.25	C\$1,049.85
M	Escoba	c/u	2.0	C\$60.00	C\$120.00
M	Lanillas	c/u	4.00	C\$75.00	C\$300.00

Costo Total de Actividad		C\$ 1,469.85
Costo Unitario de Actividad		C\$ 7.43

	<i>Recursos</i>	<i>Cantidades</i>	<i>Costos Unitarios de Recursos</i>
M	Costo de Materiales	C\$ 420.00	C\$ 2.12
	% de materiales	28.57%	
MO	Costo M. de obra	C\$ 1,049.85	C\$ 5.31
	% de m. de obra	71.43%	
T	Costo Transporte	C\$ 0.00	C\$ 0.00
	% de transporte	0.00%	
S	Costo Subcontrato	C\$ 0.00	C\$ 0.00
	% de Subcontrato	0.00%	
	TOTAL	C\$ 1,469.85	C\$ 7.43
		100.00%	

Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se presentan los resultados del desglose de actividades para determinar el costo unitario para cada actividad.

Tabla 67 Tabla de costos unitarios por actividad.

Etapa	Sub-etapa	Descripción	Materiales C\$	M. Obra C\$	Transp. C\$	Sub-contrato C\$	Total C\$
01	PRELIMINARES						
	1.1	LIMPIEZA INICIAL	C\$0.00	C\$8.49	C\$5.56	C\$0.00	C\$14.05
	1.2	TRAZO Y NIVELACION	C\$19.43	C\$16.03	C\$3.09	C\$0.00	C\$38.54
	1.3	CONSTRUCCIONES TEMPORALES	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$67,525.00	C\$67,525.00
02	FUNDACIONES						
	2.1	EXCAVACION ESTRUCTURAL	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$74.58	C\$74.58
	2.2	NIVELACIÓN, CONFORMACION DE FONDO Y TALUDES DE EXCAVACIÓN	C\$0.00	C\$49.76	C\$0.00	C\$21.62	C\$71.38
	2.3	MEJORAMIENTO DE CICOPLEO	C\$4,023.82	C\$1,474.62	C\$36.79	C\$36.75	C\$5,571.98
	2.4	ACERO DE REFUERZO	C\$53.75	C\$0.00	C\$0.00	C\$17.40	C\$71.15
	2.5	FORMALETA PARA LOSA DE FUNDACIÓN	C\$0.00	C\$363.95	C\$0.00	C\$430.34	C\$794.29
	2.6	CONCRETO 210 kg/cm ²	C\$6,570.00	C\$273.72	C\$0.00	C\$12.45	C\$6,856.17
	2.7	DESALOJO DE MATERIAL	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$38.18	C\$38.18
03	ESTRUCTURA DE CONCRETO MURO + LOSA SUPERIOR						
	3.1	ACERO DE REFUERZO	C\$54.63	C\$0.00	C\$0.00	C\$17.40	C\$72.03
	3.2	FORMALETA PARA MURO Y LOSA SUPERIOR	C\$0.00	C\$363.95	C\$0.00	C\$390.72	C\$754.67
	3.3	CONCRETO 210 kg/cm ²	C\$6,750.75	C\$478.96	C\$0.00	C\$14.95	C\$7,244.66
	3.4	WATERSTOP BANDA PVC	C\$47.33	C\$36.81	C\$0.00	C\$0.00	C\$84.14
	3.5	RELLENO Y COMPACTACIÓN	C\$370.00	C\$35.15	C\$0.00	C\$22.92	C\$428.07
04	TECHOS Y FACIAS						
	4.1	ESTRUCTURA DE TECHO	C\$689.97	C\$437.66	C\$25.00	C\$0.00	C\$1,152.63
	4.2	COLOCACIÓN DE CUBIERTA	C\$352.35	C\$30.70	C\$25.00	C\$0.00	C\$408.04

05		ACABADOS					
	5.1	PIQUETEO	C\$0.00	C\$42.13	C\$0.00	C\$0.00	C\$42.13
	5.2	MORTERO IMPERMEABILIZANTE	C\$163.04	C\$42.13	C\$0.00	C\$0.00	C\$205.18
	5.3	RECUBRIMIENTO DE EPOXICO	C\$55.49	C\$17.41	C\$0.00	C\$0.00	C\$72.90
06		OBRAS HIDROSANITARIAS CONEXAS					
	6.1	PUERTAS ESPECIALES COMPUERTAS	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$31,950.00	C\$31,950.00
	6.2	TAPA METÁLICA	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$4,500.00	C\$4,500.00
07		OBRAS METALICAS					
	7.1	CERRAMIENTO METALICO	C\$677.21	C\$555.48	C\$22.62	C\$0.00	C\$1,255.31
08		EQUIPO DE BOMBEO + SISTEMA DE ABLANDAMIENTO					
	8.1	EQUIPO DE BOMBEO	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$1,356,292.18	C\$1,356,292.18
09		LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA					
	9.1	LIMPIEZA FINAL	C\$2.12	C\$5.31	C\$0.00	C\$0.00	C\$7.43
						TOTAL	C\$1,485,524.69

Fuente: Elaboración propia.

3.1.4. Costos directo.

El costo directo se determina multiplicando el costo unitario por factor (materiales, mano de obra, transporte y sub contratos) por la cantidad de obra determinada en la modelación del proyecto en Revit, resultando lo siguiente:

Tabla 68 de costos directos por actividad.

Etapa	Sub-etapa	Descripción	Materiales \$	M. Obra \$	Transp. \$	Sub-contrato \$	Total \$
01	PRELIMINARES						
	1.1	LIMPIEZA INICIAL	C\$0.00	C\$1,679.76	C\$1,100.00	C\$0.00	C\$2,779.76
	1.2	TRAZO Y NIVELACION	C\$2,828.00	C\$2,333.00	C\$450.00	C\$0.00	C\$5,611.00
	1.3	CONSTRUCCIONES TEMPORALES	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$67,525.00	C\$67,525.00
02	FUNDACIONES						
	2.1	EXCAVACION ESTRUCTURAL	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$33,000.00	C\$33,000.00
	2.2	NIVELACIÓN, CONFORMACION DE FONDO Y TALUDES DE EXCAVACIÓN	C\$0.00	C\$5,039.28	C\$0.00	C\$2,190.00	C\$7,229.28
	2.3	MEJORAMIENTO DE CICOPLEO	C\$103,895.00	C\$38,074.56	C\$950.00	C\$949.00	C\$143,868.56
	2.4	ACERO DE REFUERZO	C\$131,174.18	C\$0.00	C\$0.00	C\$42,465.57	C\$173,639.75
	2.5	FORMALETA PARA LOSA DE FUNDACIÓN	C\$0.00	C\$17,105.56	C\$0.00	C\$20,226.15	C\$37,331.71
	2.6	CONCRETO 210 kg/cm ²	C\$96,316.20	C\$4,012.76	C\$0.00	C\$182.50	C\$100,511.46
	2.7	DESALOJO DE MATERIAL	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$21,960.00	C\$21,960.00
03	ESTRUCTURA DE CONCRETO MURO + LOSA SUPERIOR						
	3.1	ACERO DE REFUERZO	C\$565,757.55	C\$0.00	C\$0.00	C\$180,201.53	C\$745,959.08
	3.2	FORMALETA PARA MURO Y LOSA SUPERIOR	C\$0.00	C\$100,449.65	C\$0.00	C\$107,838.83	C\$208,288.47
	3.3	CONCRETO 210 kg/cm ²	C\$247,280.08	C\$17,544.16	C\$0.00	C\$547.50	C\$265,371.74
	3.4	WATERSTOP BANDA PVC	C\$1,500.00	C\$1,166.50	C\$0.00	C\$0.00	C\$2,666.50
	3.5	RELLENO Y COMPACTACIÓN	C\$106,082.70	C\$10,078.56	C\$0.00	C\$6,570.00	C\$122,731.26

04	TECHOS Y FACIAS						
	4.1	ESTRUCTURA DE TECHO	C\$26,219.00	C\$16,630.93	C\$950.00	C\$0.00	C\$43,799.93
	4.2	COLOCACIÓN DE CUBIERTA	C\$13,389.20	C\$1,166.50	C\$950.00	C\$0.00	C\$15,505.70
05	ACABADOS						
	5.1	PIQUETEO	C\$0.00	C\$12,598.20	C\$0.00	C\$0.00	C\$12,598.20
	5.2	MORTERO IMPERMEABILIZANTE	C\$48,750.00	C\$12,598.20	C\$0.00	C\$0.00	C\$61,348.20
	5.3	RECUBRIMIENTO DE EPOXICO	C\$10,710.00	C\$3,359.52	C\$0.00	C\$0.00	C\$14,069.52
06	OBRAS HIDROSANITARIAS CONEXAS						
	6.1	PUERTAS ESPECIALES COMPUERTAS	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$31,950.00	C\$31,950.00
	6.2	TAPA METÁLICA	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$22,500.00	C\$22,500.00
07	OBRAS METALICAS						
	7.1	CERRAMIENTO METALICO	C\$28,443.00	C\$23,330.00	C\$950.00	C\$0.00	C\$52,723.00
08	EQUIPO DE BOMBEO + SISTEMA DE ABLANDAMIENTO						
	8.1	EQUIPO DE BOMBEO	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$1,356,292.18	C\$1,356,292.18
09	LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA						
	9.1	LIMPIEZA FINAL	C\$420.00	C\$1,049.85	C\$0.00	C\$0.00	C\$1,469.85
						TOTAL	C\$3,550,730.16

Fuente: Elaboración propia.

3.1.5. Costo indirecto.

Todo gasto no utilizable en la elaboración del proyecto es un costo indirecto, estos representan los gastos para dirección, administración, supervisión, vigilancia y prestaciones sociales correspondientes al personal técnico, directivo y administrativo.

Los gastos de los costos indirectos pueden agruparse en 4 principales rubros:

- Gastos administrativos
- Alquileres
- Obligaciones
- Materiales de consumo

En el presente proyecto para efecto de estimación se toma un costo indirecto del 9% del costo directo del proyecto, este corresponde a servicios, administración del proyecto y oficina de campo del proyecto.

Tabla 69 Desglose de costos in directos.

No.	CONCEPTO	IN SITIO (Duracion de los trabajos)	
		%	MONTO
GASTOS ADMINISTRATIVOS			
1	Personal de Campo	3.73%	C\$53,000.00
2	Personal Administrativo	1.16%	C\$16,500.00
3	Personal de Servicio	0.88%	C\$12,500.00
GASTOS OFICINA			
1	Alquiler	0.46%	C\$6,570.00
2	Teléfono e Internet	0.12%	C\$1,752.00
3	Papelería y útiles de oficina	0.07%	C\$1,000.00
4	Útiles de limpieza	0.07%	C\$1,000.00
5	Servicios Básicos	1.76%	C\$25,000.0
6	Impresiones de Planos	0.03%	C\$450.00
TRABAJOS PREVIOS Y AUXILIARES			
1	Imprevistos	0.70%	C\$10,000.00
TOTALES		9.00%	C\$127,772.00

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 70 Cálculo de costos indirectos.

COSTO DIRECTO (CD)	C\$3,550,730.16
COSTO INDIRECTO = 9% (CI)	C\$319,430.00

Fuente: Elaboración propia.

3.2. Presupuesto.

Para este proyecto con un área de 49.82 M², tras el análisis de costo unitarios y la integración de los mismos, un costo indirecto del proyecto de 9% del costo directo, una utilidad neta del contratista estimado en 10% del costo directo del proyecto, resulta en un sub total antes de impuesto de C\$ 4,225,233.17 para la ejecución del proyecto.

Tabla 71 Cálculo de subtotales del proyecto.

COSTO DIRECTO (CD)	C\$3,550,730.16
COSTO INDIRECTO = 9% (CI)	C\$319,430.00
UTILIDADES = 10% (U)	C\$355,073.02
SUBTOTAL (CD+CI+U)	C\$4,225,233.17

Fuente: Elaboración propia.

Al subtotal antes mencionado se le debe aplicar el 15% del impuesto al valor agregado correspondiente a la Dirección General de Ingresos, y el Impuesto municipal del 1% del valor del proyecto correspondiente a la alcaldía de Estelí, resultando el costo total del proyecto de la siguiente manera:

Tabla 72 Cálculo de totales del proyecto.

SUBTOTAL (CD+CI+U)	C\$4,225,233.17
IMPUESTO DE VALOR AGREGADO = 15% (IVA)	C\$633,784.98
IMPUESTO MUNICIPAL = 1 % (IM)	C\$42,252.33
SUB-TOTAL (IVA+IM)	C\$676,037.31
TOTAL	C\$4,901,270.48

Fuente: Elaboración propia.

Resultando el siguiente presupuesto completo de todas las etapas y sub etapas y su costo unitario siguiente:

Tabla 73 Presupuesto General.

PRESUPUESTO "CISTERNA DE AGUA PARA UN SISTEMA CONTRAINCENDIOS EN EL LABORATORIO EPIDIMIOLÓGICO REGIONAL DE ESTELÍ, 2023"														
					COSTOS UNITARIOS					COSTOS TOTALES				
Etap a	Sub-etapa	Descripción	Unidad	Cantidad	Materiales C\$	M. Obra C\$	Transp. C\$	Sub-contrato C\$	Total C\$	Materiales C\$	M. Obra C\$	Transp. C\$	Sub-contrato C\$	Total C\$
01	PRELIMINARES													
	1.1	LIMPIEZA INICIAL	M ²	197.88	C\$0.00	C\$8.49	C\$5.56	C\$0.00	C\$14.05	C\$0.00	C\$1,679.76	C\$1,100.00	C\$0.00	C\$2,779.76
	1.2	TRAZO Y NIVELACION	M ²	145.58	C\$19.43	C\$16.03	C\$3.09	C\$0.00	C\$38.51	C\$2,828.00	C\$2,333.00	C\$450.00	C\$0.00	C\$5,611.00
	1.3	CONSTRUCCIONES TEMPORALES	Glb	1	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$67,525.00	C\$67,525.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$67,525.00	C\$67,525.00
02	FUNDACIONES													
	2.1	EXCAVACION ESTRUCTURAL	m ³	442.45	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$74.58	C\$74.58	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$33,000.00	C\$33,000.00
	2.2	NIVELACIÓN, CONFORMACION DE FONDO Y TALUDES DE EXCAVACIÓN	m ²	101.28	C\$0.00	C\$49.76	C\$0.00	C\$21.62	C\$71.38	C\$0.00	C\$5,039.28	C\$0.00	C\$2,190.00	C\$7,229.28
	2.3	MEJORAMIENTO DE CICOPLEO	m ³	25.82	C\$4,023.82	C\$1,474.62	C\$36.79	C\$36.75	C\$5,571.98	C\$103,895.00	C\$38,074.56	C\$950.00	C\$949.00	C\$143,868.56
	2.4	ACERO DE REFUERZO	KG	2440.55	C\$53.75	C\$0.00	C\$0.00	C\$17.40	C\$71.15	C\$131,174.18	C\$0.00	C\$0.00	C\$42,465.57	C\$173,639.75
	2.5	FORMALETA PARA LOSA DE FUNDACIÓN	m ²	47	C\$0.00	C\$363.95	C\$0.00	C\$430.34	C\$794.29	C\$0.00	C\$17,105.56	C\$0.00	C\$20,226.15	C\$37,331.71
	2.6	CONCRETO 210 kg/cm ²	m ³	14.66	C\$6,570.00	C\$273.72	C\$0.00	C\$12.45	C\$6,856.17	C\$96,316.20	C\$4,012.76	C\$0.00	C\$182.50	C\$100,511.46
	2.7	DESALOJO DE MATERIAL	m ³	575.19	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$38.18	C\$38.18	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$21,960.00	C\$21,960.00
03	ESTRUCTURA DE CONCRETO MURO + LOSA SUPERIOR													
	3.1	ACERO DE REFUERZO	KG	10356.4	C\$54.63	C\$0.00	C\$0.00	C\$17.40	C\$72.03	C\$565,757.55	C\$0.00	C\$0.00	C\$180,201.53	C\$745,959.08
	3.2	FORMALETA PARA MURO Y LOSA SUPERIOR	m ²	276	C\$0.00	C\$363.95	C\$0.00	C\$390.72	C\$754.67	C\$0.00	C\$ 100,449.65	C\$0.00	C\$107,838.83	C\$208,288.47
	3.3	CONCRETO 210 kg/cm ²	m ³	36.63	C\$6,750.75	C\$478.96	C\$0.00	C\$14.95	C\$7,244.66	C\$247,280.08	C\$17,544.16	C\$0.00	C\$547.50	C\$265,371.74
	3.4	WATERSTOP BANDA PVC	ml	31.69	C\$47.33	C\$36.81	C\$0.00	C\$0.00	C\$84.14	C\$1,500.00	C\$1,166.50	C\$0.00	C\$0.00	C\$2,666.50
	3.5	RELLENO Y COMPACTACIÓN	m ³	286.71	C\$370.00	C\$35.15	C\$0.00	C\$22.92	C\$428.07	C\$106,082.70	C\$10,078.56	C\$0.00	C\$6,570.00	C\$122,731.26

04	TECHOS Y FACIAS													
	4.1	ESTRUCTURA DE TECHO	m ²	38	C\$689.97	C\$437.66	C\$25.00	C\$0.00	C\$1,152.63	C\$26,219.00	C\$16,630.93	C\$950.00	C\$0.00	C\$43,799.93
	4.2	COLOCACIÓN DE CUBIERTA	m ²	38	C\$352.35	C\$30.70	C\$25.00	C\$0.00	C\$408.04	C\$13,389.20	C\$1,166.50	C\$950.00	C\$0.00	C\$15,505.70
05	ACABADOS													
	5.1	PIQUETEO	m ²	299	C\$0.00	C\$42.13	C\$0.00	C\$0.00	C\$42.13	C\$0.00	C\$12,598.20	C\$0.00	C\$0.00	C\$12,598.20
	5.2	MORTERO IMPERMEABILIZANTE	m ²	299	C\$163.04	C\$42.13	C\$0.00	C\$0.00	C\$205.18	C\$48,750.00	C\$12,598.20	C\$0.00	C\$0.00	C\$61,348.20
	5.3	RECUBRIMIENTO DE EPOXICO	m ²	193	C\$55.49	C\$17.41	C\$0.00	C\$0.00	C\$72.90	C\$10,710.00	C\$3,359.52	C\$0.00	C\$0.00	C\$14,069.52
06	OBRAS HIDROSANITARIAS CONEXAS													
	6.1	PUERTAS ESPECIALES COMPUERTAS	Glb	1	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$31,950.00	C\$31,950.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$31,950.00	C\$31,950.00
	6.2	TAPA METÁLICA	un	5	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$4,500.00	C\$4,500.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$22,500.00	C\$22,500.00
07	OBRAS METALICAS													
	7.1	CERRAMIENTO METALICO	m ²	42	C\$677.21	C\$555.48	C\$22.62	C\$0.00	C\$1,255.31	C\$28,443.00	C\$23,330.00	C\$950.00	C\$0.00	C\$52,723.00
08	EQUIPO DE BOMBEO + SISTEMA DE ABLANDAMIENTO													
	8.1	EQUIPO DE BOMBEO	GLB	1	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$1,356,292.18	C\$1,356,292.18	C\$0.00	C\$0.00	C\$0.00	C\$1,356,292.18	C\$1,356,292.18
09	LIMPIEZA FINAL Y ENTREGA													
	9.1	LIMPIEZA FINAL	M2	197.88	C\$2.12	C\$5.31	C\$0.00	C\$0.00	C\$7.43	C\$420.00	C\$1,049.85	C\$0.00	C\$0.00	C\$1,469.85

COSTO DIRECTO (CD)	C\$3,550,730.16
COSTO INDIRECTO = 9% (CI)	C\$319,430.00
UTILIDADES = 10% (U)	C\$355,073.02
SUBTOTAL (CD+CI+U)	C\$4,225,233.17
IMPUESTO DE VALOR AGREGADO = 15% (IVA)	C\$633,784.98
IMPUESTO MUNICIPAL = 1% (IM)	C\$42,252.33
SUB-TOTAL (IVA+IM)	C\$676,037.31
TOTAL	C\$4,901,270.48

Fuente: Elaboración propia.

**CAPITULO IV: ESTRUCTURAR LA CONSTRUCCIÓN
DEL PROYECTO HACIENDO USO DEL SOFTWARE
NAVISWORKS.**

4.1. Planificación de Proyecto.

Para llevar a cabo satisfactoriamente la obra se debe de tomar en cuenta la magnitud del proyecto y los requerimientos que se presentaran a lo largo de la ejecución de la obra.

Para satisfacer todos estos requerimientos y necesidades que se presentaran durante la ejecución de la obra se debe primeramente elaborar un plan para programar los requerimientos y cumplir con todas las necesidades de toda la obra en tiempos óptimos. Partiendo de estas premisas se debe contemplar todos los factores que intervendrán en el proyecto.

Las actividades de presupuestar y programar están entrelazadas entre sí, no se pueden delimitar como dos etapas diferentes, antes y después del presupuesto se dan actividades de programación. La programación implica la anticipación de cómo se ejecutará una obra, involucra la formulación de un plan de acción para la ejecución y definición de los recursos necesarios para lograrlo en tiempo, costo y calidad. Las actividades incluidas en un programa de obras son todas las necesarias para su realización, no solamente las de tipo constructivo también involucra actividades como instalaciones de oficinas, bodegas, así como las relativas a terminación y entrega de la obra.

Tras identificar las actividades que integran la planificación, el siguiente paso es determinar la duración de cada una. De estas duraciones depende el plazo de la obra y la fecha de los hitos intermedios. Las duraciones mal asignadas pueden corromper la planificación, lo que la haría inviable o sin utilidad práctica para los responsables de la obra. El valor real de la planificación y la confianza que merece residen principalmente en dos parámetros: la duración y la lógica (la interdependencia entre las actividades). Estos elementos son la base para el cálculo de la red y generarán los siguientes resultados:

- Plazo total del proyecto.
- Fechas de inicio y final de cada actividad.

- Identificación de actividades cuya ejecución debe suceder necesariamente en la fecha calculada para no demorar los proyectos (actividades críticas).
- Holuras de actividades no críticas.

Para explicar más detalladamente el proceso de programación de obras, a continuación, se explicará la programación detallada para la etapa de Preliminares haciendo uso de MS Project tal como se hizo para el presupuesto.

4.1.1. Guía de obtención de duración para Etapa Preliminares.

- Se debe el crear el calendario para definir los días hábiles, jornada laboral y feriados dentro del plazo de ejecución del proyecto, el programa por defecto, al registrar un proyecto asigna un calendario base, el cual es utilizado por todas las actividades. Sin embargo, el usuario puede registrar uno nuevo y personalizarlo a su conveniencia.

Los días hábiles contemplados fueron lunes a sábado de 7:00 am a 4:00 pm respetando la jornada ordinaria la cual no puede exceder 8 horas diarias y 48 horas semanales, como lo establece el art. 51 de código de Trabajo de Nicaragua. Los días feriados de Nicaragua establecidos por el art. 66 por lo tanto son obligatorios y con goce de salario.

Tabla 74 Días feriados Nicaragua.

Días Feriados Nicaragua
Primero de Enero
Jueves Santo
Viernes Santo
Sábado Santo
Primero de Mayo
19 de Julio
14 de septiembre
15 de septiembre
8 de diciembre
25 de diciembre

Fuente: Elaboración propia.

Figura 19 MS Project calendario laboral.

Cambiar calendario laboral

Para calendario:

El calendario 'Calendario Cisterna' es un calendario base.

Leyenda:

- Laborable
- No laborable
- 31 Horas laborables modificadas
- 31 En este calendario: Día de excepción
- 31 Semana laboral no predeterminada

Haga clic en un día para ver sus períodos laborables:

- 07:00 a 12:00
- 13:00 a 16:00

Basado en:
Semana laboral predeterminada del calendario 'Calendario Cisterna'.

Nombre	Comienzo	Fin
1 8 de Diciembre	8/12/2023	8/12/2023
2 25 de Diciembre	25/12/2023	25/12/2023
3 Primero de Enero	1/1/2024	1/1/2024
4 Jueves Santo	28/3/2024	28/3/2024
5 Viernes Santo	29/3/2024	29/3/2024
6 Sabado Santo	30/3/2024	30/3/2024
7 Primero de Mayo	1/5/2024	1/5/2024
8 19 de Julio	19/7/2024	19/7/2024
9 14 Septiembre	14/9/2024	14/9/2024
10 15 Septiembre	15/9/2024	15/9/2024

Fuente: Elaboración propia.

- En el apartado de información de proyecto, configuramos la fecha de inicio de la construcción. La fecha de inicio programada fue establecida el 6 de noviembre del 2023. Además, se selecciona el calendario anteriormente creado para emplear al proyecto.

Figura 20 MS Project información del proyecto.

Información del proyecto 'Proyecto1'

Fecha de comienzo: Fecha actual:

Fecha de fin: Fecha de estado:

Programar a partir de: Calendario:

Todas las tareas comienzan lo antes posible.

Campos personalizados de empresa

Departamento:

Nombre de campo personalizado	Valor

Fuente: Elaboración propia.

- Una vez configurado el proyecto se procede a colocar las etapas y subetapas de la construcción. En este caso Preliminares la cual tiene 3 sub-etapas: Limpieza inicial, trazo y nivelación y construcciones temporales. A cada una de ellas se le establecerá una duración, existen dos formas para lograr determinar duración, con experiencia en el campo constructivo y con las normas de rendimiento (Producción Horaria), con la siguiente formula:

Ecuación 2 Determinación de tiempo.

$$CO / (NRH * CT)$$

CO: Cantidades de obra a ejecutar.

NRH: Norma de rendimiento (Producción Horaria).

CT: Cantidad de trabajadores o cuadrillas.

Para limpieza inicial, el área 197.88 m² representaría la cantidad de obras por ejecutar, la cual se divide entre la norma de rendimiento (producción horaria) en el rango de 10 m² a 15 m² por un ayudante.

$$197.88 \text{ m}^2 / (12.5 \text{ m}^2\text{-hora} * 2 \text{ ayudantes}) = 7.92 \text{ horas} = 1 \text{ Día.}$$

Así mismo para la sub-etapa de trazo y nivelación tiene un área de 145.58 m² con una NRH entre 17 m² a 20 m² con 1 oficial y 1 ayudante.

$$145.58 \text{ m}^2 / (18.5 \text{ m}^2\text{-hora} * 1 \text{ cuadrilla}) = 7.87 \text{ horas} = 1 \text{ Día.}$$

Con respecto las construcciones temporales al ser cotizados los servicios se saben que el tiempo a instalar no supera 1 día.

Figura 21 Duración de actividades.

	Nombre de tarea	Duración	Comienzo	Fin
0	↳ Proyecto1	3 días	lun 6/11/23	jue 9/11/23
1	↳ 1 Preliminares	3 días	lun 6/11/23	jue 9/11/23
2	1.1 Limpieza Inicial	1 día	lun 6/11/23	mar 7/11/23
3	1.2 Trazo y nivelación	1 día	mar 7/11/23	mié 8/11/23
4	1.3 Construcciones Temporales	1 día	mié 8/11/23	jue 9/11/23

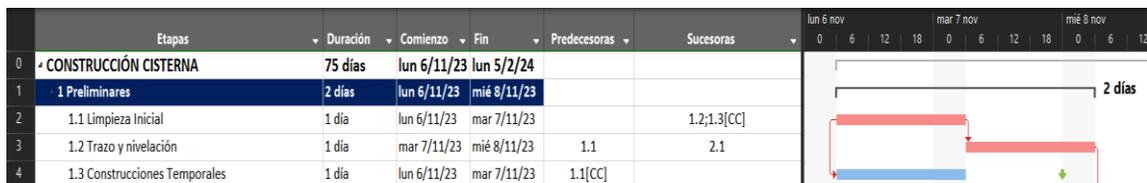
Fuente: Elaboración propia.

En principio, ya hemos visto que todas las tareas tienen una duración de un día estimado, pero también tienen una fecha de comienzo, que corresponde inicialmente con la fecha de comienzo del proyecto. Pues bien, ahora vamos a definir o vincular unas tareas con otras, de acuerdo al tipo de dependencia que según estimemos debemos aplicar. Cada tarea debe conectar con al menos una predecesora y una sucesora, a excepción de la primera y última tarea.

- Procederemos a agregar columnas de predecesoras y sucesoras, con el fin de poder guiarnos y aplicarle la dependencia conveniente a cada tarea. Estas a medida que vayamos agregándole vinculaciones se irán actualizando automáticamente.

La tarea limpieza inicial al ser la primera no tiene una tarea que le preceda, Trazo y nivelación la tarea que le precede es limpieza inicial esto va ir de acuerdo al sistema constructivo, por lo tanto, se le aplica una dependencia FC (fin comienzo) que se refiere que en cuanto termine la actividad Limpieza inicial empezara Trazo y nivelación. Con respecto a la tarea construcciones temporales esta se le aplicara una dependencia de CC (comienzo comienzo) de la tarea limpieza inicial, ya que esta no se considera una tarea critica, ejecutándose en paralelo con esta actividad, pasando de 3 a 2 días laborales.

Figura 22 MS Project vinculación de tareas.



Fuente: Elaboración propia.

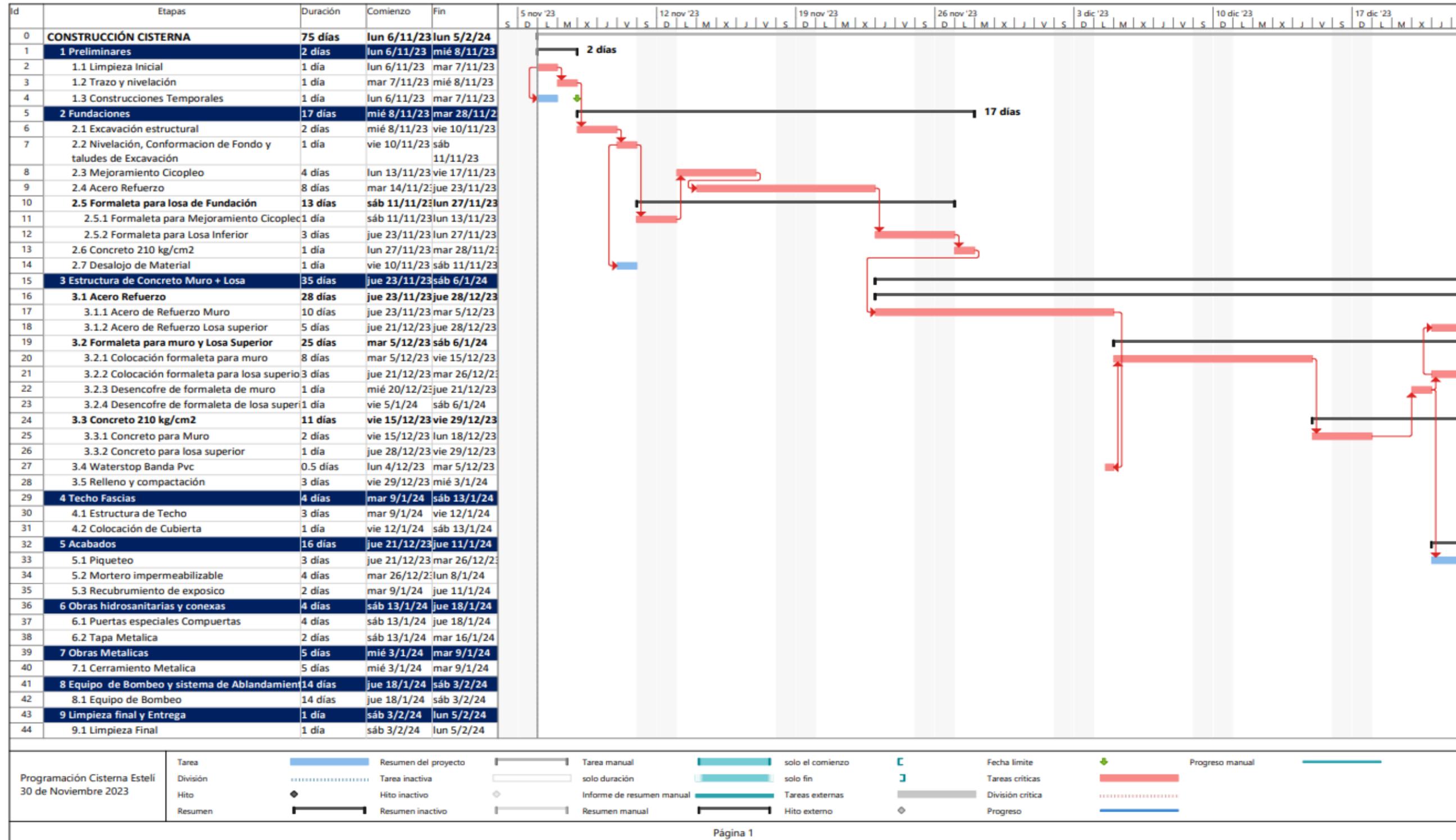
Realizando la programación completa de las etapas y aplicando la dependencia constructiva conveniente el resultado fue de 75 días. A continuación, se muestra la tabla de secuencia de actividades y diagrama de Gantt proporcionados por MS Project, presentes en el proyecto:

Tabla 75 Secuencia de actividades.

Etapas	Predecesoras	Sucesoras
CONSTRUCCIÓN CISTERNA		
Preliminares		
Limpieza Inicial		1.2;1.3[CC]
Trazo y nivelación	1.1	2.1
Construcciones Temporales	1.1[CC]	
Fundaciones		
Excavación estructural	1.2	2.2
Nivelación, Conformación de Fondo y taludes de Excavación	2.1	2.5.1;2.7[CC]
Mejoramamiento Ciclópeo	2.5.1	2.4[FC-3 días]
Acero Refuerzo	2.3[FC-3 días]	2.5.2
Formaleta para losa de Fundación		
Formaleta para Mejoramiento Ciclópeo	2.2	2.3
Formaleta para Losa Inferior	2.4	2.6
Concreto 210 kg/cm2	2.5.2	3.1.1[FC-4 días]
Desalojo de Material	2.2[CC]	
Estructura de Concreto Muro + Losa		
Acero Refuerzo		
Acero de Refuerzo Muro	2.6[FC-4 días]	3.4[FF]
Acero de Refuerzo Losa superior	3.2.2[CC]	3.3.2
Formaleta para muro y Losa Superior		
Colocación formaleta para muro	3.4	3.3.1
Colocación formaleta para losa superior	3.2.3	3.1.2[CC]
Desencofre de formaleta de muro	3.3.1[FC+2 días]	3.2.2;5.1
Desencofre de formaleta de losa superior	3.3.2[FC+5 días]	5.2[FF]
Concreto 210 kg/cm2		
Concreto para Muro	3.2.1	3.2.3[FC+2 días]
Concreto para losa superior	3.1.2	3.2.4[FC+5 días];7.1[FC+3 días]
Waterstop Banda Pvc	3.1.1[FF]	3.2.1
Relleno y compactación	5.2[FC-7 días]	4.1
Techo Fascias		
Estructura de Techo	7.1;3.5	4.2
Colocación de Cubierta	4.1	6.1
Acabados		
Piqueteo	3.2.3	5.2
Mortero impermeabilizante	5.1;3.2.4[FF]	3.5[FC-7 días];5.3[FC+1 día]
Recubrimiento de epóxico	5.2[FC+1 día]	6.1
Obras hidrosanitarias y conexas		
Puertas especiales Compuertas	4.2;5.3	8.1;6.2[CC]
Tapa Metálica	6.1[CC]	8.1
Obras Metálicas		
Cerramiento Metálica	3.3.2[FC+3 días]	4.1
Equipo de Bombeo y sistema de Ablandamiento		
Equipo de Bombeo	6.1;6.2	9.1
Limpieza final y Entrega		
Limpieza Final	8.1	

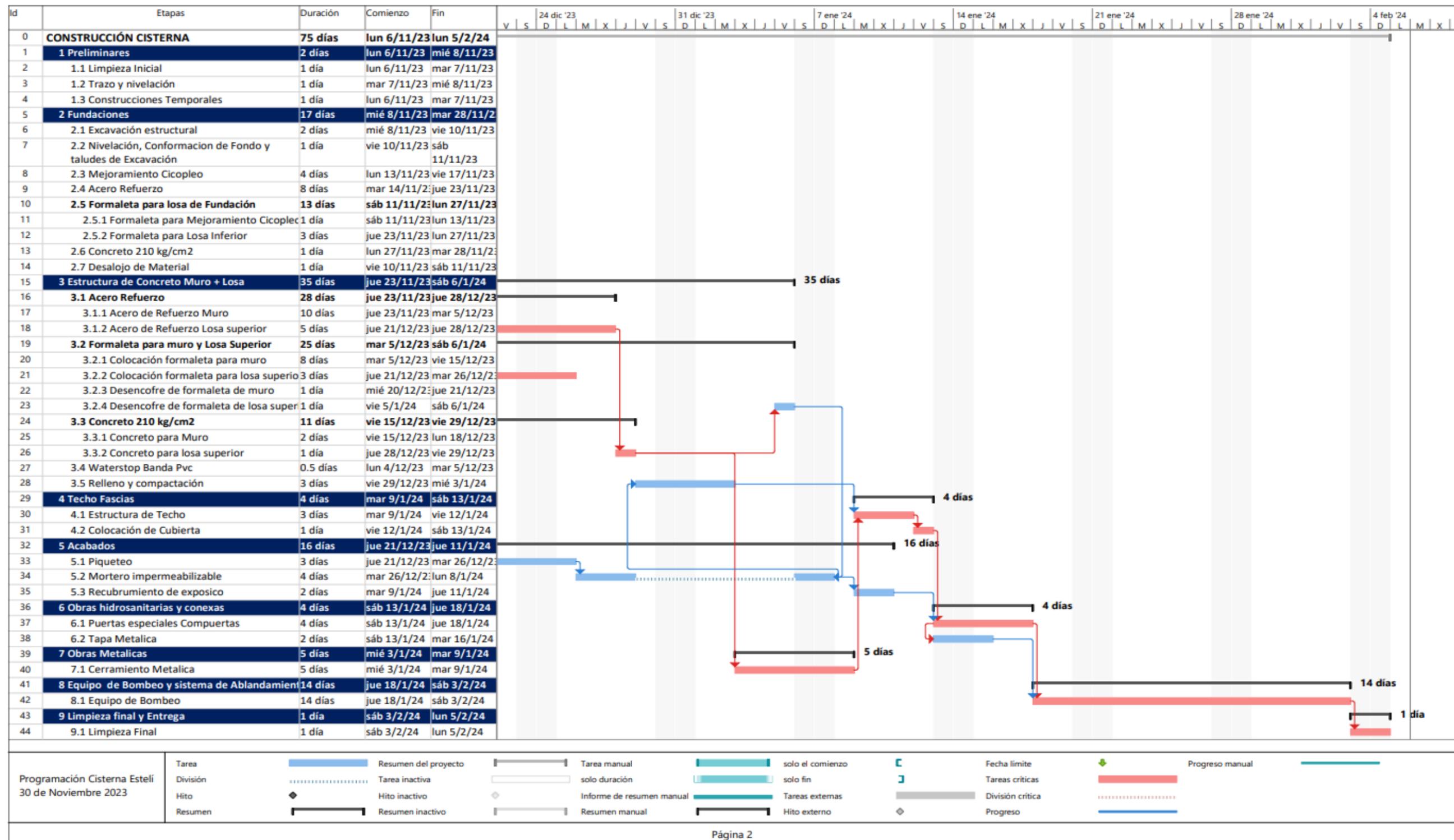
Fuente: Elaboración propia.

Figura 23 Diagrama de Gantt.



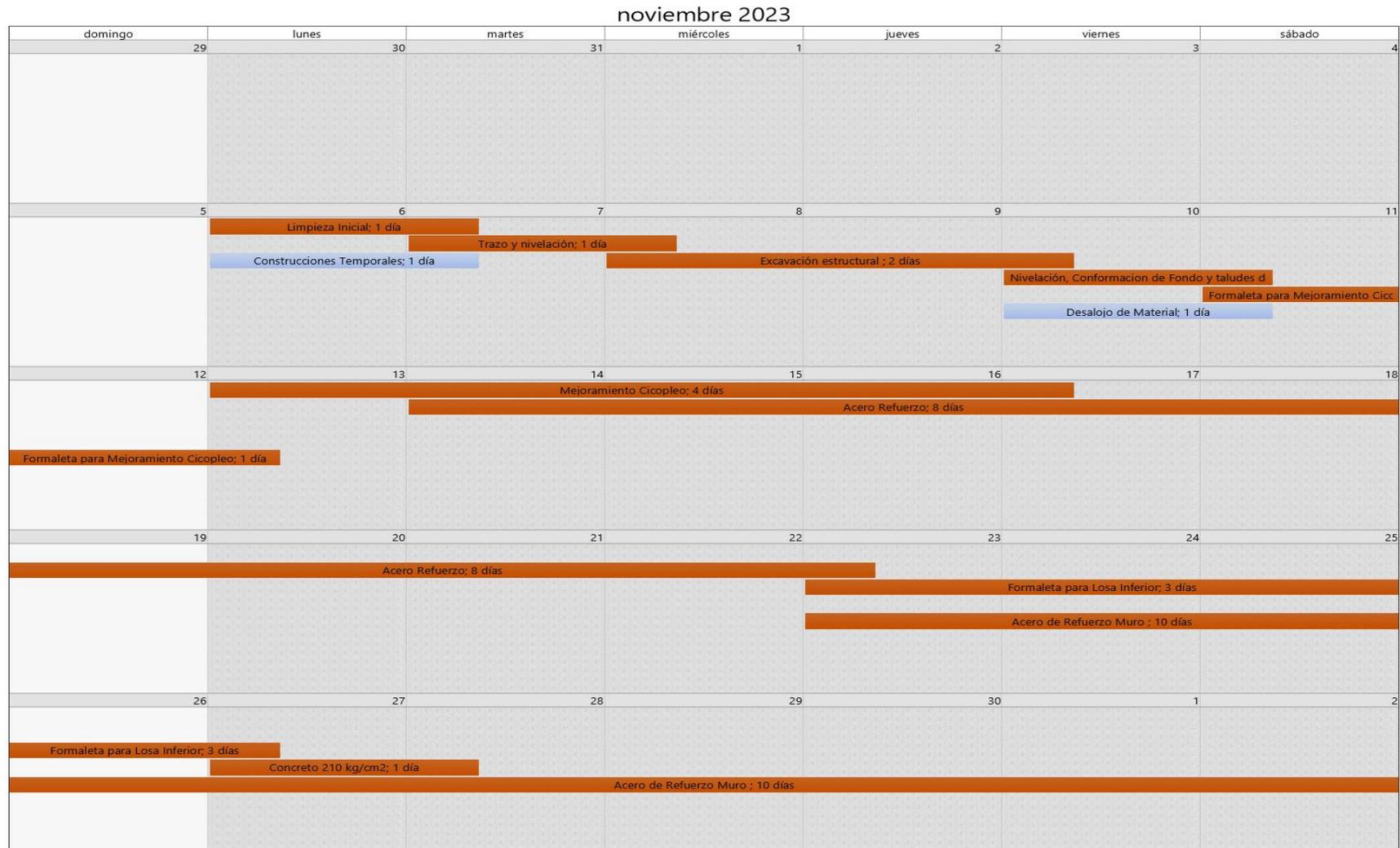
Fuente: Elaboración propia.

Figura 24 Diagrama de Gantt.



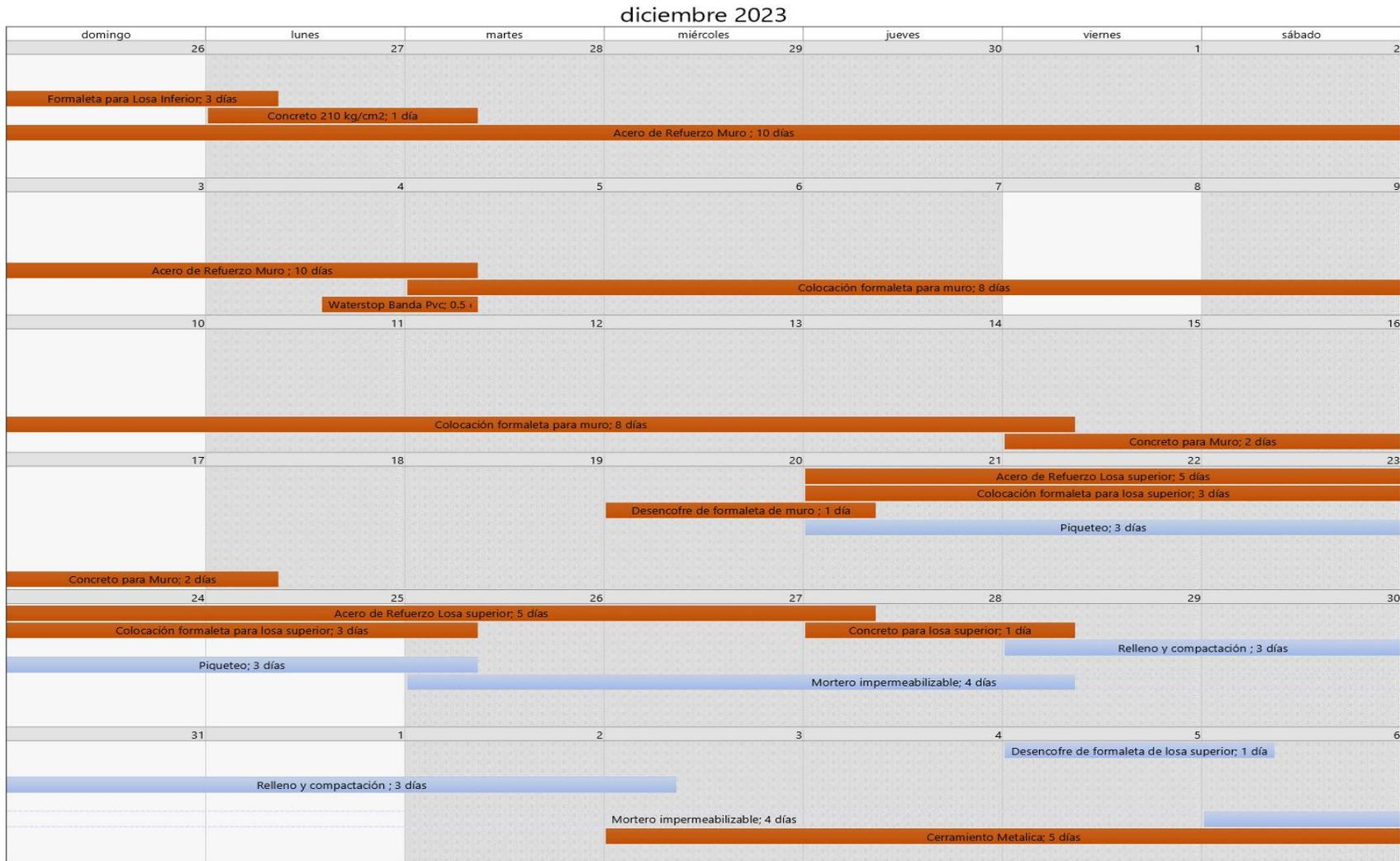
Fuente: Elaboración propia.

Figura 25 Calendario noviembre 2023.



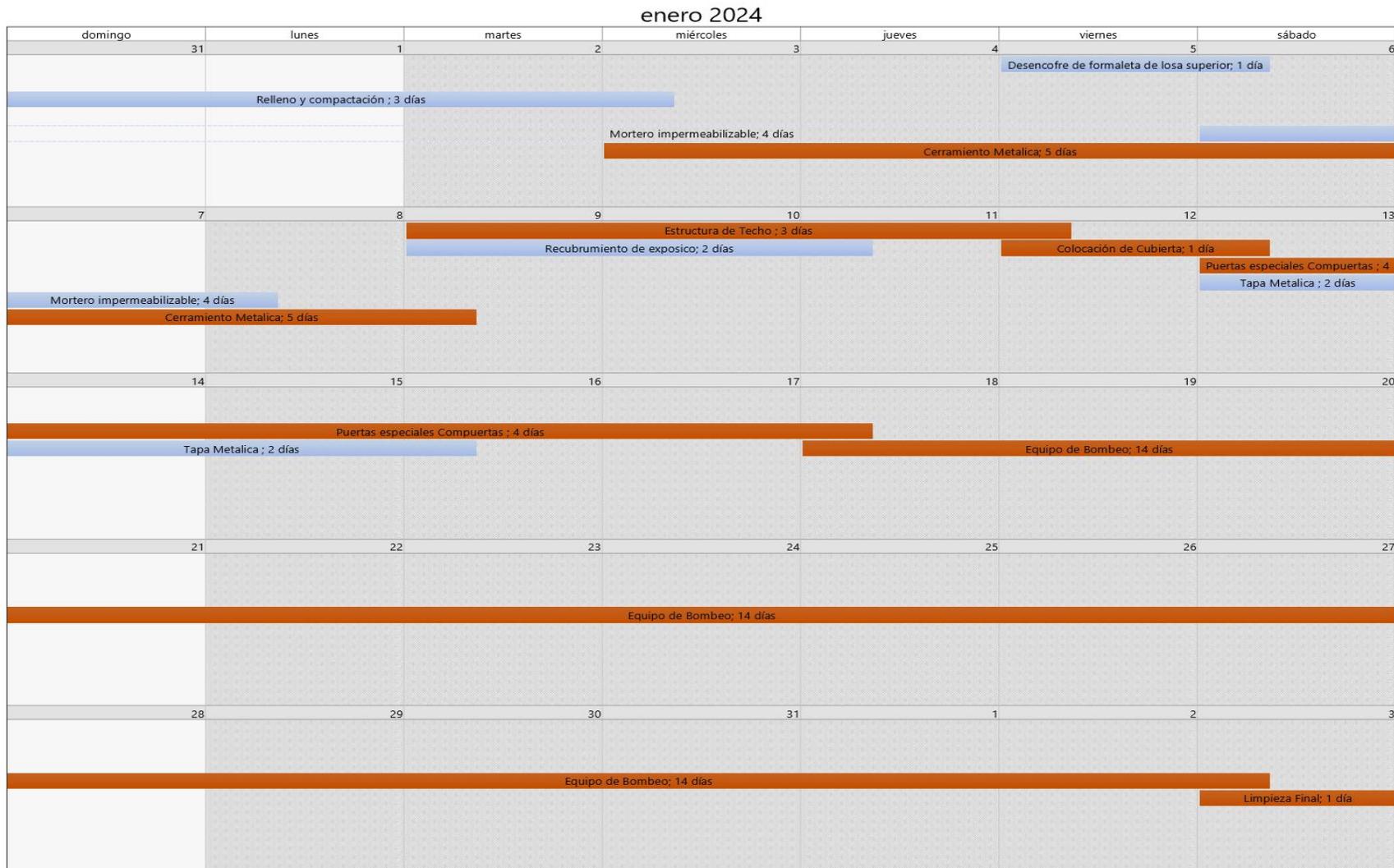
Fuente: Elaboración propia.

Figura 26 Calendario diciembre 2023.



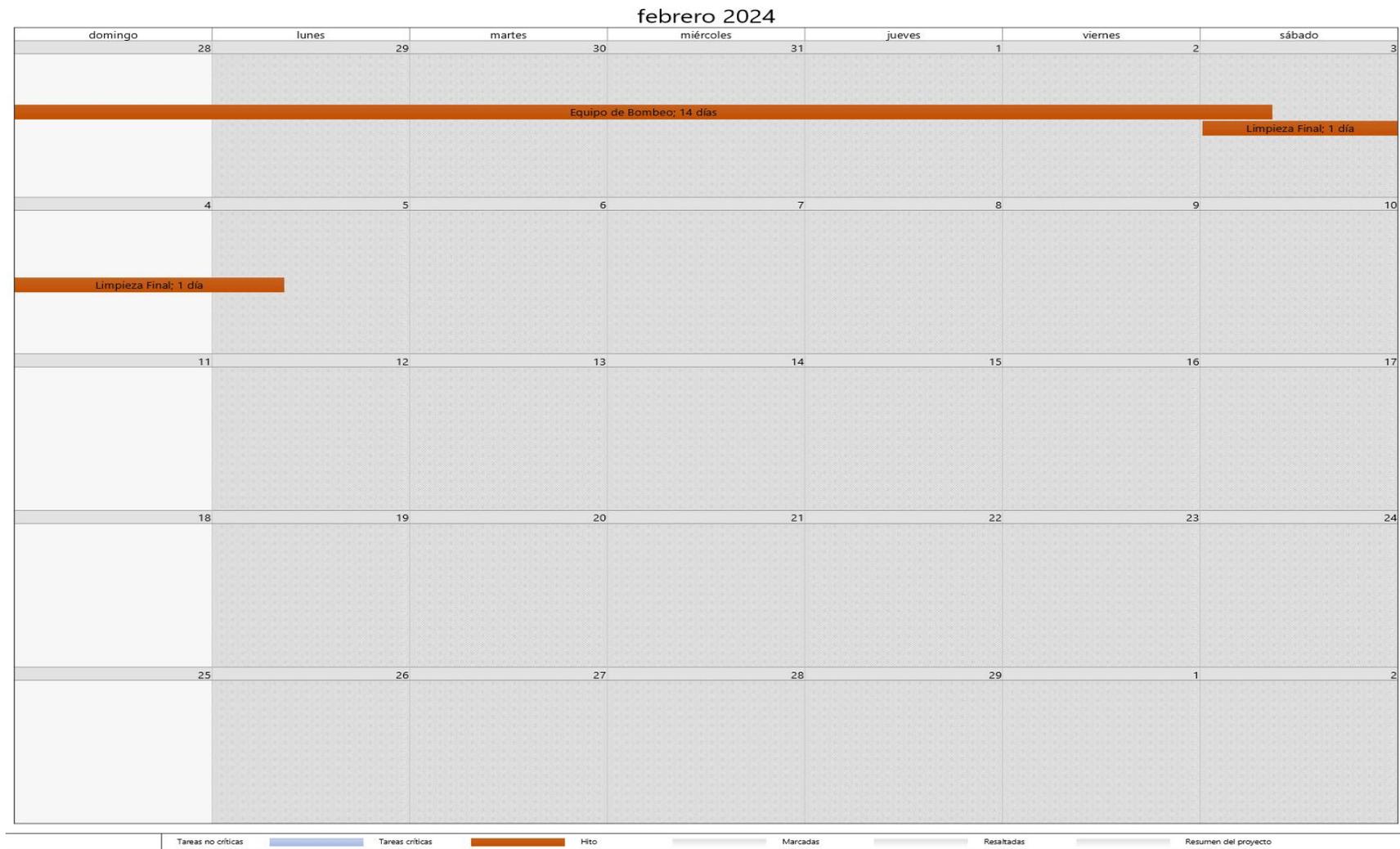
Fuente: Elaboración propia.

Figura 27 Calendario enero 2024.



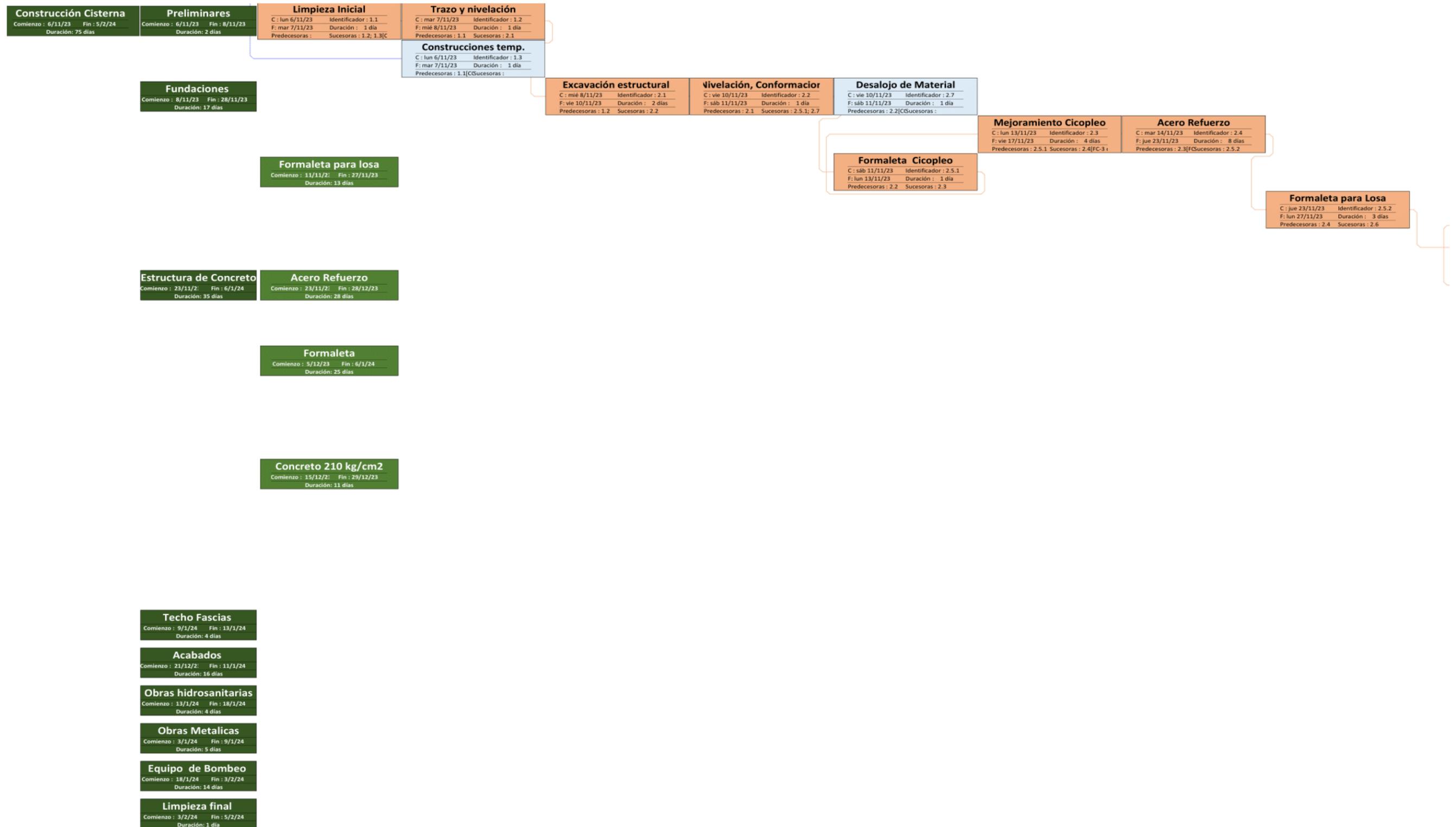
Fuente: Elaboración propia.

Figura 28 Calendario febrero 2024.



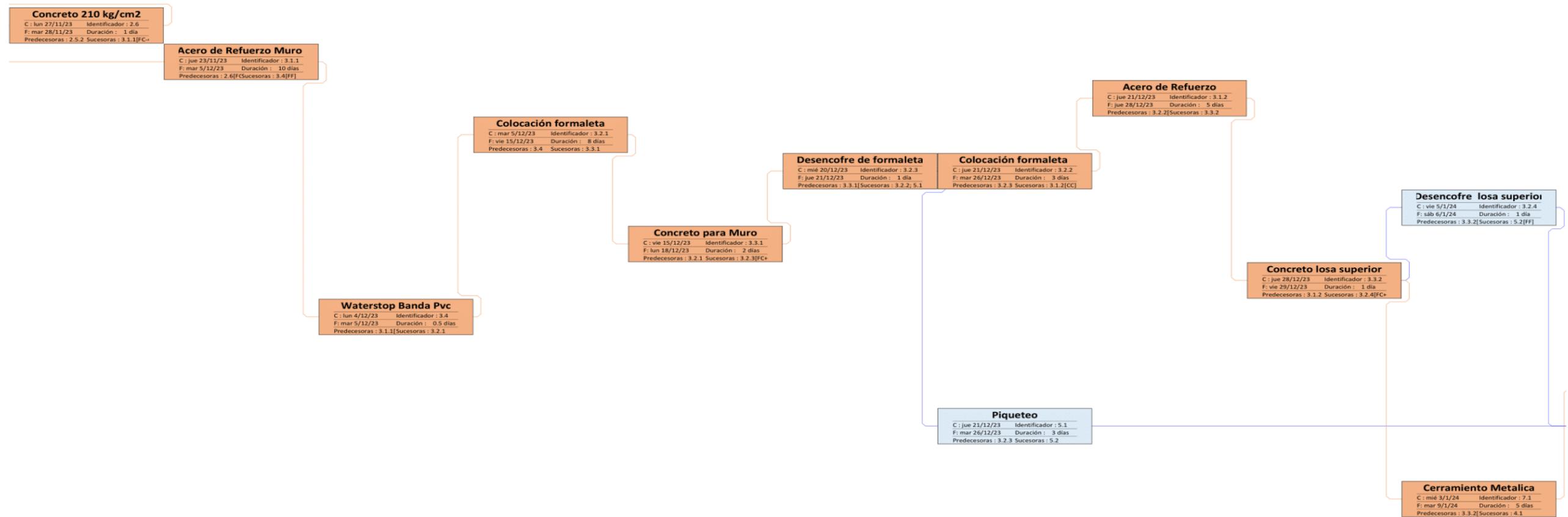
Fuente: Elaboración propia.

Figura 29 Red de Actividades.



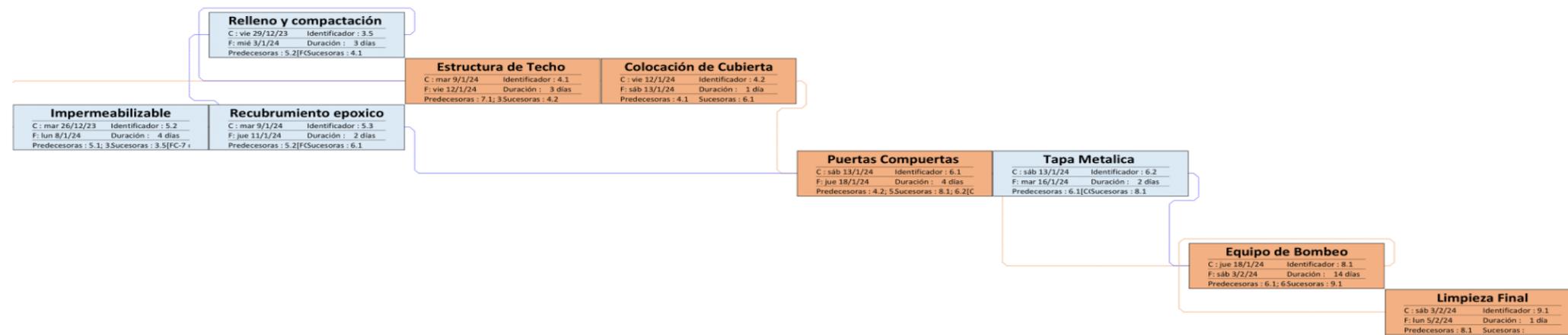
Fuente: Elaboración propia.

Figura 30 Red de actividades.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 31 Red de actividades.



Fuente: Elaboración propia.

4.2. Construcción haciendo uso del software Navisworks.

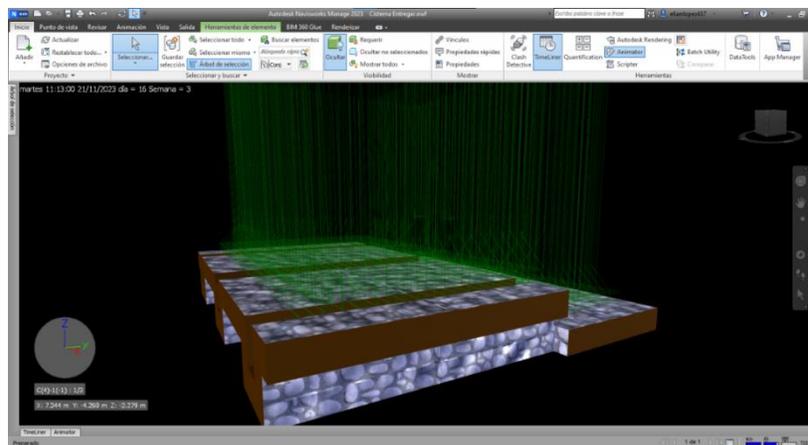
El software de revisión de proyectos Navisworks se utiliza para mejorar la coordinación en los proyectos de BIM (Modelado de información para la construcción), animando objetos del modelo e interactuando con ellos para realizar simulaciones, crear planificaciones directamente a partir de modelos del proyecto e importar planificaciones desde aplicaciones externas de gestión de proyectos unificando los datos en un único modelo unido.

Se exporto el modelo creado en el software Revit y posteriormente se vinculó la programación creada el MS Project, con este par de archivos se procedió a crear la simulación apoyándonos de las herramientas que nos proporciona el programa, como conjuntos creados a partir del modelo y vinculados así mismo a la programación de Ms Project.

Con una programación, un diseño tridimensional y el programa cuidadosamente configurado, lo que sigue es crear la animación con la ventana Animator se capturan fotogramas claves que nos ayudaran a hacer una simulación interactiva entre, programación y el modelo.

Ver en **Anexo 2** guía completa de creación de la simulación constructiva del proyecto “CISTERNA DE AGUA PARA UN SISTEMA CONTRAINCENDIOS EN EL LABORATORIO EPIDEMIOLOGICO REGIONAL DE ESTELI, 2023”

Figura 32 Programa Navisworks.



Fuente: Elaboración propia.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

A partir de los planos suministrados por el Sistema Local de Atención Integral a la Salud (SILAIS) Estelí, se elaboró un modelo de información en el Software REVIT en el que se logró la sincronización de las disciplinas: Arquitectura y Estructura en un solo modelo que permite analizarlas como un conjunto.

En base a los costos unitarios y a los volúmenes de obras extraídos del modelo de información de REVIT, se calculó un costo directo total de C\$3,550,730.16 córdobas y un costo indirecto total de C\$319,430.00 córdobas, la sumatoria de ambos, más el porcentaje de impuesto municipal (IVA), gastos administrativos y utilidades, determinan el costo base de la obra, resultando un monto total en córdobas de C\$4,901,270.48 (cuatro millones novecientos un mil doscientos setenta con cuarenta y ocho centavos.)

Se realizó la programación para el modelo en el programa MS Project, se estableció que la ejecución de la cisterna incurre en un tiempo de 75 días.

A partir de la programación en MS Project y el modelo de información AUTODESK Revit se obtuvo la simulación constructiva en el programa AUTODESK Navisworks mediante el cual se obtuvo una visión tridimensional de la programación de obras obtenida en MS Project.

5.2. Recomendaciones

Garantizar una buena comunicación y el fácil acceso a la información entre los agentes involucrados, para mejorar el flujo de trabajo durante la creación del modelo de información en Revit.

Los planos deben de ser claros y brindar toda la información necesaria para una mejor comprensión.

Para realizar el presupuesto del proyecto, verificar que los materiales cotizados, sean los indicados en los planos o en las especificaciones técnicas.

Para poder exportar el modelo 3D del programa Revit sin inconvenientes con el software de revisión de proyecto Navisworks, estos deberán ser de la misma versión.

BIBLIOGRAFIA

- Actual, P. N. (2022, Septiembre 03). *Nicaragua actual* . Retrieved from <https://nicaraguaactual.tv/cortocircuito-provoca-incendio-juzgados-esteli/>
- Admin. (2019, Junio 25). *CLUSTER*.
- Beltran Razura, A. (2012, Enero 16). *udocz*. Retrieved from <https://www.udocz.com/apuntes/23875/libro-de-texto-costos-y-presupuestos-ing-alvaro-beltran-razura>
- EDITECA. (2021, Noviembre 10). *EDITECA*. Retrieved from <https://editeca.com/claves-fundamentales-navisworks/>
- Estrucad. (2020, Noviembre 29). *Estrucad.ET*. Retrieved from <https://estrucadbim.com/revit-avanzado/>
- Fernández, D., Zamora, E., Barajas, J. G., & Martínez, M. (2018, Noviembre 18). *SAGARPA*. Retrieved from https://sswm.info/sites/default/files/reference_attachments/SAGARPA%20s.f.%20Tanques%20de%20almacenamiento%20en%20concreto%20y%20mamposter%C3%ADa.pdf
- Gromicko, N. (2022). *InterNACHI*. Retrieved from <https://www.nachi.org/cisterns-spanish.htm>
- INIFOM. (2006). *Instituto Nicaraguense de Fomento Municipal*.
- MTI-Nicaragua. (2019). *Nueva Cartilla de la construccion* . Retrieved from <https://construir.esnicaragua.com/documento-cartilla-la-construccion-nicaragua-2019-ultima-version/>
- Pérez, J. (2020, Junio 03). *EXTRALUM*. Retrieved from <https://www.extralum.com/2020/06/03/que-es-bim/>
- PMBOK®guide. (2017). *Conceptos básicos para la gestión de proyectos*.
- Reynaga1, M. R. (n.d.). *PLANNING TIME AND COSTS AS A STRATEGY IN PROJECT MANAGEMENT*. Retrieved from itson .

ANEXOS

Anexo 1

GUIA DE CREACION DE MODELO REVIT PARA LA CONSTRUCCION DE LA CISTERNA DEL PROYECTO “CISTERNA DE AGUA PARA UN SISTEMA CONTRA INCENDIOS EN EL LABORATORIO EPIDEMIOLOGICO REGIONAL DE ESTELI”

El presente documento representa la guía de creación de modelo Revit para la cisterna del proyecto que se está planificando.

Modelado de información de construcción (BIM, Building Information Modeling por sus siglas en inglés), es la tecnología que aúna todo el proceso de construcción de un edificio, su gestión y recopilación de información de todo cuanto atañe al proyecto. No es sólo un trabajo en tres dimensiones que proporciona únicamente información gráfica, sino cómo está construido dicho proyecto, materiales, cantidades, geografía, componentes.

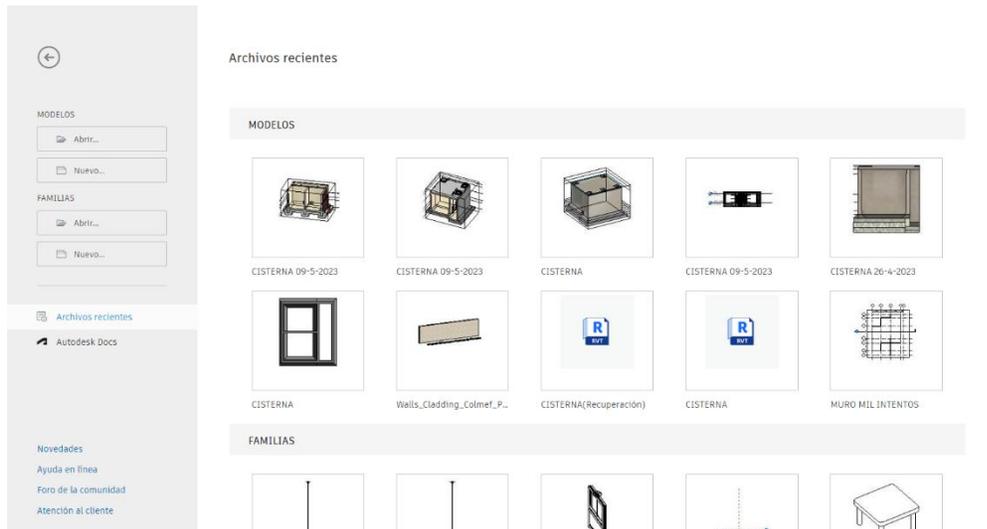
1. Autodesk Revit.

Permite al usuario diseñar con elementos de modelación y dibujo paramétrico, es una herramienta del dibujo asistido por computador que permite un diseño basado en objetos inteligentes y en tercera dimensión. De este modo, Revit provee una asociatividad completa. Un cambio en algún lugar significa un cambio en todos los lugares, instantáneamente, sin la intervención del usuario para cambiar manualmente todas las vistas. Esto se hace posible mediante la subyacente base de datos relacional de arquitectura de Revit, a la que sus creadores llaman el motor de cambios paramétricos.

2. Interfaz de Revit.

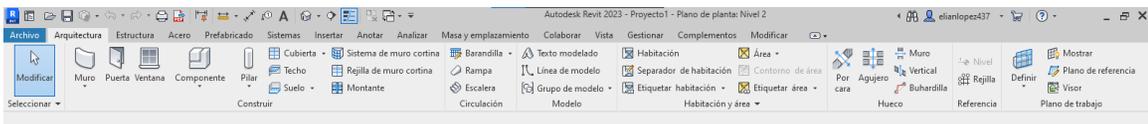
Lo primero que vemos al abrir Revit es la siguiente pantalla, donde aparecen por defecto los apartados de Proyectos y Familias. Más adelante diferenciaremos qué es cada opción. De momento, dentro de Proyectos, seleccionaremos Nuevo... y aceptaremos el cuadro de diálogo que aparezca para empezar a familiarizarnos con la interfaz de trabajo de Revit.

Figura 33 Interfaz de Software Autodesk Revit.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 34 Cinta de herramientas de Revit.

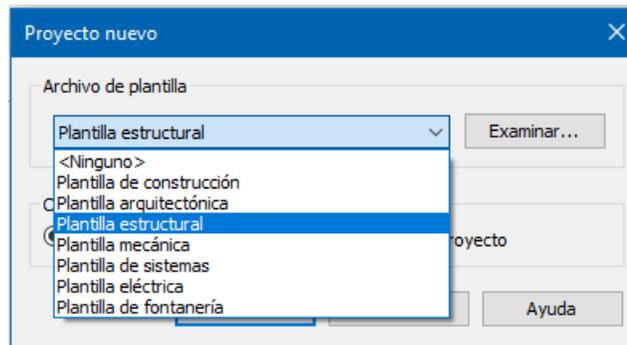


Fuente: Elaboración propia.

3. Selección de Plantilla.

Es la base con la que partimos, una manera de no empezar “de cero”. Por defecto vienen varias plantillas en Revit. Nosotros vamos a usar la estructural. Esta plantilla ya tiene, por defecto, preparadas ciertas vistas (alzados, planos de suelo, de techo, etc.) y nos ayuda a poder empezar a trabajar.

Figura 35 Menú de plantillas.



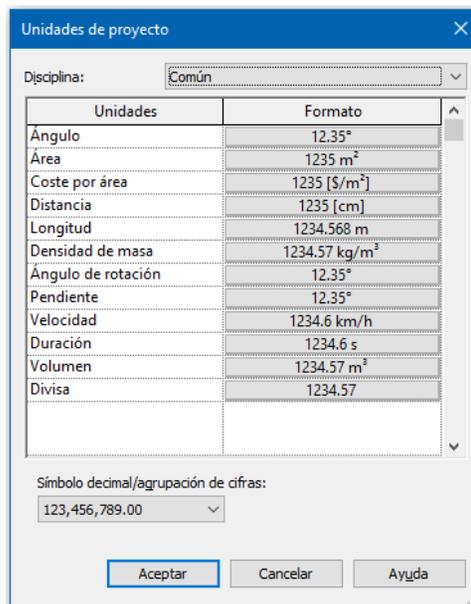
Fuente: Elaboración propia.

Podemos crear nuestra propia plantilla. Imagina que siempre usamos en nuestros proyectos los mismos muros (un muro de bloques de 20 cm. de espesor, otro de bloque de 15 cm, etc.). Para evitar crear en cada proyecto nuestros muros personalizados lo que hacemos es crear una plantilla con esos muros ya incorporados.

4. Grid (rejillas).

Lo primero, antes de empezar, es asegurarnos de que vamos a trabajar en las unidades que mejor nos convengan. Para ello tecleamos UN (o en Gestionar/Unidades de proyecto):

Figura 36 Menú de selección de unidades del proyecto.

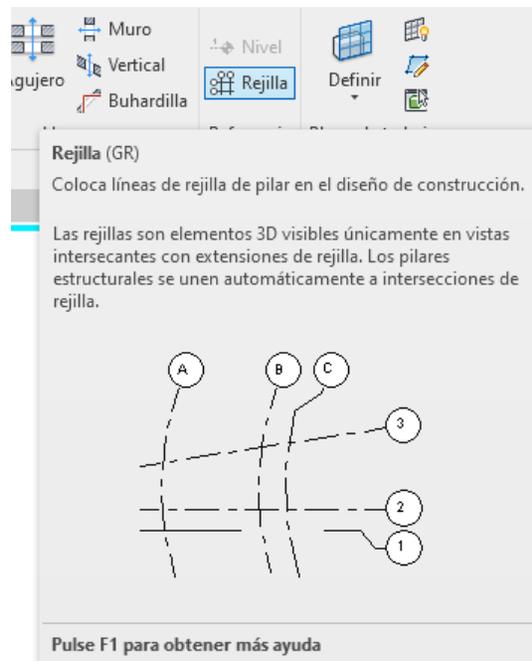


Fuente: Elaboración propia.

Ya hemos elegido la plantilla más conveniente para nuestra tarea, y vemos una especie de hoja en blanco con cuatro elementos. Son nuestros alzados (norte, sur, este y oeste). Haciendo doble clic en ellos visualizamos directamente el alzado que indican (también desde el Navegador de Proyectos podemos localizar dichas vistas).

Volvemos, a nuestro Nivel 1 y empezamos a usar las Rejilla. Las líneas de rejilla son nuestros guías, planos que nos sirven para “replantear” en Revit lo que vamos a empezar a construir. Para dibujar éstas vamos a la pestaña de Arquitectura y hacemos clic en el botón pertinente.

Figura 37 Botón de creación de rejillas.



Fuente: Elaboración propia.

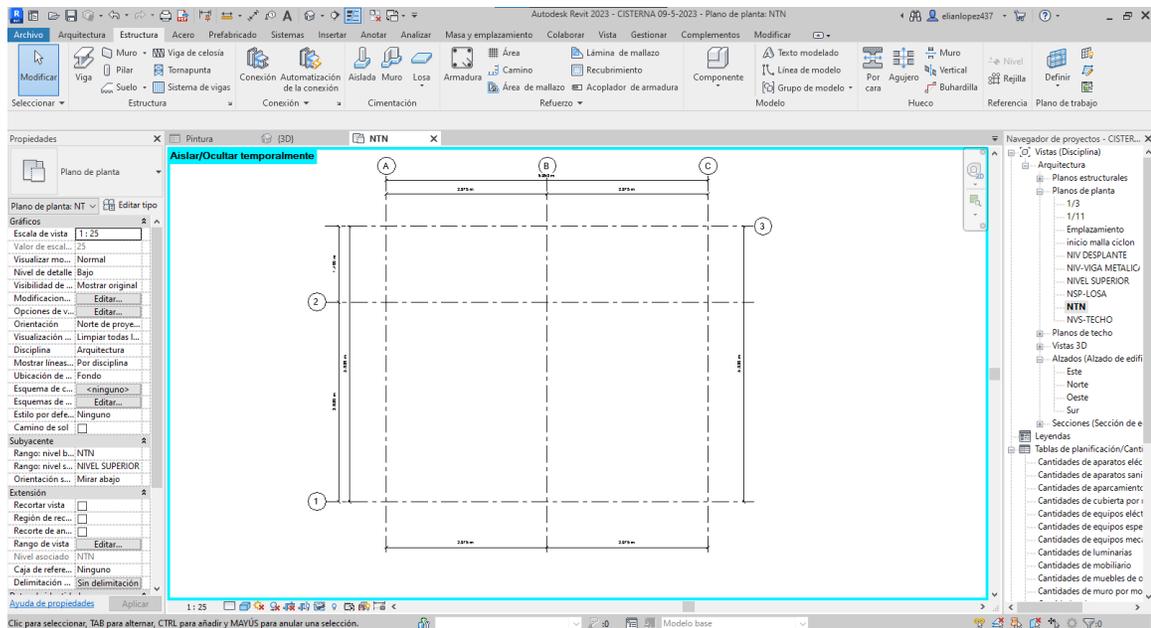
Como podemos observar automáticamente se “activa” la pestaña Modificar con las opciones disponibles añadidas para usar esta herramienta.

Una línea con un círculo al final indicando el orden, el número de dicho plano (se colocan de manera correlativa).

Ahora vamos a probar a crear otra línea de rejilla seleccionando. Para ello seleccionamos el icono de la línea verde, y en el cuadro Desfase, seleccionamos la distancia a la cual queremos que parezca la siguiente línea, en este caso 6 metros. Poniendo el ratón sobre la primera línea que ya creamos antes vemos que de color azul tenue y discontinuo aparece otra línea, a izquierda o a derecha de la primera, según la posición del ratón.

Al hacer clic conseguiremos esa segunda línea, confirmando la posición de la marca azul clara. Podemos seguir con este método y, junto otra línea dibujada de manera perpendicular, acabar completando nuestra rejilla como aparece en la imagen.

Figura 38 Rejillas terminadas en el proyecto.



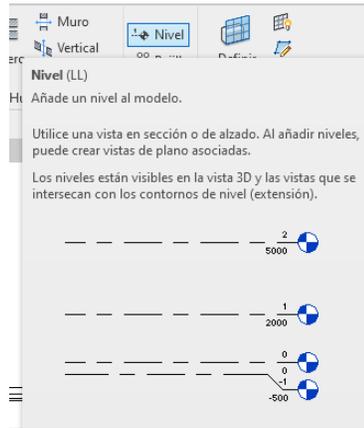
Fuente: Elaboración propia.

Las rejillas pueden ser muy útiles a la hora de colocar muros en las intersecciones, como veremos más adelante, provocando que si rectificamos/movemos alguna de las líneas los muros se muevan con ellas.

5. Niveles.

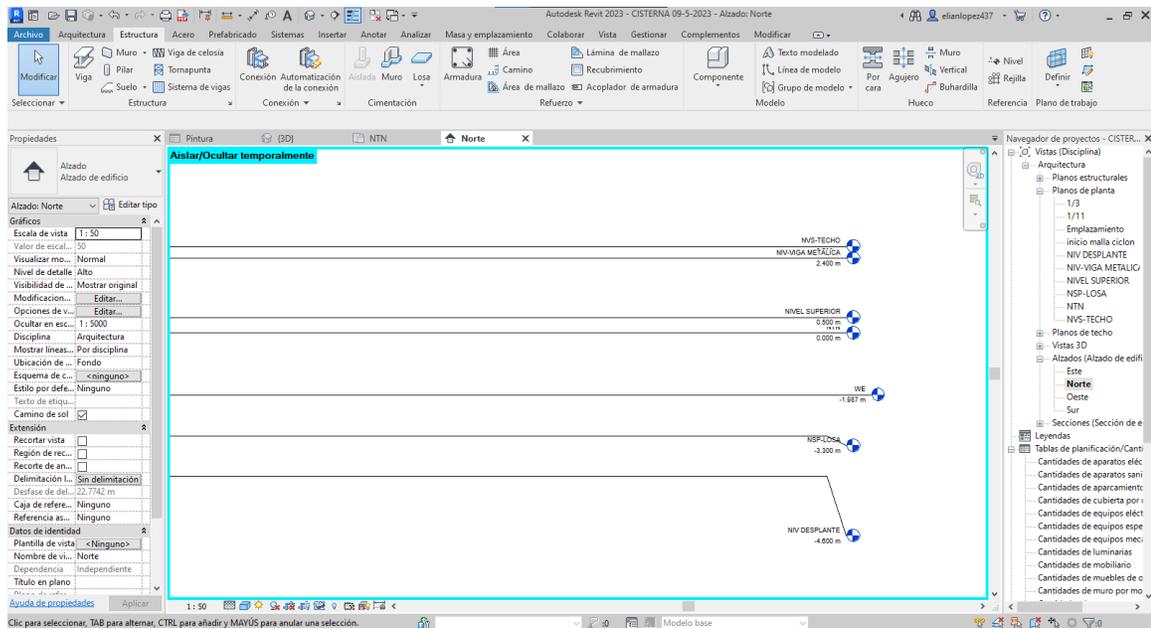
De manera similar disponemos también de la herramienta Niveles. Ésta se utiliza en vistas de alzado o sección. Con los niveles definimos las diferentes alturas que va a tener nuestra edificación, los distintos pisos que iremos haciendo.

Figura 39 Botón de creación de niveles.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 40 Niveles terminados en el proyecto.

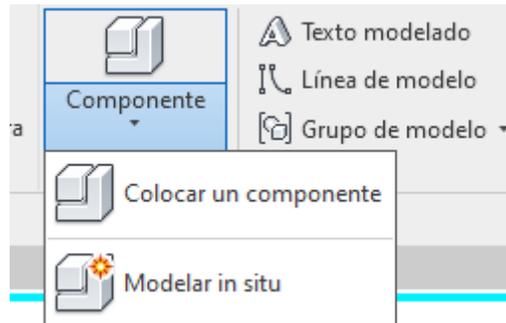


Fuente: Elaboración propia.

6. Componentes.

Los componentes se usan para modelar elementos de construcción que se suelen entregar e instalar in situ, como muebles y aparatos sanitarios.

Figura 41 Herramienta componente.



Fuente: Elaboración propia.

Modelar in situ.

1. En la cinta de opciones, haga clic en Componentes (Modelar in situ).
2. En el cuadro de dialogo parámetros y categoría de familia, seleccione una categoría para el elemento y haga clic en aceptar.
La familia del elemento in situ se mostrará en el navegador de proyectos bajo la categoría que elija y podrá crear tablas de planificación y controlar la visibilidad.
3. En el cuadro de dialogo Nombre, escriba uno y haga clic en aceptar.
Se abre el editor de familias.
4. Utilice las herramientas del editor de familias para crear el elemento in situ.
5. Cuando haya terminado de crear el elemento in situ, haga click en finalizar modelo.

A continuación, se presentarán algunos ejemplos siguiendo los pasos de un modelado in situ.

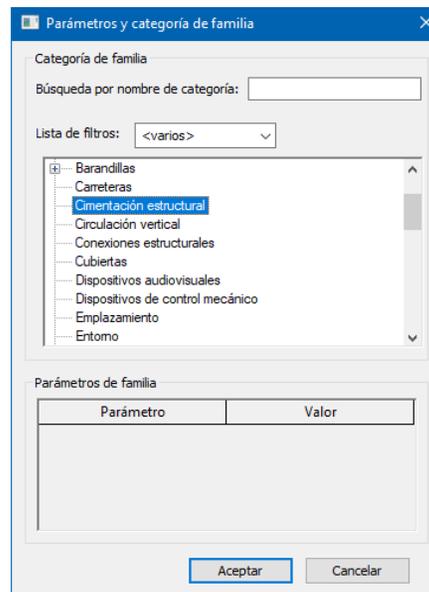
7. Creación de Cimentación Estructural (Modelado en Situ).

La estructura en cuestión es un mejoramiento de piedra bolón su perfil es tipo lego por lo que el programa en su base de familias no cuenta con una estructura de ese tipo. Vamos a modelar, a construir nuestro primer elemento arquitectónico, y lo vamos a hacer con componente.

Con la herramienta seleccionada observamos que Revit nos ofrece la opción de colocar un componente ya existente o modelar en situ. Hacemos clic en modelar in situ.

En el cuadro de diálogo parámetros y categoría de familia, seleccionar una categoría para el elemento, en este caso la categoría es cimentación estructural damos clic y aceptar.

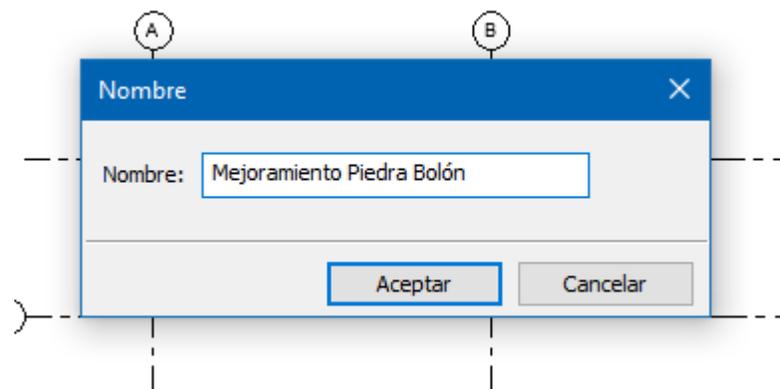
Figura 42 Parámetros y categoría de familia.



Fuente: Elaboración propia.

En el cuadro de diálogo Nombre, escriba uno y haga clic en Aceptar.

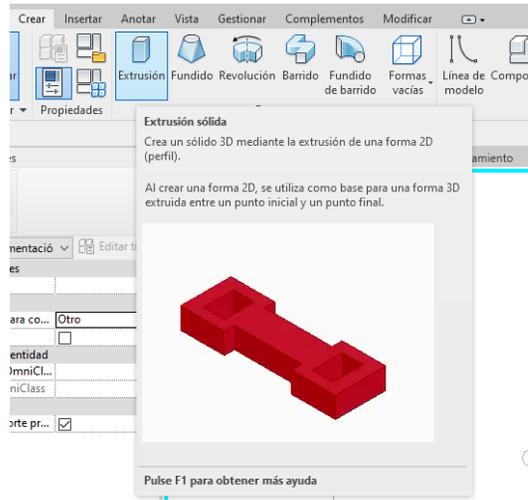
Figura 43 Nombre de componente en Situ.



Fuente: Elaboración propia.

Se abre el editor de familias. Utilice las herramientas del Editor de familias para crear el elemento in situ.

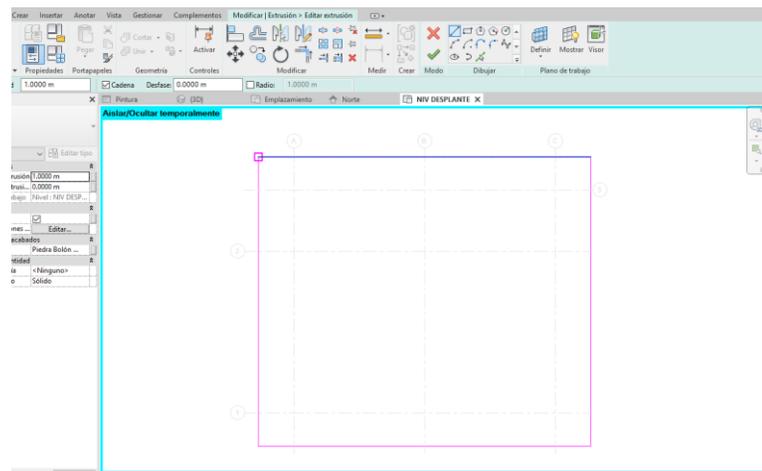
Figura 44 Herramientas para la creación de un componente.



Fuente: Elaboración propia.

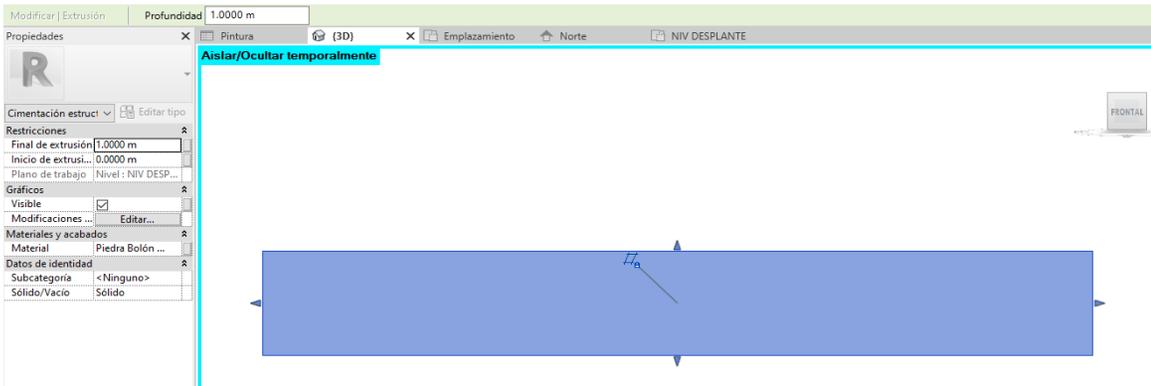
Seleccionamos la herramienta de extrusión sólida, nos ubicamos en la pestaña de navegador de proyectos en el plano en donde queremos se haga nuestro elemento, realizado esto en la pestaña de dibujo seleccionamos una línea o bien un cuadrado para crear el boceto de nuestra extrusión, hecho esto solo modificamos la profundidad del sólido. Cuando haya terminado de crear el elemento in situ, haga clic en check en donde dice modo.

Figura 45 Boceto de extracción sólida.



Fuente: Elaboración propia.

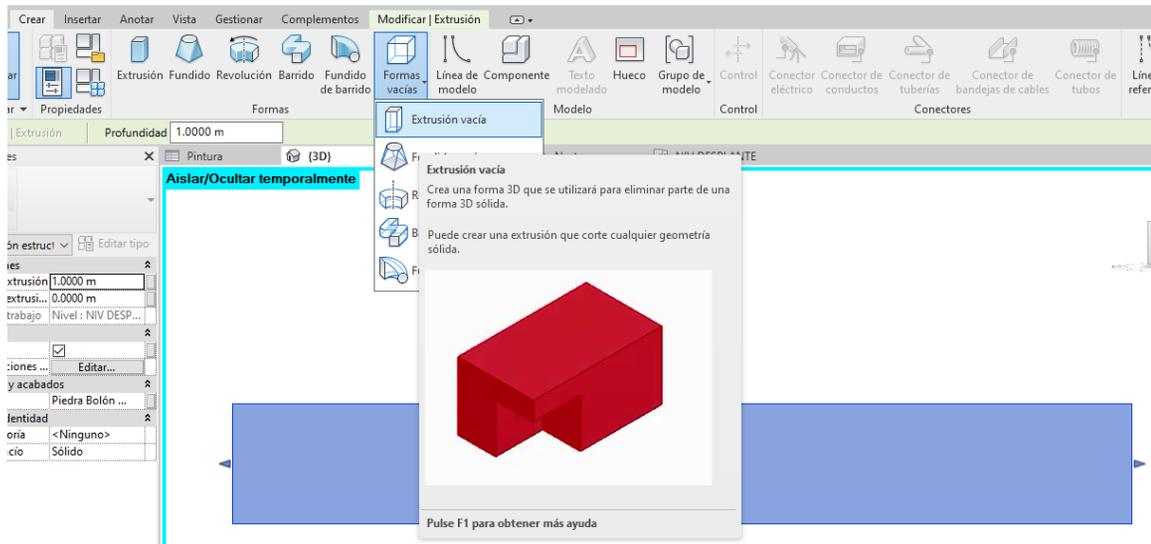
Figura 46 Modificación en parámetro de profundidad.



Fuente: Elaboración propia.

El siguiente paso para darle la forma lego a nuestra cimentación es irnos al editor de familias, pero en este caso en vez de realizar un sólido seleccionamos la opción de formas vacías para hacer esto el componente solido debe de estar seleccionado.

Figura 47 Herramienta de extrusión vacía.

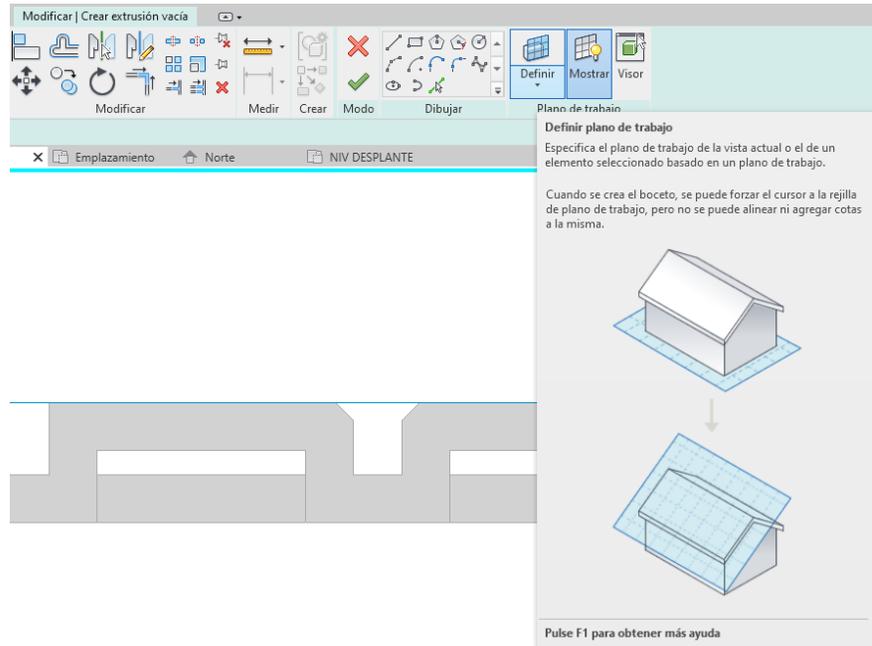


Fuente: Elaboración propia.

De la misma manera que realizamos la extrusión solida seleccionamos una herramienta para realizar el boceto de la forma vacía deseada. Antes de dibujar

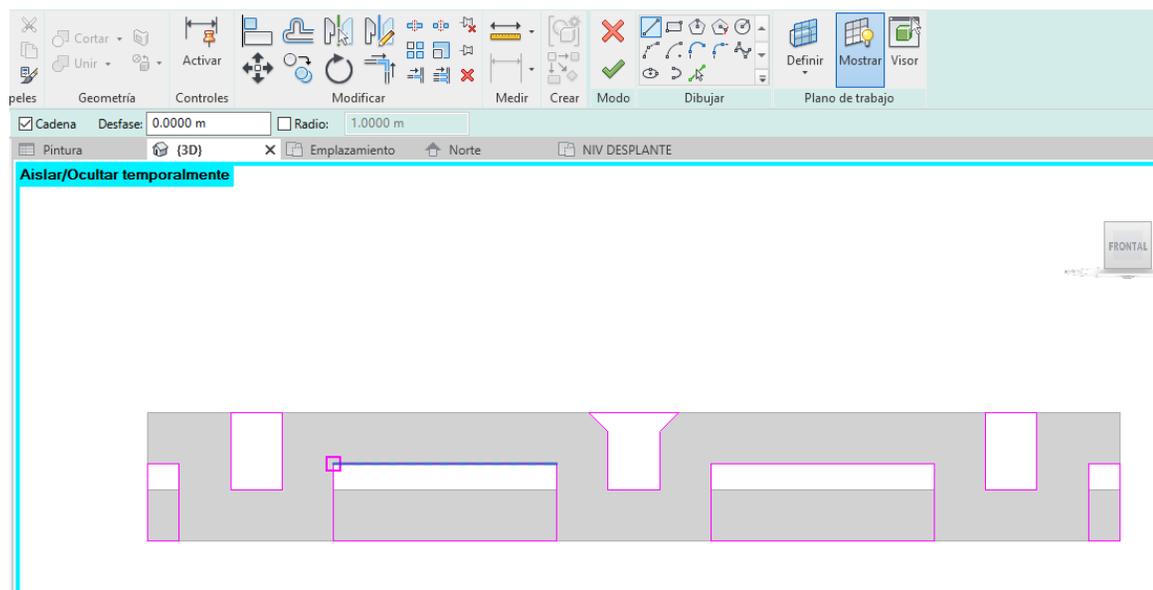
debemos definir el plano de trabajo que se encuentra en la parte superior derecha de nuestra barra de tareas.

Definir plano de trabajo.



Fuente: Elaboración propia.

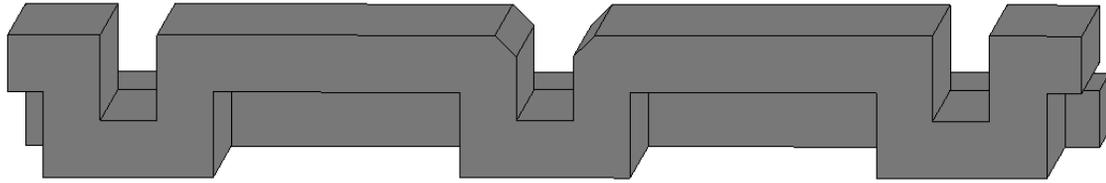
Figura 48 Dibujo de formas vacías.



Fuente: Elaboración propia.

Cuando haya terminado de crear el elemento in situ, haga clic en Finalizar modelo.

Figura 49 Vista 3D mejoramiento piedra bolón.

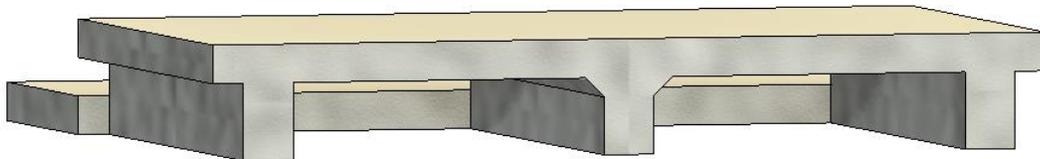


Fuente: Elaboración propia.

8. Creación de Cimentación Estructural (Modelado en Situ).

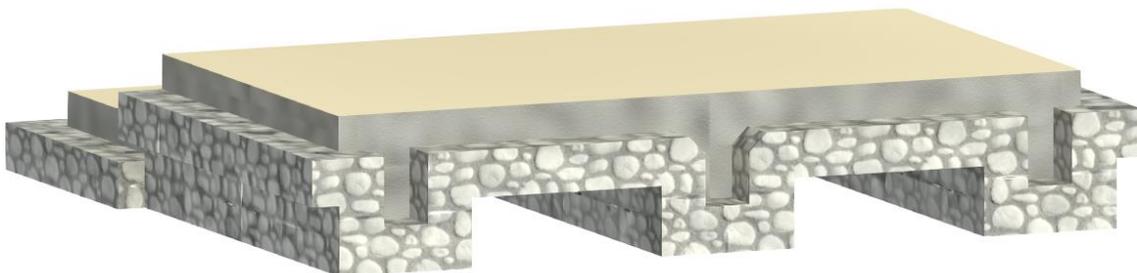
El modelo en cuestión es un contraste al modelo de mejoramiento de piedra bolón, por esta misma razón y por los motivos mencionados en el modelado anterior haremos uso de la herramienta Modelado en situ, seguiremos exactamente los mismos pasos a excepción del nombre.

Figura 50 Vista 3D losa de cimentación



Fuente: Elaboración propia.

Figura 51 Vista 3D losa de cimentación colocado en su sitio.

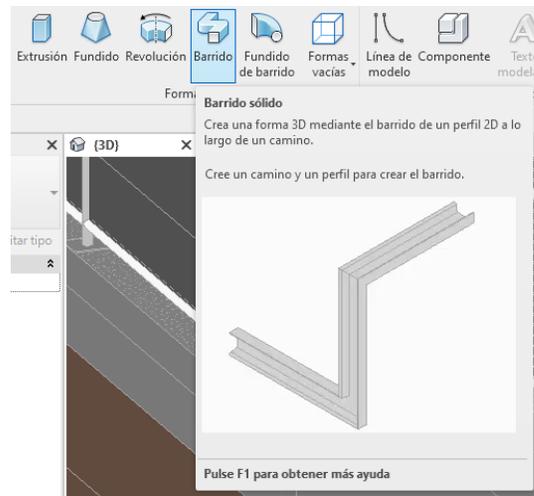


Fuente: Elaboración propia.

9. Barridos Solidos.

Un barrido solido es una herramienta de Revit que construye familias desde el entorno boceto por medio de un contorno que se construye a lo largo de un camino.

Figura 52 Herramienta para modelado de un componente – barrido.



Fuente: Elaboración propia.

Crear barrido solido:

Ya que un barrido es una herramienta para colocar o modelar un componente se repetirán los primeros tres pasos.

4. En el editor de familias en la ficha crear ► grupo Formas, haga click en  (Barrido).
5. Especifique el camino del barrido haga clic en la ficha modificar | Barrido ► grupo barrido ►  (Boceto de camino).
El camino puede ser simple cerrado o simple abierto. No es posible crear varios caminos. El camino puede ser una combinación de líneas rectas y curvas.
6. En el grupo Modo, haga clic en  (Finalizar modo de edición).
7. Cargue o cree el boceto de un perfil.

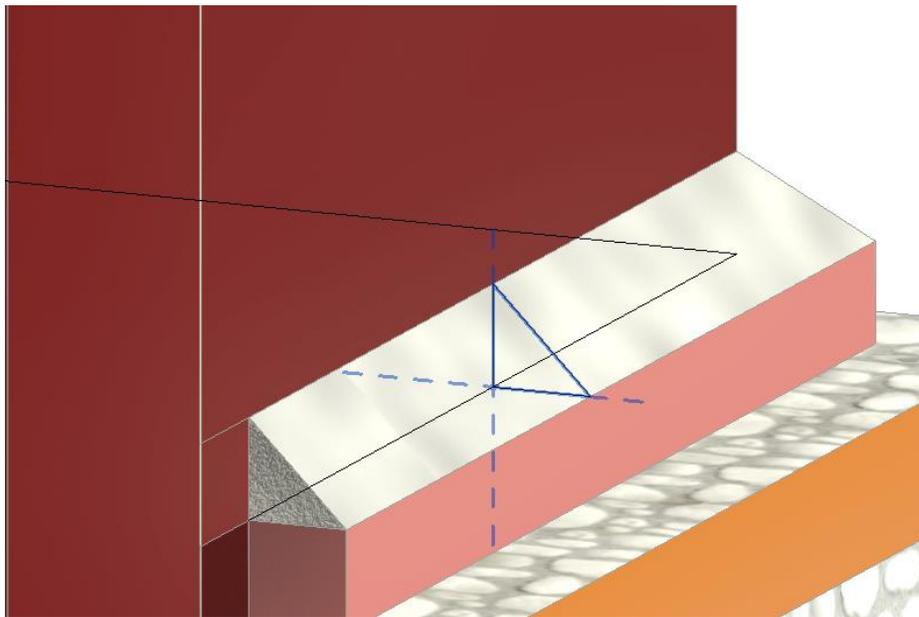
Cargar un perfil:

1. Haga clic en la ficha Modificar | Barrido > grupo Barrido y seleccione un perfil en la lista Perfil.

Si el perfil requerido no está cargado en el proyecto, haga clic en la ficha Modificar | Barrido > grupo Barrido >  (Cargar perfil), para cargar el perfil, haga clic en  (Finalizar modo de edición).

2. Una vez realizado esto dar clic en  (Finalizar modelo).

Figura 53 Perfil cargado en boceto de camino.

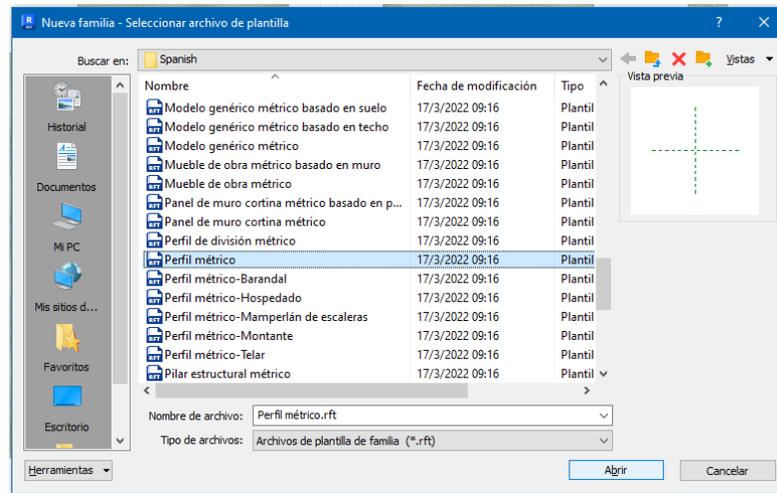


Fuente: Elaboración propia.

Crear boceto de un perfil:

1. > Haga clic en la ficha Archivo > Nuevo > Familia.
2. En el cuadro de diálogo Nueva familia - Seleccionar archivo de plantilla, seleccione Perfil Métrico y haga clic en Abrir.

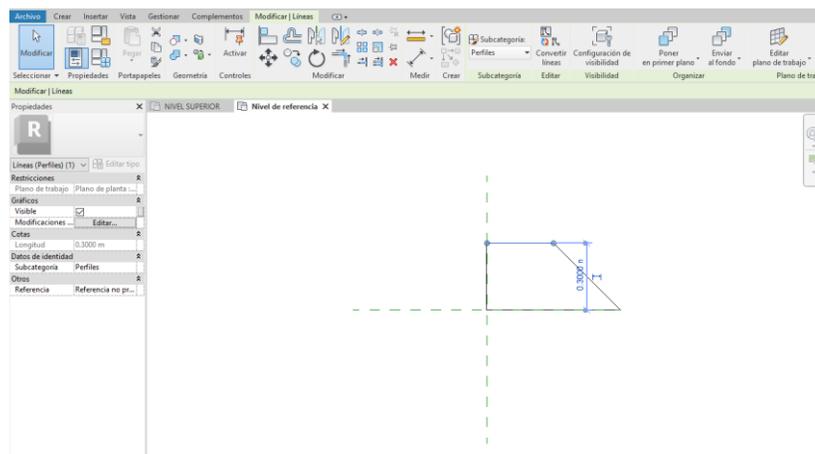
Figura 54 Abrir perfil métrico.



Fuente: Elaboración propia.

3. En el área de dibujo, dibuje un boceto de la geometría para representar el entorno en vistas 2D y 3D, o importe un archivo CAD que contenga la geometría.

Figura 55 Dibujo de perfil.



Fuente: Elaboración propia.

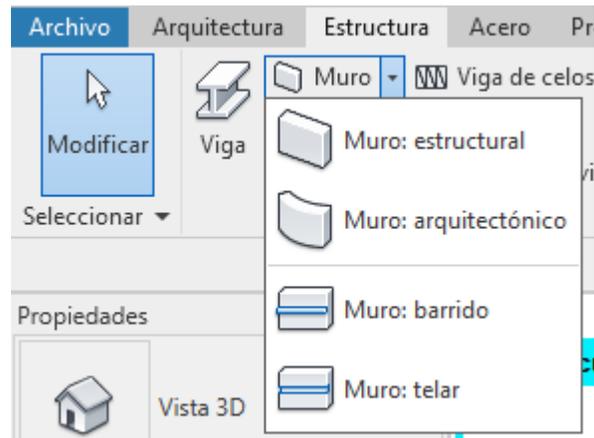
4. Especifique la apariencia de renderización.
5. Guarde la familia.

6. Cargue la familia en un proyecto.

10. Muro Estructural.

Con esta herramienta, con Muro estructural concretamente, procedemos a dibujar nuestro primer muro eligiendo la herramienta que más nos convenga de las que nos ofrece Revit.

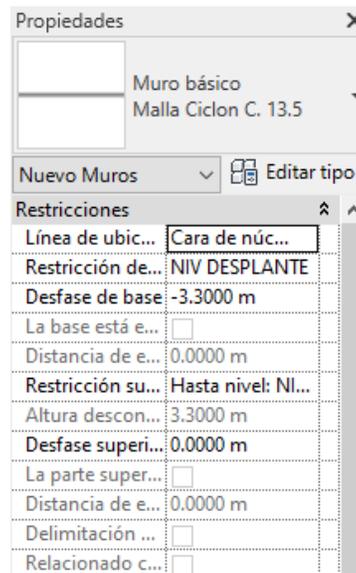
Figura 56 Botón de creación de muros arquitectónicos.



Fuente: Elaboración propia.

Si vamos a las propiedades de tipo nos aparece el siguiente cuadro:

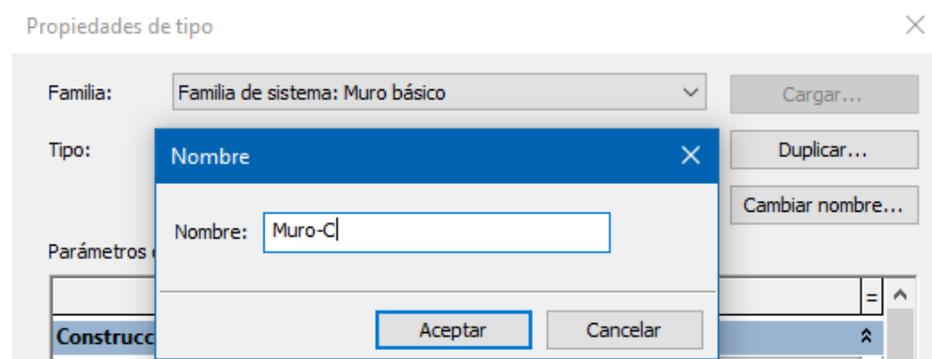
Figura 57 Propiedades de muro.



Fuente: Elaboración propia.

Vemos a qué familia pertenece (Muro básico en este caso), qué Tipo es, etc. Como mencionamos anteriormente podemos cambiar el nombre o crear un nuevo muro a partir de éste simplemente dándole en “Duplicar” y escribiendo un nuevo nombre:

Figura 58 Cambiar nombre del muro.

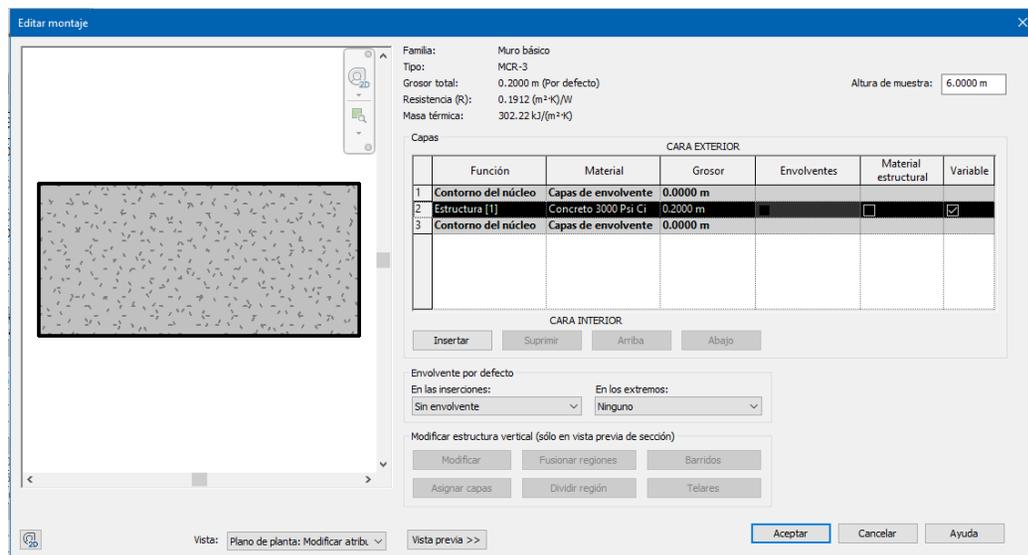


Fuente: Elaboración propia.

Haciendo esto habremos creado un nuevo tipo de muro, y nos aparecerá en el desplegable cuando vayamos a dibujar una nueva partición.

Fijémonos en un detalle muy importante, que es en el apartado Estructura (seguimos dentro de las propiedades de Tipo), donde nos aparece la composición del muro que tenemos seleccionado (materiales, grosores, acabados...):

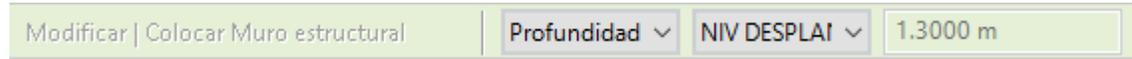
Figura 59 Panel de edición de estructura.



Fuente: Elaboración propia.

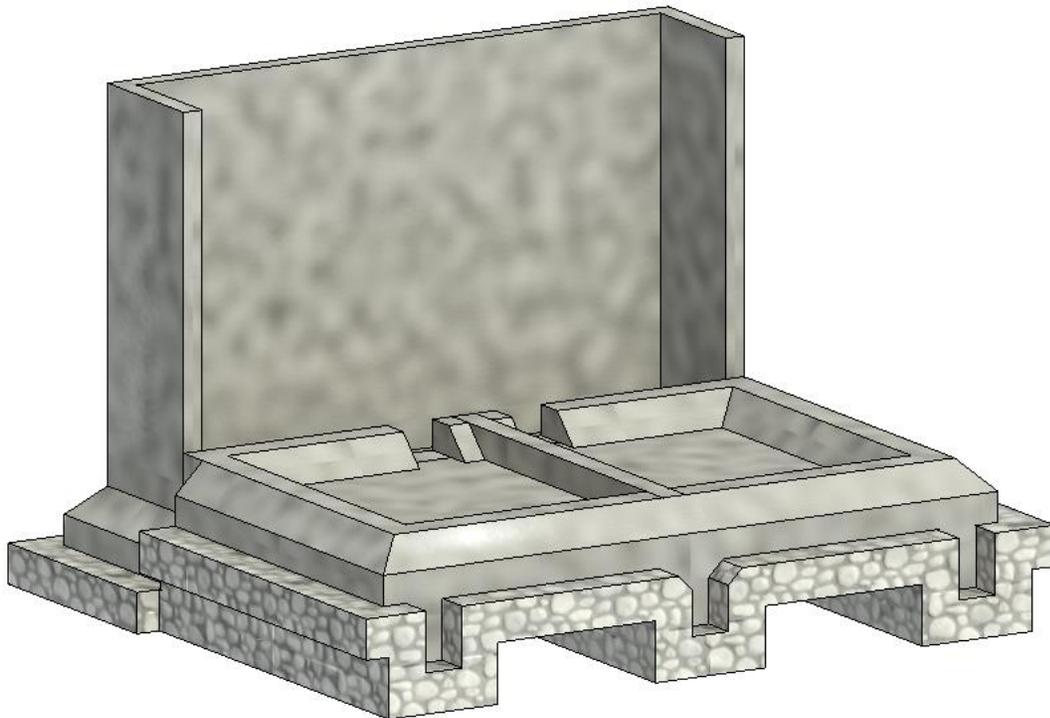
Algunas de las opciones más importantes son, elegir hasta qué nivel va a llegar nuestro muro y cuál es la referencia principal a la hora de dibujar.

Figura 60 Altura de conexión de muros.



Fuente: Elaboración propia.

Figura 61 Vista 3D muros.

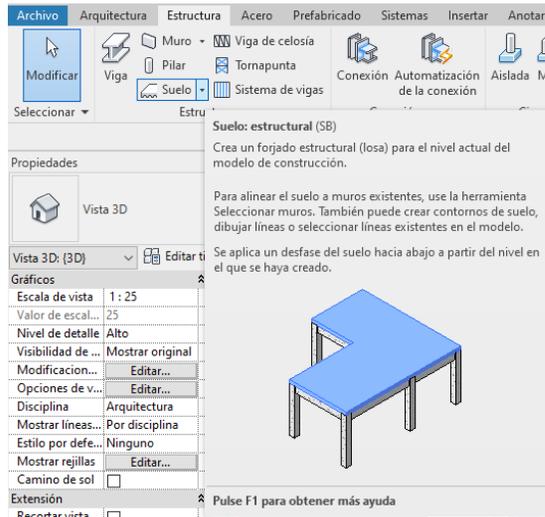


Fuente: Elaboración propia.

11. Suelos.

Una vez que tenemos los muros vayamos ahora a crear nuestro primer suelo. Dentro de la pestaña Estructura seleccionamos Suelo estructural y vemos que ahora en “Modificar”, Revit nos ofrece alguna opción más para “dibujar” nuestro suelo, no sólo a base de líneas.

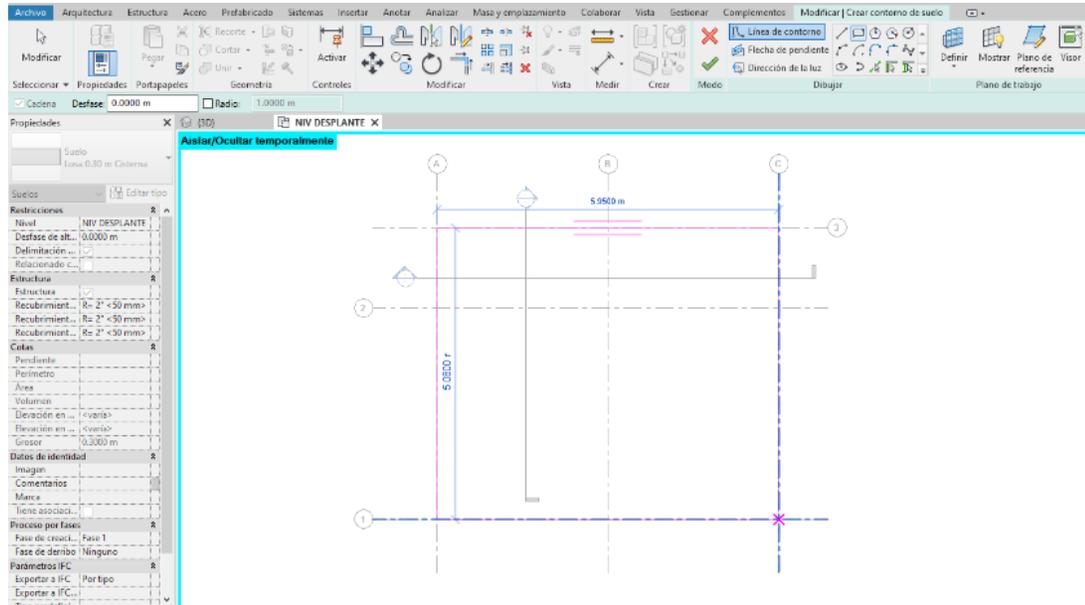
Figura 62 Botón de creación de suelos.



Fuente: Elaboración propia.

En suelos, como en otras herramientas, se debe dibujar un contorno perfectamente cerrado y sin líneas solapadas. De lo contrario Revit no dejará que finalices la tarea, saliendo un error al clicar en el check. Con la herramienta Rectángulo creamos un suelo que englobe nuestros muros tal que así:

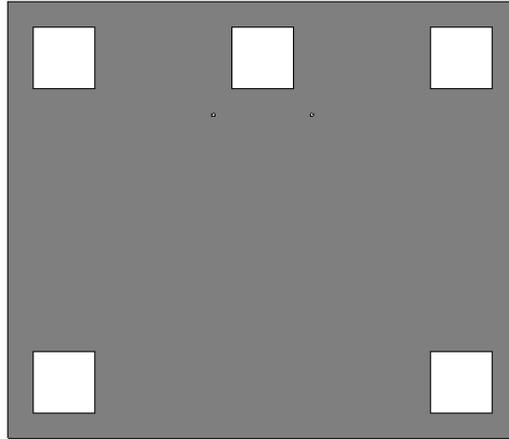
Figura 63 Edición rectángulo de suelo.



Fuente: Elaboración propia.

Si dentro del contorno delimitado dibujamos otra área cerrada ésta se convertirá en un hueco al finalizar la tarea.

Figura 64 Edición de losa superior.



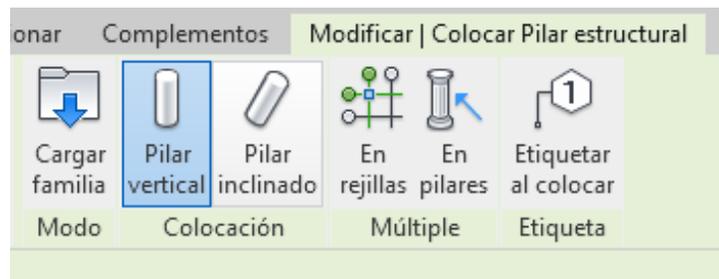
Fuente: Elaboración propia.

12. Colocación de Pilares.

Hay dos tipos de pilares, estructurales, que son los más corrientes, y arquitectónicos, que, por decirlo de algún modo, son “ornamentales”.

Con la herramienta seleccionada observamos que Revit nos ofrece la opción de utilizar la rejilla. sólo se puede acabar con la tarea (en este caso la colocación de pilares) haciendo click en la “V” para confirmar o en la “X” para descartar. No existe otro modo. Es la manera de Revit no dejar ciertas tareas a medias, inconclusas, que puedan afectar a la “construcción” de nuestro modelo.

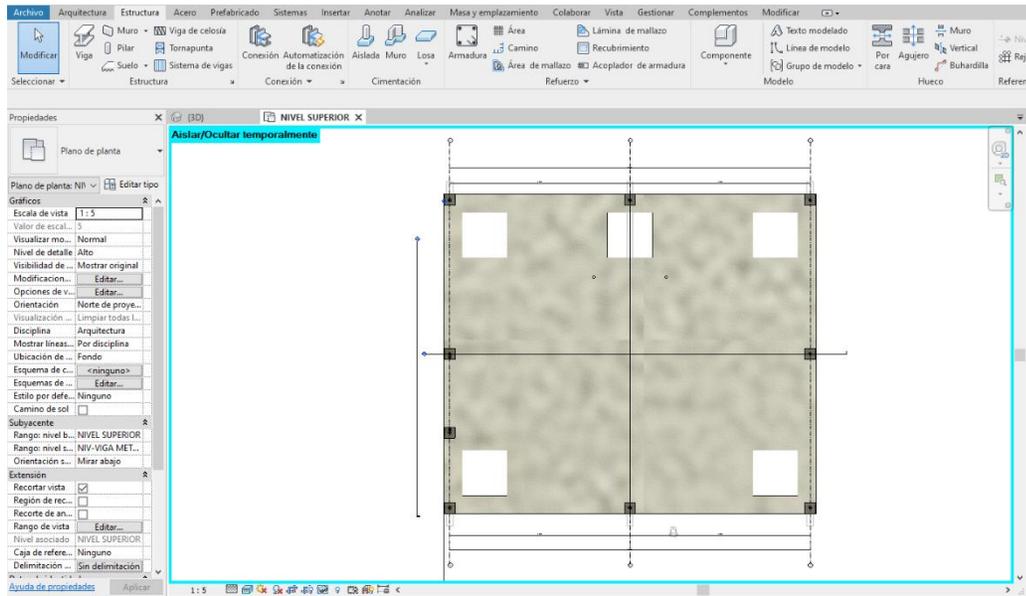
Figura 65 Panel de modificaciones de pilares.



Fuente: Elaboración propia.

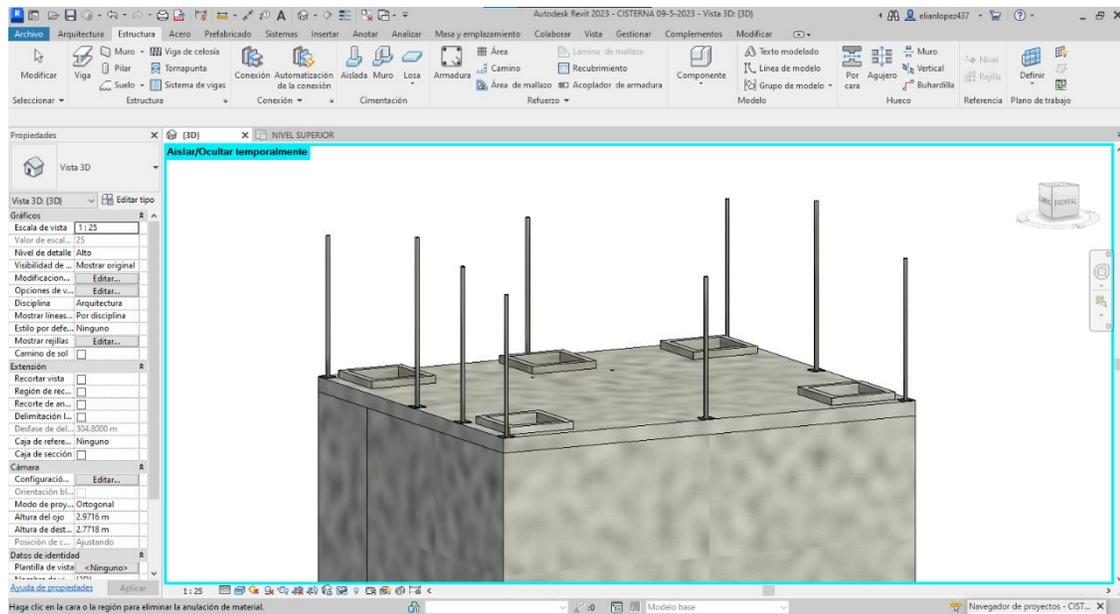
Habremos colocado así un pilar (el que corresponda según el diseño) en cada intersección, en el punto de medio de cada uno.

Figura 66 Pilares en nivel superior.



Fuente: Elaboración propia.

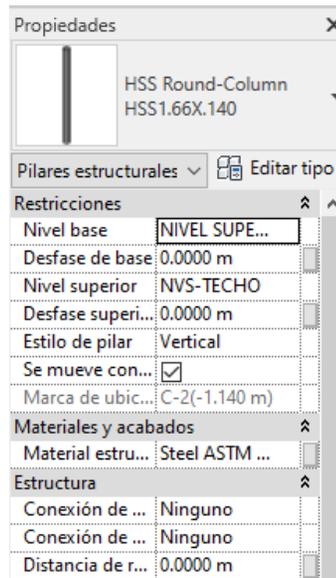
Figura 67 Pilares 3D terminados.



Fuente: Elaboración propia.

Si seleccionamos cualquiera de ellos vemos que en las propiedades de ejemplar el pilar “nace” en la Cota NIVEL SUPERIOR. y “muere” en el Nivel NVS-TECHO, esto se puede modificar según sea requerido.

Figura 68 Navegador de propiedades.



Fuente: Elaboración propia.

Haciendo esto nos aseguramos de que, si cambiamos la altura del Nivel NVS-TECHO de 2.78m a 4 m, por ejemplo, los pilares “crecerán” hasta seguir llegando a ese Nivel.

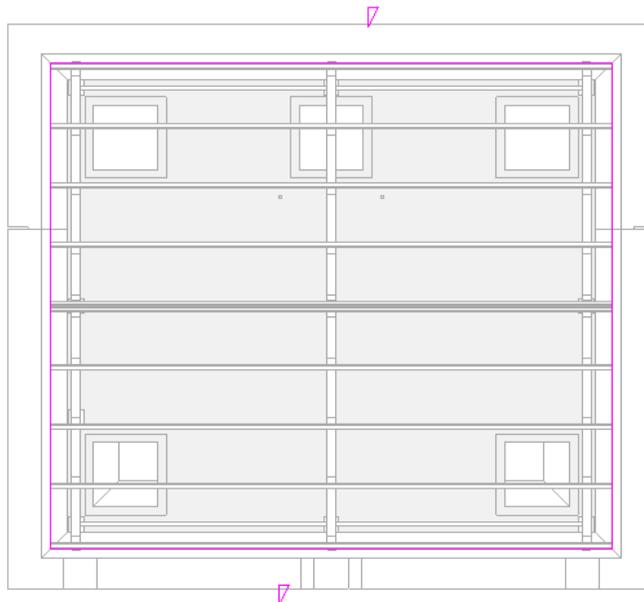
13. Creación de cubiertas.

Como en la mayoría de herramientas, existen varios modos de hacer cada cosa (profundizaremos en cada opción en un futuro). Vamos a hacer una Cubierta por perímetro, esto es, dibujando el contorno de la misma e indicando el ángulo de cada lado.

Dibujamos el perímetro cerrado de la cubierta y, seleccionando el lado que nos interese, vemos que en cada parte existe un pequeño triángulo.

Seleccionando éste podemos indicarle cuál es la inclinación del agua:

Figura 69 Línea que delimita la pendiente.



Fuente: Elaboración propia.

14. Topografía.

Para crear el terreno, los diferentes puntos de nivel, lo primero que debemos hacer es seleccionar la pestaña de Masa y emplazamiento.

Figura 70 Vista de panel topografía.



Fuente: Elaboración propia.

Dejando de lado el tema de la Masa, que para el caso que nos ocupa no nos aporta nada (la Masa se utilizar sobre todo para crear formas fuera de lo normal, de los estándares de Revit), seleccionamos el icono de Superficie topográfica que nos llevará a las siguientes opciones:

Figura 71 Panel de edición de superficie topográfica.



Fuente: Elaboración propia.

Se puede importar un archivo donde ya nos den la información que necesitamos, en nuestro caso creamos una superficie plana colocando puntos a partir del nivel NTN (nivel de terreno natural) que representa un alzado de 0.00 m esto únicamente para obtener cantidades necesarias para el take off.

Entonces, ya tenemos una superficie creada. Ahora el problema es que parte de nuestra edificación se encuentra soterrada, por lo que tenemos terreno dentro de nuestra construcción. Para solucionarlo elegiremos la herramienta Plataforma de construcción.

15. Plataforma de construcción.

Seleccionamos Plataforma de construcción dentro de la pestaña Masa y emplazamiento:

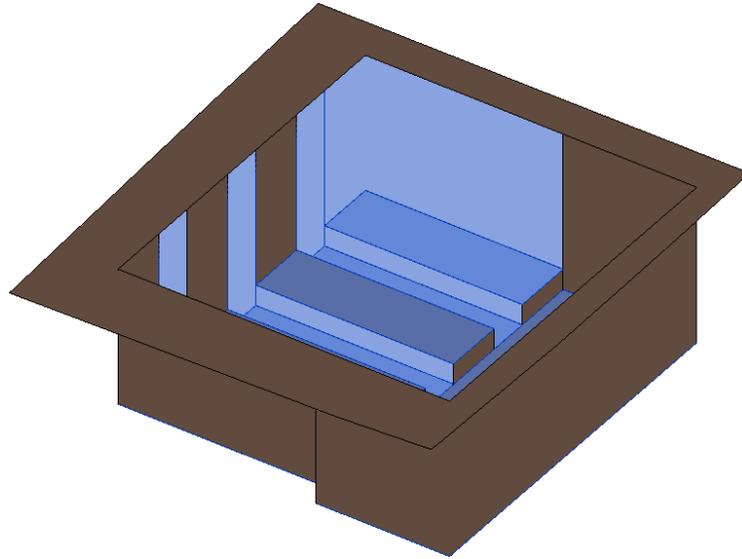
Figura 72 Botón de plataforma para la construcción.



Fuente: Elaboración propia.

El software nos pide ahora que dibujemos un contorno, el área donde “excavaremos” nuestra topografía para poder liberar nuestro edificio. Dibujamos un rectángulo que aborde el perímetro de nuestra construcción y finalizamos.

Figura 73 Vista en 3D de plataforma.



Fuente: Elaboración propia.

Enseguida se obtienen los resultados que son apreciables a simple vista. Tenemos nuestro terreno con una plataforma de construcción que nos permite la “construcción” de nuestro edificio, o sea, que ya no tenemos dentro de la edificación ningún tipo de terreno, sino que está liberada y de igual manera podemos obtener el volumen que representara el relleno y compactación.

16. Colocar Armadura (expandir a anfitrión).

Coloque ejemplares de armadura individuales en anfitriones válidos mediante la expansión de la forma de armadura para rellenar el espacio proporcionado en el anfitrión del elemento de hormigón.

1. Haga clic en la ficha Estructura ► menú desplegable del grupo Refuerzo ►  Configuración de refuerzo. Determine si la coincidencia de formas de armadura hace referencia a algún gancho. Es importante especificar esto antes de colocar ninguna armadura en el proyecto, ya que posteriormente no

se puede cambiar en el proceso de diseño. Cierre el cuadro de diálogo cuando haya terminado.

2. Haga clic en la ficha Estructura > grupo Refuerzo >  (Armadura).
3. Haga clic en Modificar Colocar armadura > grupo Métodos de inserción >  (Expandir a anfitrión).
4. En el selector de tipo, situado en la parte superior de la paleta Propiedades, seleccione el tipo de armadura deseado.
5. **Opcional.** Si es necesario, haga clic en la ficha Modificar | Colocar armadura > grupo Familia >  (Cargar formas) para cargar otras formas de armadura.
6. En el selector Forma de armadura de la barra de opciones o en el Navegador de formas de armadura, seleccione la forma de armadura que quiera.
7. Seleccione el plano de colocación. Haga clic en uno de los siguientes planos de colocación en la ficha Modificar | Colocar armadura > grupo Plano de colocación.
 - a.  (Plano de trabajo actual)
 - b.  (Referencia de recubrimiento cercana)
 - c.  (Referencia de recubrimiento lejana)

El plano define dónde se colocará la armadura en el anfitrión.

8. Seleccione la orientación o perspectiva de colocación.

Armadura plana.

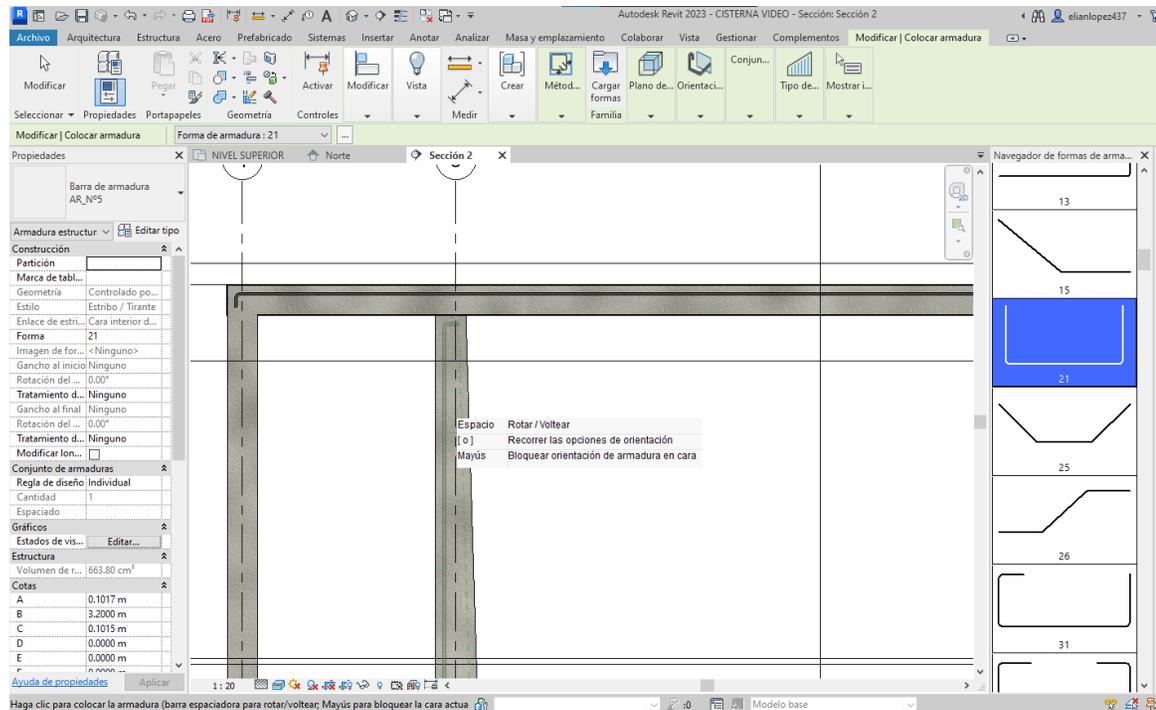
En la armadura colocada mediante el método de inserción Expandir a anfitrión, haga clic en una de las siguientes orientaciones de colocación que aparecen en Modificar | Colocar armadura > grupo Orientación de colocación.

- a.  (Paralela a plano de trabajo)

- b.  (Paralela a recubrimiento)
- c.  (Perpendicular a recubrimiento)

La orientación define cómo se alinea la armadura cuando se coloca en el anfitrión.

Figura 74 Colocación de armadura.



Fuente: Elaboración propia.

17. Colocar vigas metálicas.

Primero debemos de cargar y modificar una familia de caja, nos dirigimos a la pestaña de Estructura ► Armazón Estructural (viga) ► Cargar un perfil cuadrado estándar ► una vez cargado nos vamos a la pestaña de Editar tipo ► modificar las dimensiones requeridas.

Posteriormente debemos cargar un perfil de viga, entramos a Estructura ► Viga de celosía ► cargamos una familia ► lo colocamos en el modelo, le damos un par de click para modificar el perfil trazando el límite de cordón superior e inferior.

Por último, nos dirigimos de nuevo a Editar tipo > Armazón estructural y cargamos la familia que modificamos en primera instancia.

18. Colocar clavadores.

Nos ubicamos en la vista plano de techo > Estructura > sistema de vigas > Boceto y definimos el plano de trabajo en una vista 3D > en el plano de techo dibujamos el área donde irán los clavadores > en propiedades modificamos el espaciado y tipo de viga.

Anexo 2

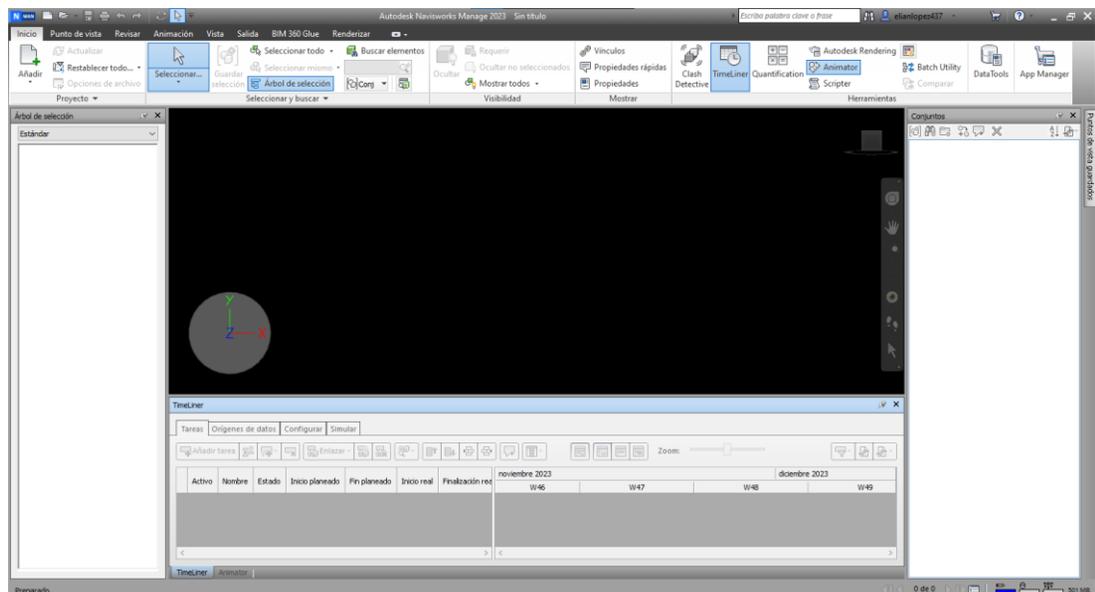
GUIA DE SINCRONIZACIÓN DE DATOS MEDIANTE NAVISWORKS PARA LA CONSTRUCCION DE LA CISTERNA DEL PROYECTO “CISTERNA DE AGUA PARA UN SISTEMA CONTRA INCENDIOS EN EL LABORATORIO EPIDEMIOLOGICO REGIONAL DE ESTELI”

Navisworks es un software de revisión y coordinación que mejora la entrega de proyectos de BIM (Building Information Modeling), Visualizando y unificando los datos de diseño y construcción en un único modelo federado.

1. Interfaz de Navisworks.

La interfaz de Navisworks incluye un gran número de elementos tradicionales de Windows, como el menú de aplicaciones, la barra de herramientas de acceso rápido, la cinta de opciones, ventanas, cuadros de diálogo y menús contextuales para realizar tareas.

Figura 75 Interfaz de Navisworks.



Fuente: Elaboración propia.

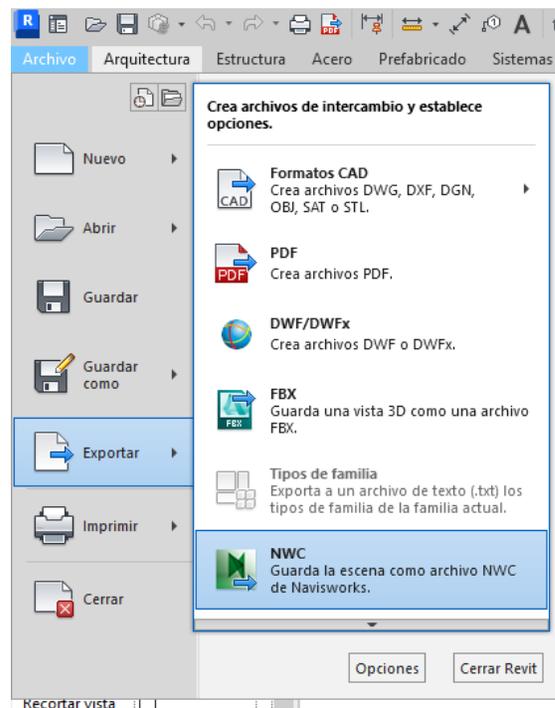
La interfaz es intuitiva y fácil de aprender y usar. Es posible ajustar la interfaz de la aplicación para adaptarla a la forma de trabajar del usuario. Por ejemplo, puede ocultar ventanas que no suele utilizar para no sobrecargar la interfaz. Puede añadir y eliminar botones de la cinta de opciones y de la barra de herramientas de acceso rápido. También puede aplicarle un tema distinto a la interfaz estándar.

2. Abrir un archivo Revit.

Navisworks puede utilizar modelos de Revit de estas dos maneras: abrir un archivo NWC nativo exportado de Revit o abrir un modelo de Revit directamente.

1. Utilice la configuración en el lector de archivos de Revit para exportar el modelo como un archivo NWC. Luego en la barra de inicio de Navisworks seleccionamos Añadir > Tipo > caché de Navisworks (NWS) > seleccionamos nuestro archivo > Abrir.

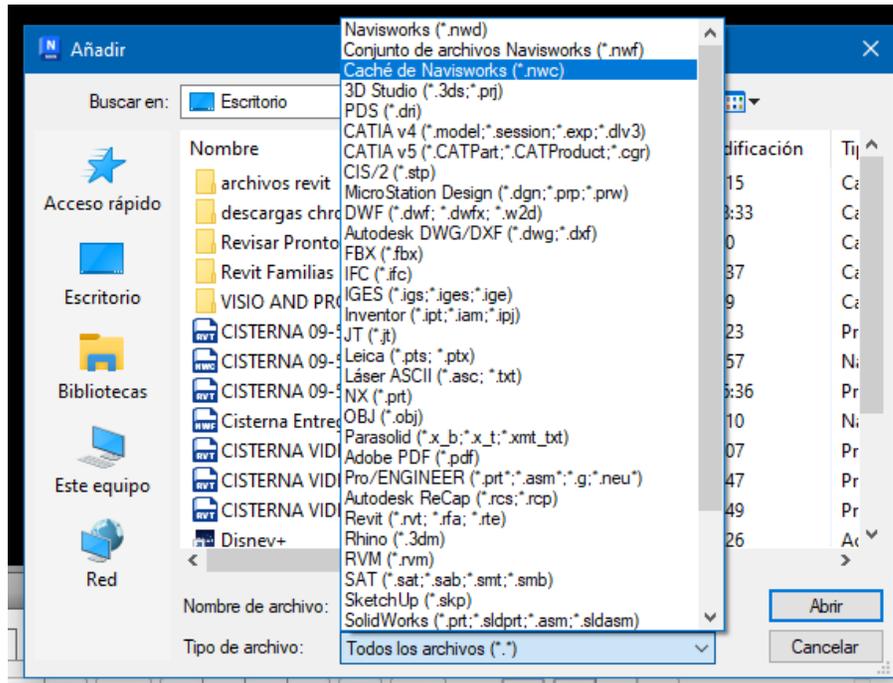
Figura 76 Exportar un archivo Revit.



Fuente: Elaboración propia.

2. Puede abrir un modelo de Revit directamente en Navisworks. Navisworks utiliza la configuración del lector de archivos de Revit al abrir el archivo.

Figura 77 Cargar un archivo NWC o RVT.

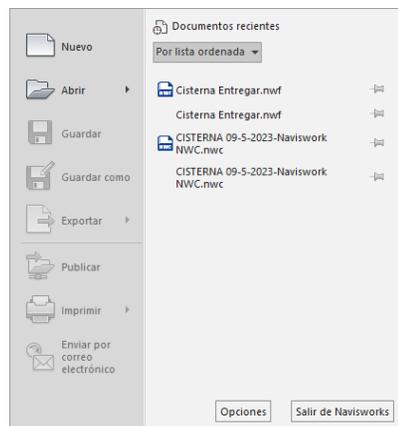


Fuente: Elaboración propia.

3. Menú de Aplicaciones.

Muestra las opciones básicas de guardar, abrir, exportar, publicar, imprimir, e incluso las opciones del programa.

Figura 78 Menú de aplicaciones.



Fuente: Elaboración propia.

4. Barra de Herramientas.

Ahí encontraremos las herramientas que nos ayudaran a crear o editar cosas en Navisworks donde destacaremos una de las herramientas principales el TimeLiner.

Figura 79 Barra de herramientas.

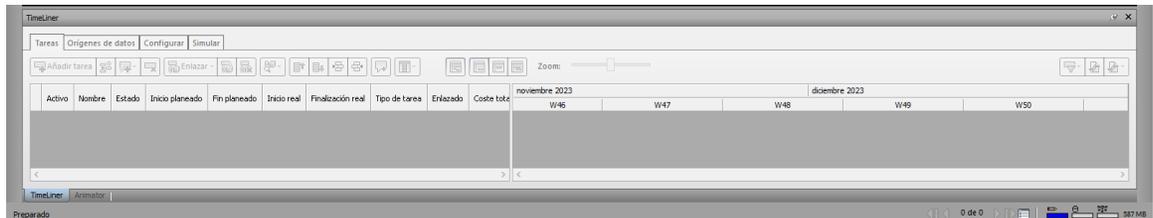


Fuente: Elaboración propia.

5. TimeLiner

La ventana del TimeLiner nos ayuda a vincular un modelo a una programación, trabajando así la programación virtual de obra, asociando tiempos y plazos a nuestro modelo.

Figura 80 Ventana del TimeLiner.



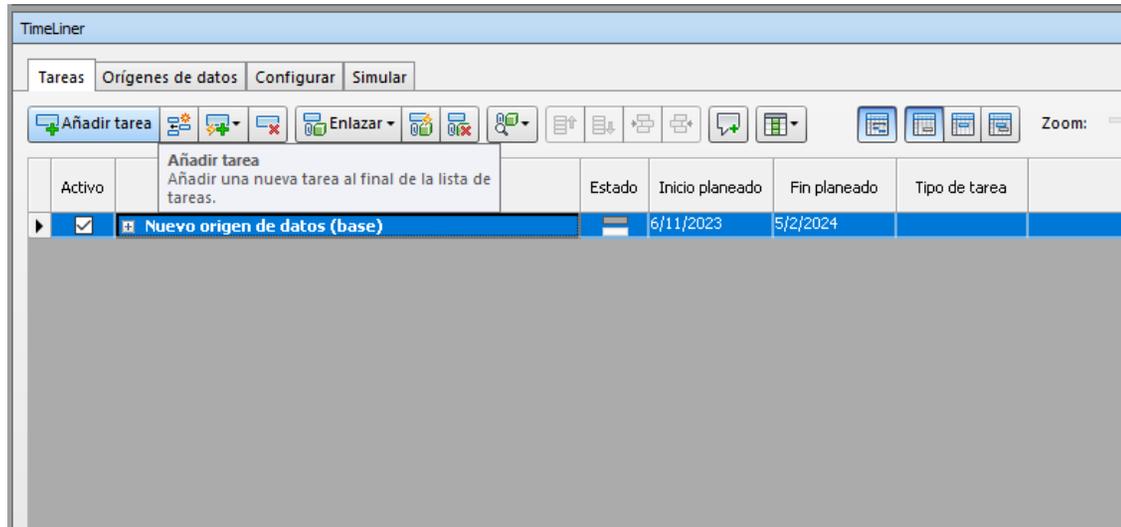
Fuente: Elaboración propia.

1. Crear Tareas.

Cree algunas tareas; cada una debe tener un nombre, una fecha de inicio, una fecha de fin y un tipo de tarea. Puede añadir tareas manualmente. Si lo prefiere, pulse en Tareas de adición automática  en la ficha Tarea. TimeLiner define algunos tipos de tarea predefinidos (Construcción, Demoler y Temporal), pero usted también puede definir sus propios tipos de tarea en la ficha Configurar.

También puede ver una representación gráfica de solo lectura de la programación del proyecto, y puede cambiar entre diagramas de Gantt Planeados, Reales y Planeados respecto a reales.

Figura 81 Ventanas de tareas.

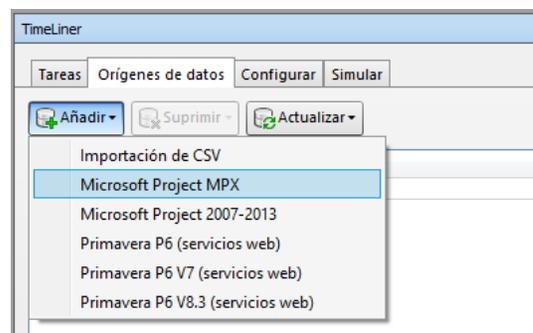


Fuente: Elaboración propia.

2. Importar Programación.

Puede usar la ficha Origen de datos para importar tareas de un origen externo, como Microsoft Project.

Figura 82 Ventanas de orígenes de datos.

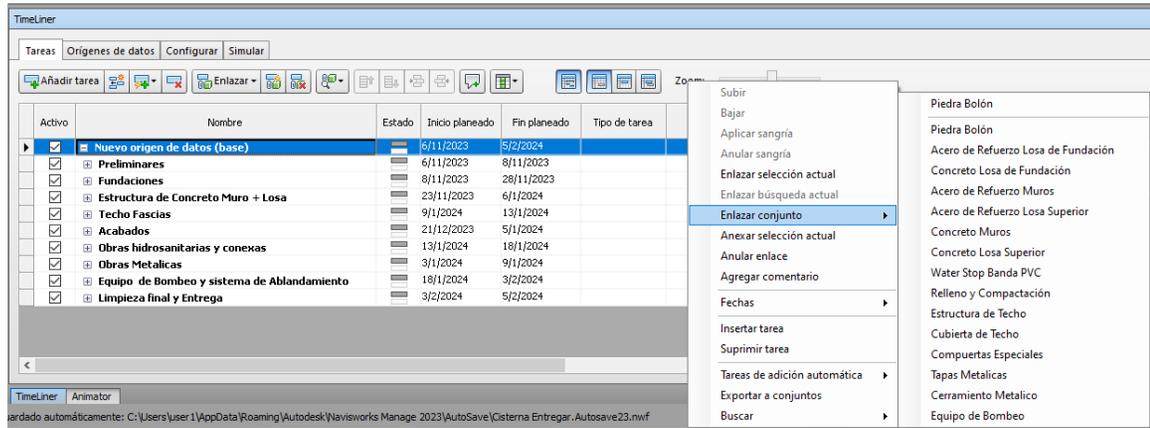


Fuente: Elaboración propia.

3. Enlazar Conjuntos a las tareas.

Luego de haber añadido Tareas o bien cargado una programación podremos vincular conjuntos anteriormente creados, esto nos permitirá visualizar la construcción del modelo exportado de Revit con los tiempos importados desde Project mediante una simulación.

Figura 83 Enlazar conjuntos.

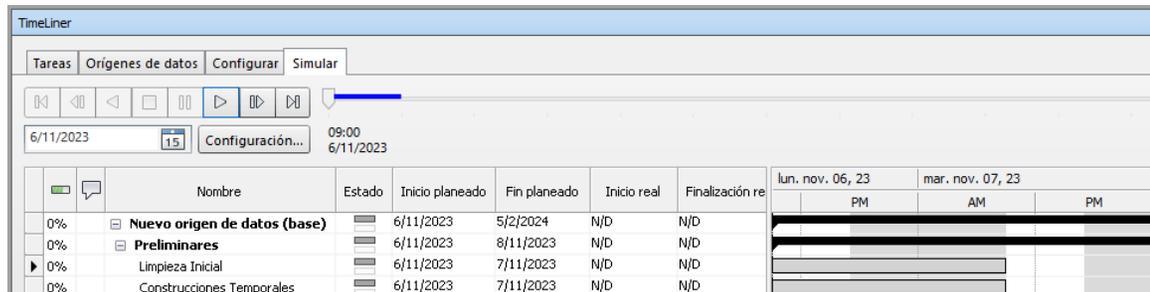


Fuente: Elaboración propia.

4. Simular Tabla de Planificación.

La ficha Simular permite simular la secuencia de TimeLiner a lo largo de toda la programación del proyecto.

Figura 84 Ficha simular.



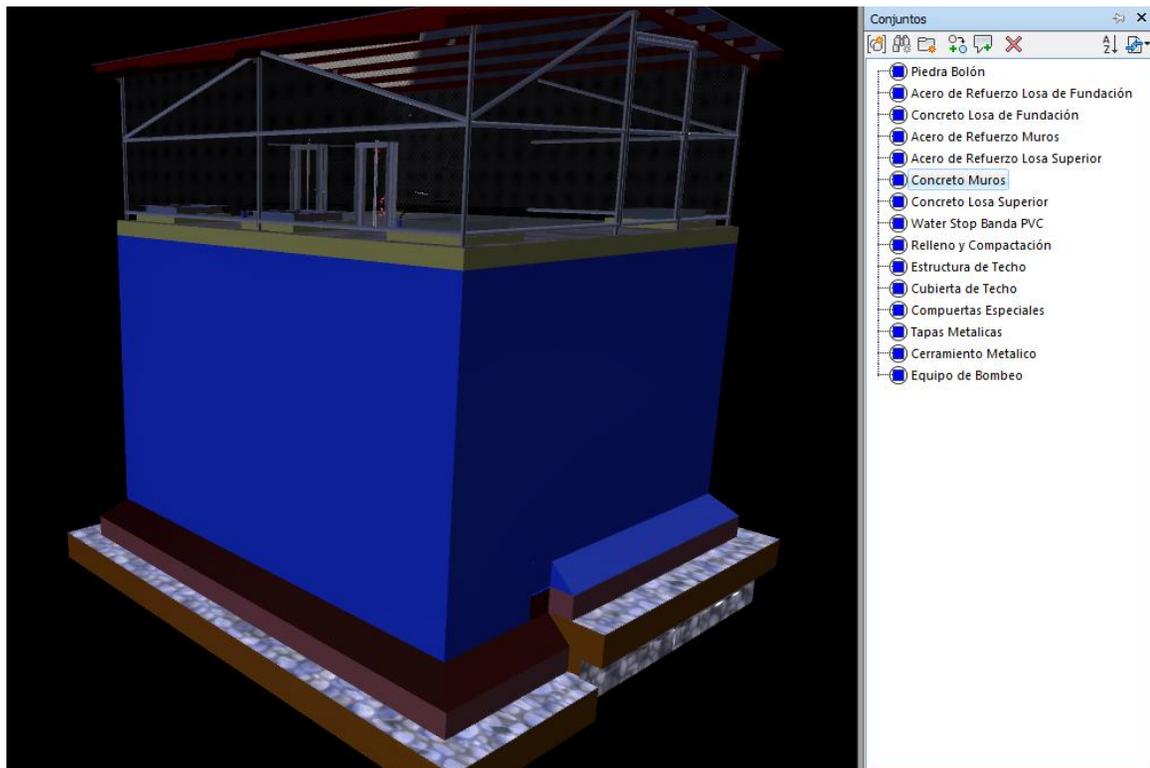
Fuente: Elaboración propia.

- Dentro de esta podremos utilizar los botones estándar para detener y reproducir (hacia delante y hacia atrás) la simulación,
- El botón Exportar animación  que permite exportar una animación de TimeLiner a un archivo AVI o a una secuencia de archivos de imágenes.
- El botón Configuración abre el Cuadro de diálogo Configuración de simulación, que permite definir cómo se simulará la programación.

6. Conjuntos.

La ventana Conjuntos es una ventana anclable que muestra los conjuntos de selección y los conjuntos de búsqueda disponibles en el archivo de Navisworks. Puede usar los botones de la ventana Conjuntos para crear y administrar los conjuntos de selección y de búsqueda, con los conjuntos podremos seleccionar y ocultar estructuras de nuestro proyecto.

Figura 85 Ventana de conjuntos.

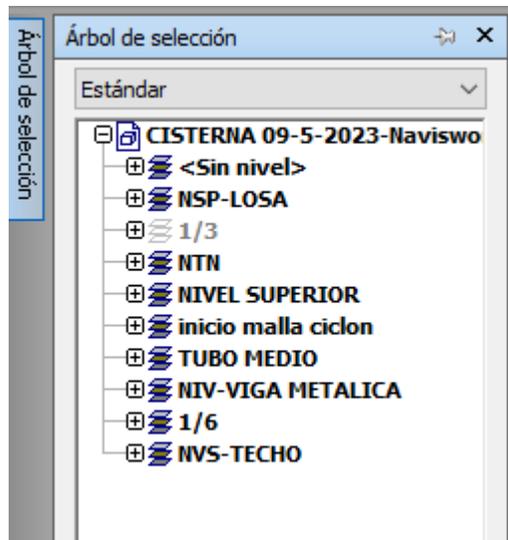


Fuente: Elaboración propia.

7. Árbol de selección.

El árbol de selección muestra diversas vistas jerárquicas de la estructura de la escena, tal y como se han definido en Revit.

Figura 86 Árbol de Selección.

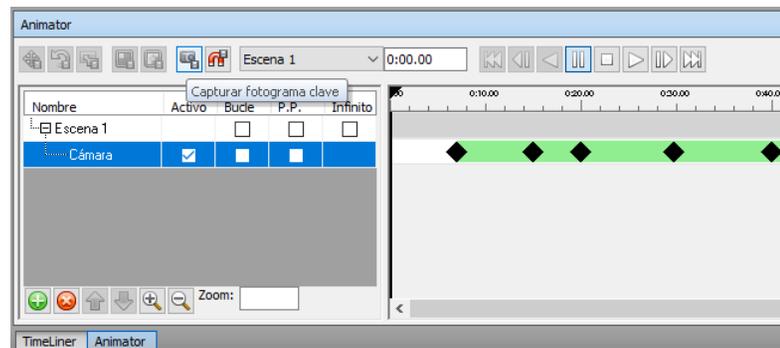


Fuente: Elaboración propia.

8. Animator.

Esta barra de herramientas se encuentra en la parte superior de la ventana Animator con ella podremos crear, editar y reproducir animaciones.

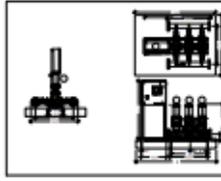
Figura 87 Crear Animación



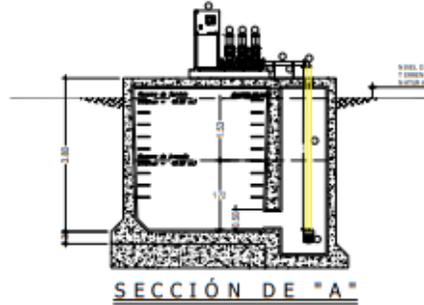
Fuente: Elaboración propia.

Fig. 45 Crear Animación.

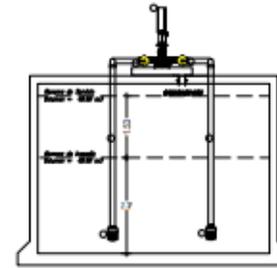
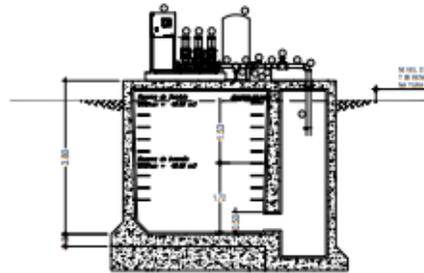
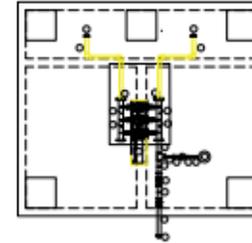
Para crear una animación nos dirigimos a Home > Animator  > Añadir escena  > Click derecho a la escena creada > añadir cámara > seleccionamos la posición de modelo que queremos capturar > Capturar Fotograma Clave . Repetiremos los dos últimos dos pasos hasta capturar todas las escenas deseadas cambiando de posición siempre el modelo.



VISTA PLANTA BOOSTERPAG



SECCIÓN DE "A"



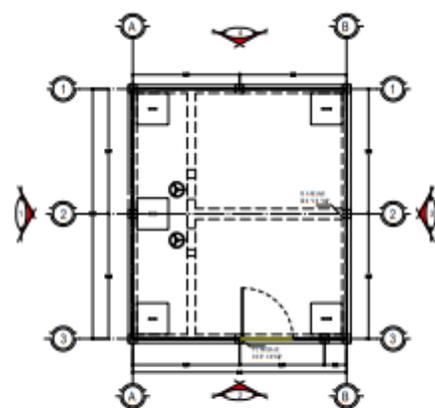
No. DE ORO BN	No. DE LINDAO	DESCRIPCION
1	1	PANEL DE CONTROL DE EQUIPO DE BOMBEO
2	2	BOMBAS AUTOMÁTICAS DE BOMBEO
3	1	TANQUE DE ALMACÉN DE AGUA
4	3	SOPORTE DE BOMBAS
5	1	TANQUE DE AGUA
6	2	NO MONTADO
7	1	PISO DE 10" X 12" DE 1/2" DE ESPESOR
8	2	EMPALME DE BOMBAS DE 1" X 1" DE 1/2" DE ESPESOR
9	2	VALVULA DE BOMBAS DE 1" X 1" DE 1/2" DE ESPESOR
10	2	VALVULA DE BOMBAS DE 1" X 1" DE 1/2" DE ESPESOR
11	2	VALVULA DE BOMBAS DE 1" X 1" DE 1/2" DE ESPESOR
12	1	TUBO DE 1" X 1" DE 1/2" DE ESPESOR
13	1	TUBO DE 1" X 1" DE 1/2" DE ESPESOR
14	2	TUBO DE 1" X 1" DE 1/2" DE ESPESOR
15	2	TUBO DE 1" X 1" DE 1/2" DE ESPESOR
16	2	TUBO DE 1" X 1" DE 1/2" DE ESPESOR
17	1	TUBO DE 1" X 1" DE 1/2" DE ESPESOR
18	1	TUBO DE 1" X 1" DE 1/2" DE ESPESOR
19	1	TUBO DE 1" X 1" DE 1/2" DE ESPESOR
20	1	TUBO DE 1" X 1" DE 1/2" DE ESPESOR
21	1	TUBO DE 1" X 1" DE 1/2" DE ESPESOR
22	1	TUBO DE 1" X 1" DE 1/2" DE ESPESOR
23	1	TUBO DE 1" X 1" DE 1/2" DE ESPESOR
24	1	TUBO DE 1" X 1" DE 1/2" DE ESPESOR
25	1	TUBO DE 1" X 1" DE 1/2" DE ESPESOR
26	1	TUBO DE 1" X 1" DE 1/2" DE ESPESOR
27	1	TUBO DE 1" X 1" DE 1/2" DE ESPESOR
28	1	TUBO DE 1" X 1" DE 1/2" DE ESPESOR
29	1	TUBO DE 1" X 1" DE 1/2" DE ESPESOR
30	1	TUBO DE 1" X 1" DE 1/2" DE ESPESOR

ESPECIFICACIONES DE TANQUE Y EQUIPO DE BOMBEO

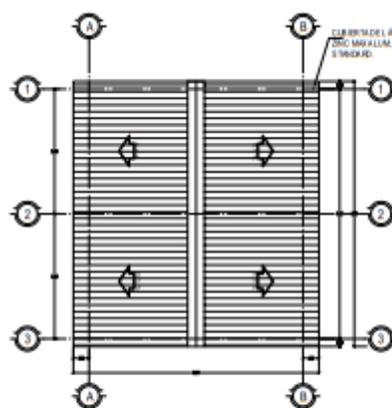
1- SUMINISTRO E INSTALACION DE EQUIPO DE BOMBEO DE AGUA POTABLE DEL TIPO BOOSTERPAG TRIPLEX MARCA GRUNDY O EQUIVALENTE O SUPERIOR, COMPUESTO POR BOMBAS TIPO CRIC PRESION CONSTANTE VELOCIDAD VARIABLE, 3 EN FUNCIÓN Y 1 COMO RESPALDO, CADA UNA PARA Q=90 GPM, CTD= 11.5 FT, 238-230V 1PH/60HZ, POTENCIA MÁXIMA DE CADA BOMBA= 5 HP (SUJETO A SELECCIÓN POR EL CONTRATISTA BAJO APROBACIÓN DEL SUPERVISOR) ON PANEL CONTROLADOR, CON LODO DE FREN CON AMBOS ALTERNOS ENTRE LAS 3 BOMBAS CON CARGAL DE SUCCIÓN Y DISCARISA DE ACERO INOXIDABLE, CON BOYA DE PROTECCIÓN DE BAJO NIVEL EN TANQUE DE AGUA (INCLUYE CAPACITACIONES) AL PERSONAL DE MANTENIMIENTO POR REPRESENTANTE DE FABRICA CON FICHAS INCLUYE CONSTRUCCION DE BASE DE CONCRETO REFORZADO DE 300x300, 600x600, 800x800 ML RF, DOBLE MALA FASE O 15 AG, SEGUN PLANOS Y ESPECIFICACIONES TECNICAS

- 2- PANEL CONTROLADOR DEL EQUIPO DE BOMBEO
- 3- TANQUE HIDRONEUMÁTICO METÁLICO DE 50 GAL
- 4- SOPORTE DE TUBERIAS
- 5- PANEL DE AJUSTE EN EL ECTROA O EL EQUIPO DE BOMBEO
- 6- UNION MALLEABLE DE HERROGALVANIZADO

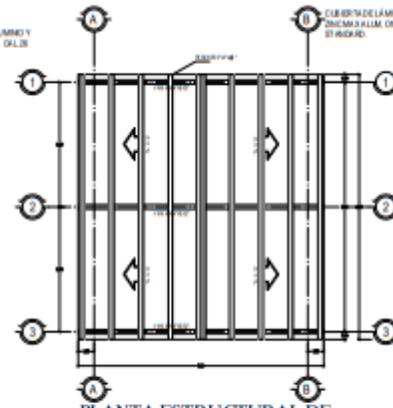
PROYECTO	SISTEMA DE ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE EN LA ZONA URBANA DE LA CIUDAD DE GUAYMA, GUAYAMA, P.R.	FACULTAD DE LA TECNOLOGIA Y CONSTRUCCION
CLIENTE	AGENCIA DE AGUA POTABLE DE GUAYAMA, GUAYAMA, P.R.	
DISEÑADOR	ING. JUAN CARLOS GONZALEZ	
AUTOR	ING. JUAN CARLOS GONZALEZ	04
REVISOR	ING. JUAN CARLOS GONZALEZ	
APROBADO	ING. JUAN CARLOS GONZALEZ	



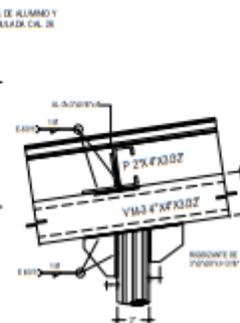
PLANTA ARQUITECTÓNICA
CUBIERTA PARA EQUIPO DE POTABILIZACIÓN



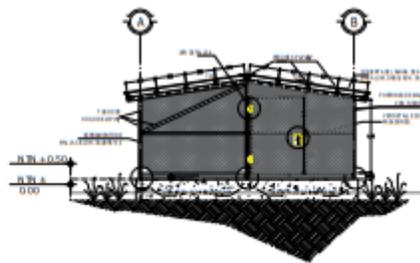
PLANTA ARQUITECTÓNICA DE TECHO
CUBIERTA PARA EQUIPO DE POTABILIZACIÓN



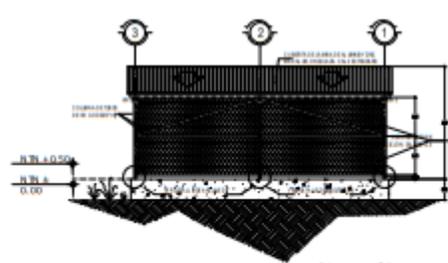
PLANTA ESTRUCTURAL DE TECHO
CUBIERTA PARA EQUIPO DE POTABILIZACIÓN



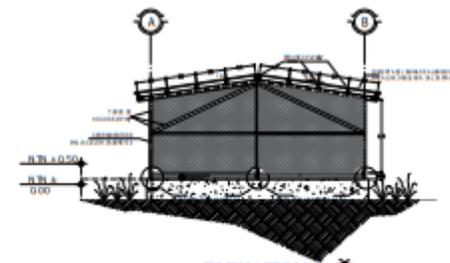
DETALLE DE UNIÓN DE TUBO Y CAJA



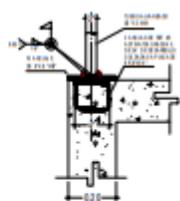
ELEVACION
CUBIERTA PARA EQUIPO DE POTABILIZACIÓN



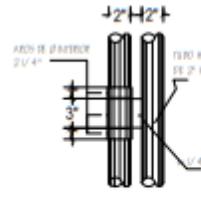
ELEVACION
CUBIERTA PARA EQUIPO DE POTABILIZACIÓN



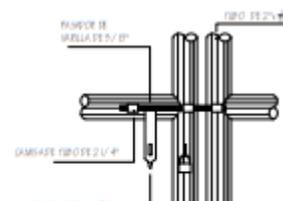
ELEVACION
CUBIERTA PARA EQUIPO DE POTABILIZACIÓN



DETALLE DE ANCLAJE D-5
CUBIERTA PARA EQUIPO DE POTABILIZACIÓN



DETALLE - 4
CUBIERTA PARA EQUIPO DE POTABILIZACIÓN



DETALLE - 3
CUBIERTA PARA EQUIPO DE POTABILIZACIÓN



DETALLE - 1
CUBIERTA PARA EQUIPO DE POTABILIZACIÓN

PROTECCIÓN DE ESTRUCTURA METÁLICA A-36
SE APLICARÁ DOBLES MANOS DE ANTICORROSIVO ALUQUINO INDUSTRIAL, SÍMILAR LARGO EQUIVALENTE O SUPERIOR, EN TODA LA ESTRUCTURA METÁLICA A-36.

PROYECTO	FECHA	HOJA	DE
		04	

PROYECTO	FECHA	HOJA	DE
		04	

PROYECTO	FECHA	HOJA	DE
		04	

PROYECTO	FECHA	HOJA	DE
		04	



