



ANEP

CONSEJO
DIRECTIVO
CENTRAL

PROGRAMA
PAEMFE



Implementación de la **metodología BIM** en el Programa Paemfe

Noviembre 2024



edir



Sección



Descomponer



ANEP

CONSEJO
DIRECTIVO
CENTRAL

PROGRAMA
PAEMFE

Implementación de la metodología BIM en el Programa Paemfe

Autores

M.A. Andres Riva - Coordinador General

Arq. Fernando Rischewski - Encargado de la Unidad de Infraestructura

Arq. Beatriz Tanca - Referente del Sector Proyecto

Arq. Roxana Antuña - Referente del Sector BIM

Noviembre 2024



Índice

1. Resumen ejecutivo	7
2. ¿Qué es la metodología BIM?	8
3. Contexto y objetivos de la implementación BIM.....	10
3.1. Requerimientos BIM para la metodología y organización del trabajo.....	10
3.2. Forma de trabajo y procesos.....	11
3.3. Recursos humanos.....	13
3.4. Gestión de la información.....	14
4. Planificación de la implementación BIM	16
4.1. Alcance y objetivos propuestos en Paemfe.....	16
4.2. Equipo técnico - Plan de capacitación - Software - Hardware	18
5. Proyecto piloto	22
5.1. Elección del proyecto piloto.....	22
5.2. Plan de Ejecución BIM (PEB), definición de protocolos de trabajo.....	23
5.2.1. ¿Qué es un Plan de Ejecución BIM?.....	23
5.2.2. PEB para el proyecto piloto	23
6. Proyecto piloto «Liceo N.º 3 de Trinidad, Flores»	25
6.1. El proyecto	25
6.2. Forma de trabajo	25
6.3. Licitación del proyecto piloto	28
6.4. Supervisión y ejecución con BIM.....	28
7. Proyectos de la segunda etapa	29
Liceo N.º 8 de Salto	29
Liceo rural de Colonia Lavalleja, Salto.....	31
Liceo N.º 3 de San Carlos, Maldonado	33
8. Logros alcanzados	35
9. Lecciones aprendidas	37
10. Referencias	38
11. Anexos	39



1. Resumen ejecutivo

Este documento describe los logros alcanzados en la implementación de la metodología BIM (Building Information Modeling) en la Unidad de Infraestructura del Programa Paemfe, de la Administración Nacional de Educación Pública (ANEP). A lo largo de este proceso, Paemfe ha desarrollado cuatro proyectos BIM, dos de ellos licitados en 2024 y los otros previstos para 2025. Estos proyectos son los siguientes:

Centro educativo	Departamento	Diseño	Licitación
Liceo N.º 3 de Trinidad	Flores	2023	Jun-24
Liceo N.º 8 de Salto	Salto	2024	Dic-24
Liceo rural de Colonia Lavalleja	Salto	2024	Mar-24
Liceo N.º 3 de San Carlos	Maldonado	2024	Mar-24

La implementación de BIM en Paemfe se llevó a cabo en dos etapas: una inicial de diagnóstico, preparación e implementación a fines de 2022 y el desarrollo de un primer proyecto piloto a mediados de 2023. La segunda etapa en 2024 consolidó la transición total al trabajo en BIM y modelado en Revit para todos los equipos de diseño. El principal objetivo fue optimizar el diseño, la supervisión y la ejecución de los proyectos para maximizar la calidad en la gestión de datos y mejorar la coordinación entre los actores involucrados, buscando no solo la optimización de tiempos y costos, sino también el bienestar de los estudiantes.

Entre los logros más destacados se encuentran la planificación eficiente y la estandarización de procesos, la coordinación precisa en el desarrollo de los proyectos —mejorando la comprensión de los edificios durante los procesos de proyecto gracias al modelado 3D— y la primera licitación pública de un proyecto basada en un modelo 3D. Este hecho marcó un hito, que consolidó a la ANEP como referente en la implementación de BIM en el sector público de Uruguay. También se logró una transición total de CAD a Revit en el área de diseño y se preparó al equipo de supervisión para integrar BIM en las etapas de ejecución de obra, lo cual optimizará el control y reducirá costos en tiempo real.

Finalmente, la implementación de BIM ha logrado consolidar un modelo de trabajo colaborativo, permitiendo que toda la información del proyecto se centralice y gestione de manera eficiente, lo que promete mejorar la transparencia y minimizar la duplicación de datos en futuros proyectos. Este informe concluye con aprendizajes clave para consolidar la metodología BIM en proyectos futuros, promoviendo la innovación tecnológica y una gestión pública más eficiente.



2. ¿Qué es la metodología BIM?

La metodología BIM (Building Information Modeling) es una práctica avanzada en la construcción y la gestión de proyectos que integra la creación y el uso de modelos digitales tridimensionales que representan las características físicas y funcionales de un edificio o infraestructura. Según la Universidad de Pensilvania, «un modelo informado de construcción (BIM) es una representación digital de características físicas y funcionales de una instalación». En el terreno de la planificación, gestión, diseño, construcción y mantenimiento de proyectos de infraestructura, BIM se utiliza para mejorar la eficiencia, reducir errores y optimizar costos (Forgues et al., 2012).

En este sentido, BIM permite la visualización en 3D y posibilita integrar información adicional como costos, cronogramas, sostenibilidad y mantenimiento, lo que facilita la colaboración entre todos los actores involucrados en el proyecto, desde arquitectos e ingenieros hasta constructores y propietarios.

La adopción de la metodología BIM ha avanzado de manera lenta en Uruguay, puesto que requiere modificaciones profundas en los modelos de gestión e implica cambios en los programas informáticos para el diseño arquitectónico. Esto tiene implicancias en términos de inversión en equipamiento, formación de recursos humanos, adaptación de las estructuras organizacionales y en los aspectos legales de las adquisiciones, así como también en las fases de supervisión de obra y gestión de posobra de los edificios.

Para la adopción de la metodología existen estándares de calidad a escala nacional. En Uruguay, la norma UNIT-ISO 19650-5:2020 aborda la gestión de la seguridad de la información en proyectos que utilizan BIM. Esta establece directrices para proteger la información sensible durante todo el ciclo de vida del proyecto, identificando y gestionando riesgos asociados. La norma define roles y responsabilidades para asegurar que todos los actores, desde propietarios hasta contratistas, cumplan con los requisitos de seguridad. Además, describe un proceso estructurado que incluye la planificación, la implementación, el monitoreo y la revisión de los controles de seguridad. También establece cómo las organizaciones deben demostrar conformidad con los requisitos y cómo se audita dicho cumplimiento (UNIT, 2020).

En el desarrollo de proyectos de infraestructura educativa, BIM es una herramienta fundamental para mejorar las capacidades de comunicación entre los técnicos del proyecto y aquellas partes interesadas —tomadores de decisión, usuarios finales y público general— a los efectos de transmitir información, recibir opiniones y comentarios y reducir las brechas que existen entre los interlocutores (Miettinen y Paavola, 2014).

Investigaciones sobre el uso de BIM en infraestructura educativa llegan a la conclusión de que «la prevalencia del uso de BIM en proyectos de instalaciones educativas puede ayudar a mejorar el intercambio colaborativo de conocimientos entre diseñadores, contratistas y clientes, lo que resultaría en edificios educativos de mejor calidad» (Moreno et al., 2019).

BIM es además una herramienta que promueve la participación de los estudiante y docentes en la toma de decisiones en la fase de planificación y diseño. Esto es coincidente con las dinámicas



de diseño participativo que se desarrollan en torno a los proyectos de infraestructura educativa. Los recorridos 3D contribuyen a que las partes interesadas participen en la toma de decisiones en los proyectos, sin necesidad de conocimientos técnicos complejos (Lahdenperä, 2012). En términos educativos, BIM puede emplearse también para analizar aspectos relevantes para el bienestar de los estudiantes, como la presencia de luz natural (Innovative Design, 2004) o monitorear el rendimiento energético de los edificios (Tu y Vernatha, 2016). Este proceso puede interactuar de manera virtuosa con el currículo escolar, especialmente desde el punto de vista competencial y de trabajo basado en proyectos, puesto que los estudiantes podrían utilizar su edificio educativo como un laboratorio viviente.

En resumen, la adopción de la metodología BIM supone dos aspectos fundamentales. En términos generales, supone un cambio en la gestión de proyectos de infraestructura mediante metodologías de trabajo colaborativo y gestión de la información. En términos específicos, BIM supone un cambio en los sistemas informáticos de planificación, diseño, construcción y mantenimiento de los proyectos de infraestructura edilicia que aportan mayor eficiencia en los procesos y en la optimización en el uso de los recursos.



Liceo Colonia Lavalleja - Salto



Liceo N.º 3 de Trinidad - Flores



3. Contexto y objetivos de la implementación BIM

3.1. Requerimientos BIM para la metodología y organización del trabajo

La introducción de un modelo digital tridimensional centralizado, que además integra y actualiza en tiempo real toda la información relevante del proyecto, transforma sustancialmente las formas de organizar el trabajo. Particularmente, esto permite una colaboración fluida y una mejor coordinación entre áreas. Además, optimiza la gestión de costos y tiempos de obra al automatizar procesos como la cuantificación de materiales, permitiendo que el equipo de presupuestación extraiga datos precisos del modelo BIM y se enfoque en la planificación estratégica y el control de calidad. Así, BIM convierte el proceso en uno más ágil, seguro y eficiente, promoviendo una visión integral del proyecto en todas sus fases.

La implementación de la metodología BIM supone un proceso de transformación transversal de las dinámicas de trabajo dentro de una oficina de infraestructura. En tal sentido, el proceso requiere una evaluación y un diagnóstico preciso de las capacidades de cada oficina a los efectos de adaptar tanto la organización interna como la metodología de trabajo, de acuerdo con esas capacidades y con los requerimientos de las nuevas modalidades de trabajo.

Para adaptar las formas de trabajo a la metodología BIM, es esencial considerar varios elementos clave:

- **Capacitación del equipo:** La transición a BIM requiere que el equipo técnico, administrativo y de gestión reciba formación específica en el uso de software BIM y en la metodología colaborativa. Es importante capacitar no solo a los arquitectos proyectistas, sino a todos los actores involucrados para garantizar que todos comprendan y utilicen el modelo de manera eficaz.
- **Estandarización de procesos y protocolos:** Es fundamental establecer normas claras para la organización de archivos, el flujo de trabajo y los protocolos de actualización de datos en el modelo BIM. Definir una estructura de carpetas, un sistema de nomenclatura de archivos y procedimientos para la revisión y aprobación de cambios facilita la consistencia y la accesibilidad de la información.
- **Selección e implementación de software y hardware adecuados:** BIM exige herramientas tecnológicas avanzadas que puedan manejar modelos complejos y bases de datos centralizadas. Evaluar y seleccionar software de modelado, gestión y coordinación adecuados, así como asegurar una infraestructura de hardware que soporte estos sistemas, es crucial para el rendimiento y la eficiencia de la metodología.
- **Asignación de roles y responsabilidades:** La integración de BIM implica definir roles específicos para la creación, revisión y mantenimiento del modelo digital. Establecer quién



será el coordinador BIM, los modeladores y los encargados de verificación y supervisión ayuda a clarificar responsabilidades y facilita el flujo de trabajo.

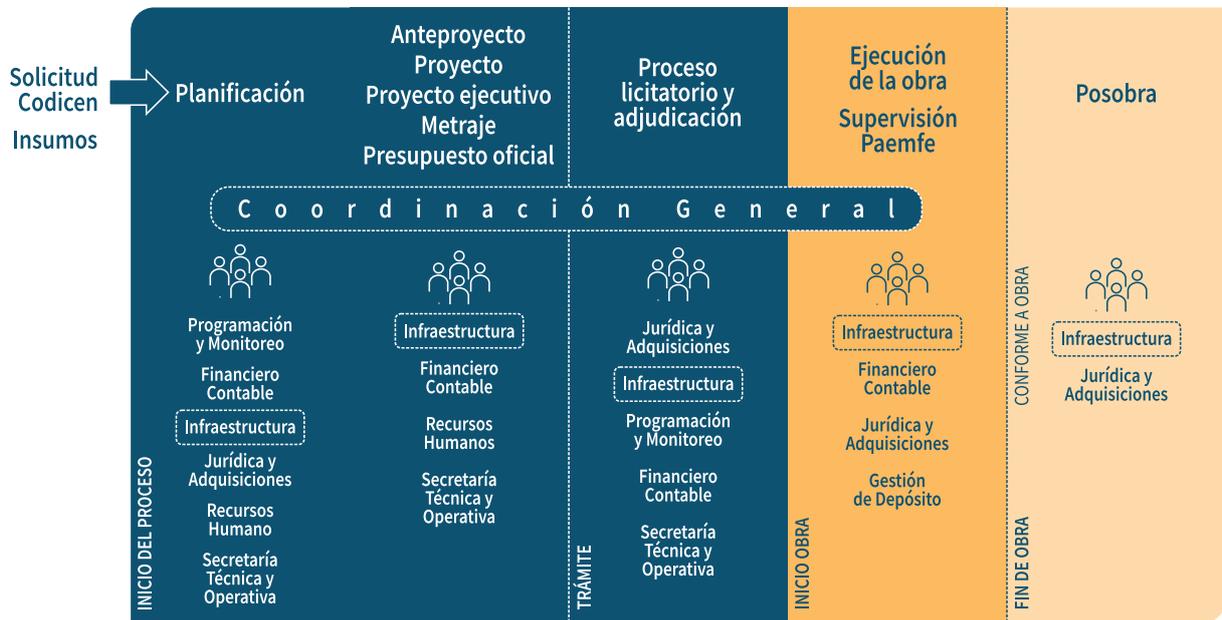
- **Establecimiento de comunicación y colaboración efectiva:** BIM se basa en una colaboración constante entre todos los actores del proyecto. Implementar canales de comunicación claros y una plataforma centralizada, como un sistema en la nube, permite que los equipos internos y externos accedan a la información actualizada y participen en la toma de decisiones en tiempo real.
- **Gestión de la seguridad de la información:** Asegurar la protección de los datos del modelo BIM es esencial, especialmente cuando existen múltiples usuarios y colaboradores. Definir controles de acceso, políticas de seguridad y rutinas de respaldo es clave para evitar pérdidas de información y garantizar la confidencialidad.
- **Monitoreo y mejora continua:** La implementación de BIM es un proceso que evoluciona con el tiempo. Es importante establecer mecanismos para monitorear el desempeño de los procesos y recibir retroalimentación continua, permitiendo ajustes y mejoras en la metodología para optimizar el flujo de trabajo.

3.2. Forma de trabajo y procesos

El Programa Paemfe se caracteriza por abarcar todas las etapas del proyecto arquitectónico, desde la concepción inicial hasta el seguimiento posobra. Esto incluye la definición preliminar del proyecto, el desarrollo del proyecto ejecutivo con sus respectivos recaudos gráficos y escritos, la elaboración del presupuesto oficial y el establecimiento del cronograma de obra. En los proyectos gestionados por el programa, también se supervisa la construcción y se realiza el seguimiento posobra, asegurando una continuidad de la gestión y el mantenimiento de la información. La pieza clave del Programa Paemfe son los proyectos ejecutivos, los cuales se licitan para construcción pública. Estos documentos no solo fundamentan el proceso de licitación, sino que determinan los costos y plazos de ejecución, consolidando el papel del programa en la supervisión de infraestructura educativa.

En el marco de la implementación BIM, el objetivo central consiste en lograr que todas las etapas se encuentren comprendidas en la metodología. Actualmente las etapas de planificación, anteproyecto, proyecto ejecutivo y presupuesto oficial, proceso licitatorio y adjudicación ya han sido integradas al trabajo en BIM. Se espera que a lo largo del año 2025 se integren las etapas de ejecución y supervisión y en 2026 la etapa posobra.

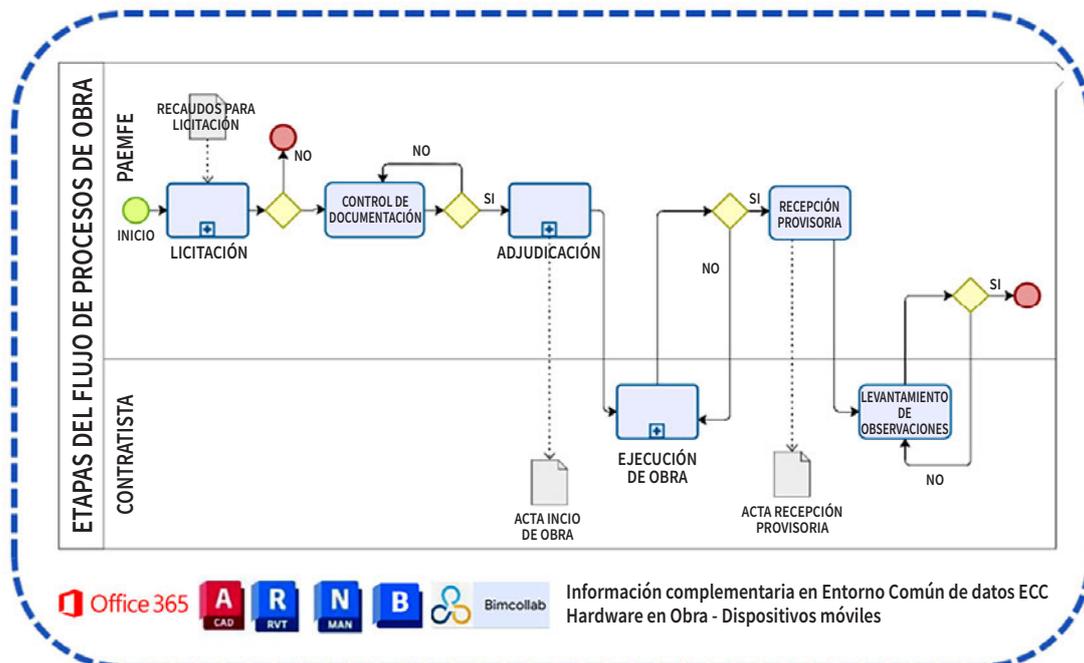
Etapas de proyecto y ejecución de obra



Nota: Gráfico en el que se detallan las distintas etapas o fases por las que transcurre el proyecto y las unidades y los sectores del programa que participan en cada una de esas instancias

La adopción de BIM requiere una comprensión cabal de las formas de trabajo, los procesos y la cultura organizacional de la institución en la que será implementado. Por ese motivo es fundamental contar con un diagnóstico adecuado de las capacidades previas de la oficina, así como conocer en profundidad los procesos desarrollados y el rol que cumplen las personas en ellos. Con esta información es que, posteriormente, se adaptarán los procesos y las formas de trabajo a las demandas de la metodología BIM.

Así lucen las etapas antes mencionadas en un flujo de procesos





Asimismo, el flujograma del Anexo 1 describe el flujo de procesos de proyecto, con roles y responsabilidades, para la Unidad de Infraestructura de Paemfe.



Anexo 1 - Flujograma de procesos para la Unidad de Infraestructura de Paemfe

3.3. Recursos humanos

La estructura de recursos humanos del Programa Paemfe requirió una reconfiguración a los efectos de adaptar los sectores, los roles y las responsabilidades a los nuevos desafíos BIM. El primer paso para la implementación BIM consistió en la creación de un sector especializado en la Unidad de Infraestructura, encargado de aplicar y mantener las metodologías y los estándares BIM en las fases de diseño, construcción y operación de las infraestructuras. Este equipo cuenta con el apoyo de un especialista informático que supervisa las tecnologías del programa, incluyendo software, hardware y la gestión de la red y la nube «Paemfe». Este sector es fruto de las eficiencias que genera la implementación de la metodología, puesto que se formó con recursos humanos antes abocados a tareas de presupuestación y costos.

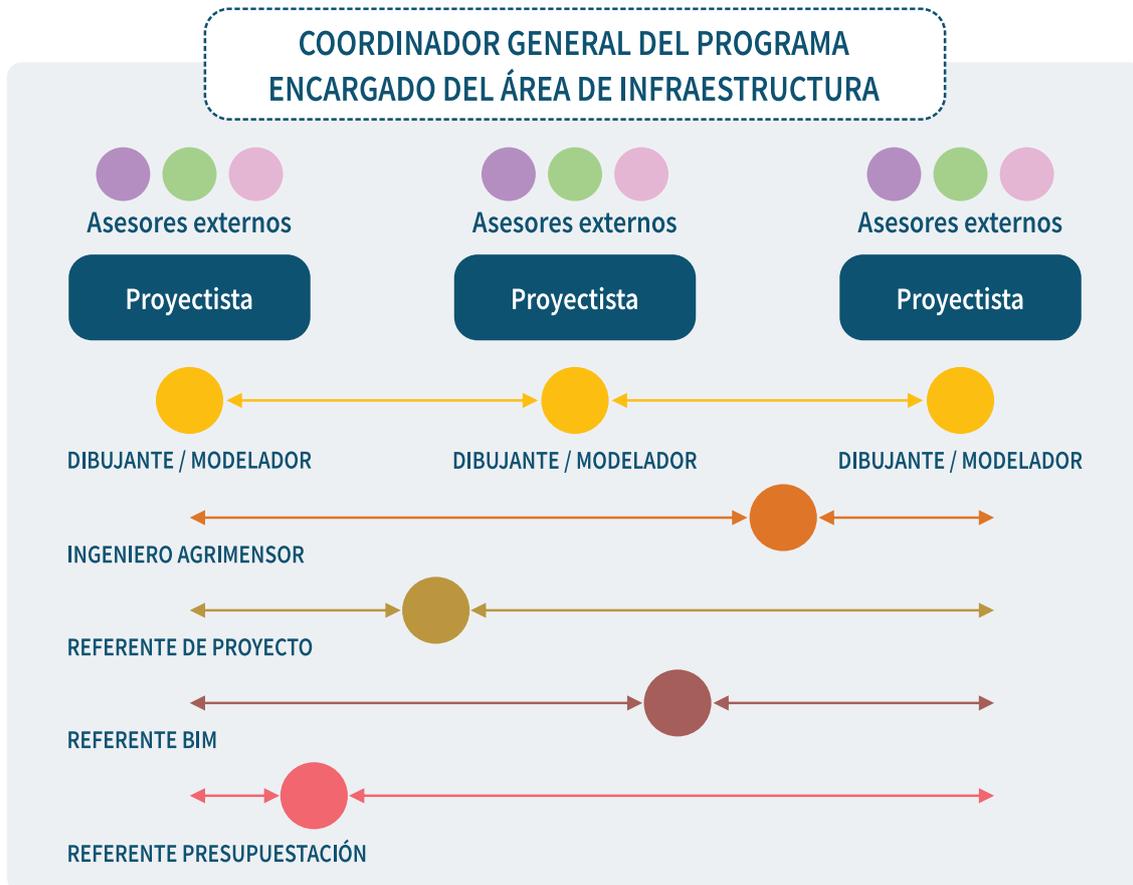
En 2023 se incorporaron cuatro nuevos ayudantes de arquitecto capacitados en modelado BIM, dos de los cuales se unieron al Sector Proyecto en el marco de la reorganización del flujo de trabajo, operando bajo la supervisión de un arquitecto responsable. La estructura colaborativa permite que los ayudantes ofrezcan apoyo en diferentes proyectos según las necesidades específicas.

En concreto, la oficina cuenta actualmente con nuevos roles. Los ayudantes de arquitecto cumplen la función de modeladores en BIM y las encargadas de los sectores Proyecto y BIM se desempeñan a su vez como revisoras de modelos 3D.

Organigrama de la Unidad de Infraestructura del Programa Paemfe



Organización del trabajo para la implementación de la metodología BIM en el Programa Paemfe



3.4. Gestión de la información

La metodología BIM se basa en la creación, la gestión y el uso compartido de datos a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto. Por ese motivo, la gestión de la información se torna un elemento central en la implementación de esta nueva forma de trabajo. Dado que BIM permite un enfoque colaborativo basado en tecnología digital, la información se actualiza en tiempo real en un modelo 3D compartido. Esto supone un cambio trascendental respecto de los métodos tradicionales, en los que la información incorporada y las modificaciones realizadas durante el desarrollo del proyecto se deben actualizar de forma manual e independiente en archivos sucesivos. Esta diferencia hace que la gestión de la información se convierta en un eje central del proceso, puesto que asegurar la precisión, la coherencia y la eficiencia de los proyectos es fundamental para la implementación exitosa de la nueva metodología.

La estructura de soporte de la información, tanto física (hardware) como virtual (software), es una condición indispensable para la puesta en funcionamiento de proyectos en BIM. En la adopción de esta metodología, la gestión de información no solo supone el almacenamiento de datos, sino también su organización, estructuración y disponibilidad para que cada miembro del equipo cuente con acceso de forma adecuada en cada fase del proyecto. Una de las grandes ventajas de esta forma de trabajo es que la actualización centralizada evita la duplicación y pérdida de la información, así como también previene errores basados en una



deficiente disponibilidad de la información o la utilización de información desactualizada. La conjugación de estos elementos promete la adopción de decisiones con información de mayor calidad, así como la reducción de errores.

Por otra parte, la centralización de la información en un único modelo 3D permite, a diferencia de otras metodologías, la disponibilidad inmediata y para todo el equipo de un conjunto de datos que habilita a realizar análisis de mayor complejidad. BIM ofrece herramientas para simular y evaluar el desempeño del edificio en términos de eficiencia energética, impacto ambiental y costos de operación, entre otros factores. La gestión de la información adecuada permite a los equipos trabajar en un modelo predictivo, identificando y resolviendo problemas potenciales antes de que ocurran en la fase de construcción, lo cual minimiza costos y optimiza recursos.

Una vez finalizadas las obras, la metodología BIM facilita el mantenimiento y la gestión de los edificios. La información del modelo se transfiere a las fases de operación y mantenimiento, proporcionando a los administradores de instalaciones datos precisos sobre los sistemas del edificio, los materiales y las características específicas que necesitan para mantener el edificio a lo largo de su ciclo de vida. Este elemento puede ser determinante en una mejora de las capacidades de mantenimiento preventivo de los edificios una vez que quienes lo gestionan pueden acceder al modelo informado.

En términos de gestión de la información, el Programa Paemfe cuenta con una red informática propia, basada en sus propios servidores, lo que proporciona una infraestructura digital robusta y controlada que centraliza y facilita el intercambio de información en la oficina de arquitectura. Este ha sido un elemento clave en la adopción de la metodología BIM.

Resulta fundamental contar con un entorno para garantizar que todos los participantes del proyecto trabajen en una única plataforma, accediendo a datos siempre actualizados y precisos. Su rol como depósito seguro permite que la información clave —desde documentos y planos hasta cronogramas y especificaciones— esté bien organizada y sea fácilmente recuperable.

Respecto a la seguridad, la red cuenta con controles de acceso que limitan los permisos según las funciones de cada usuario, asegurando que solo el personal autorizado pueda realizar modificaciones o visualizar información sensible. Las rutinas de respaldo regulares, programadas de forma diaria, semanal, quincenal y anual, ofrecen una protección adicional al salvaguardar la información del proyecto ante cualquier eventualidad.

Uno de los principales desafíos que supuso la implementación BIM en Paemfe, basada en una red local, fue la colaboración con asesores externos. Dado que estos asesores (Estructura, Agrimensura, Instalaciones Hidráulicas y Eléctricas) no tienen acceso directo a la red, el intercambio de información se gestiona a través de correo electrónico, lo cual introduce potenciales riesgos de duplicación de información y errores. Para mitigar estos riesgos, el programa ha establecido protocolos precisos para el nombramiento de archivos, organización de carpetas y métodos de trabajo del equipo, facilitando una transición ordenada hacia BIM. No obstante, a medida que avance la implementación, integrar a los asesores externos en la red será un paso clave para optimizar el flujo de trabajo y garantizar una gestión de la información verdaderamente integral, de acuerdo con las buenas prácticas de gestión de la información en proyectos BIM.



4. Planificación de la implementación BIM

Toda implementación BIM requiere un diagnóstico preciso de los requerimientos mencionados en el capítulo anterior. Es necesario conocer en detalle los siguientes elementos:

- Organigrama y flujos de procesos
- Recursos humanos disponibles
- Roles y responsabilidades
- Formación de los recursos humanos
- Software disponible
- Hardware disponible
- Sistema de gestión de la información.

Estos elementos, en sus diversas configuraciones, determinarán el alcance y los objetivos propuestos para la implementación BIM.

4.1. Alcance y objetivos propuestos en Paemfe

El alcance del Plan de Implementación BIM en el Programa Paemfe considera:

- Iniciar con la formación en software Revit Arquitectura nivelando a todos los integrantes de la Unidad de Infraestructura.
- Profundizar en la capacitación de acuerdo a los perfiles y roles definidos en el Plan de Implementación.
- Elaborar el proyecto piloto en el que participen uno de los equipos del Sector Proyecto y uno del Sector Presupuestación.
- Ajustar los pliegos para el procedimiento competitivo del proyecto piloto en la nueva metodología.
- Llevar a cabo un proceso de transición hacia el uso de Revit en el 100 % de los equipos de proyecto.
- Aplicar la metodología en la ejecución de la obra.
- Medir y documentar los resultados.

Para ello, como punto de partida se definieron los pasos necesarios para iniciar la implementación.

Etapa 1

- Adquisición de licencias y adaptación de sistemas informáticos y del hardware.
- Definición de roles y perfiles y redefinición del organigrama.
- Plan de capacitaciones del equipo de Paemfe.



- Instrumentación de la forma de trabajo mediante el desarrollo de manuales, protocolos, instrucciones de trabajo, estándares de modelado y de intercambio de la información de la oficina y plantillas con base en dichos estándares.
- Inicio del primer proyecto piloto: definición del proyecto y del equipo responsable, elaboración del Plan de Ejecución BIM (PEB).

Etapa 2

- Transición a la metodología BIM de todo el equipo de infraestructura para la elaboración de todos los proyectos.
- Finalización del proyecto piloto.
- Licitación del proyecto piloto.
- Retroalimentación (lecciones aprendidas del proyecto piloto).

Objetivos generales:

- Mejorar la calidad del producto (proyecto arquitectónico y edificio construido).
- Mejorar la productividad (tiempos y costos).

Objetivos específicos:

Etapa de elaboración del proyecto (actor responsable: Infraestructura Paemfe)

- Mejora en la comunicación de los proyectos mediante la visualización 3D
- Implementación de una metodología coordinada mediante el trabajo colaborativo
- Generación de una base de datos de componentes común a la oficina, tendiendo a la sistematización
- Mejora en la documentación del proyecto mediante la sistematización
- Optimización de los procesos de cuantificación de los proyectos, mediante la extracción de datos desde el modelo informado.

Etapa de ejecución de obra (actor responsable: empresa contratista)

- Mejora en la comprensión y comunicación de los proyectos mediante la visualización 3D
- Minimización de sobretiempos y uso ineficiente de recursos, de forma de asegurar que el modelado del proyecto ejecutivo para construcción sea consistente y coordinado mediante el chequeo de interferencias
- Reducción de atrasos en los plazos y sobrecostos mejorando la comunicación entre los actores relacionados al proceso de obra
- Minimización de los reclamos posobra mediante la mejora en la calidad de las obras entregadas
- Obtención de un Conforme a obra (as-built) veraz y fidedigno mediante el registro sistemático de los cambios y ajustes en la materialización del proyecto ejecutado
- Minimización de la repetición de errores mediante la documentación de las buenas prácticas y lecciones aprendidas en el transcurso de la obra.

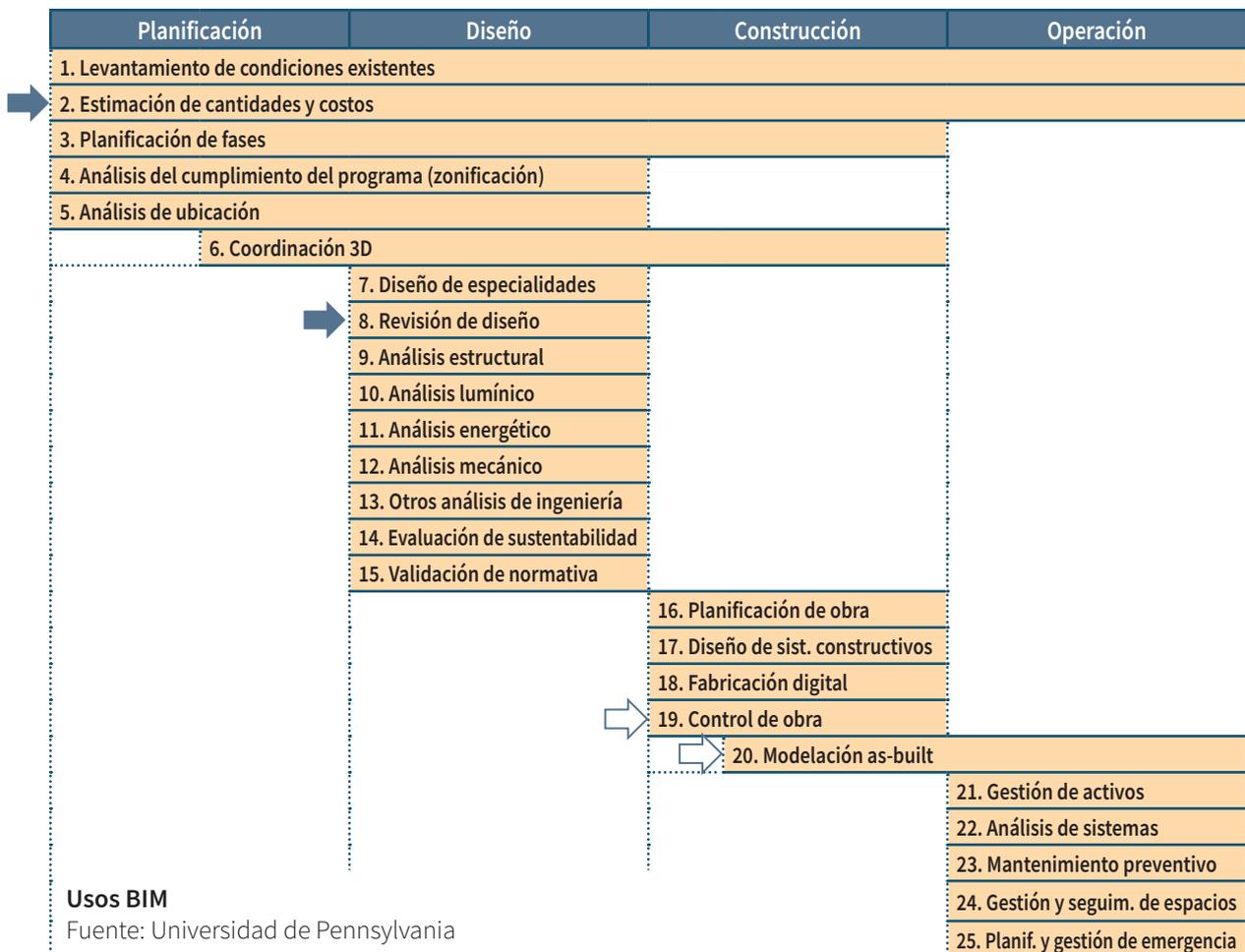
Una vez que la oficina cuenta con un diagnóstico claro y ha logrado establecer sus objetivos, resulta indispensable la elección de los usos BIM que serán empleados para la implementación.

¿Qué son los usos BIM?

Los usos BIM son aplicaciones específicas de la metodología Building Information Modeling (BIM) que responden a objetivos concretos en diferentes etapas del ciclo de vida de un proyecto de construcción. Cada uso BIM define cómo se utiliza la información del modelo para cumplir con ciertas funciones o necesidades del proyecto.

Es fundamental definir los usos BIM de forma precisa para evitar ambigüedades y malentendidos entre los equipos. Además, esto permite medir el éxito del uso de BIM en relación con los objetivos establecidos y optimizar los recursos disponibles en el proyecto.

Para la implementación en Paemfe los usos que se seleccionaron pueden apreciarse en el gráfico siguiente:



4.2. Equipo técnico - Plan de capacitación - Software - Hardware

Con base en el análisis de los requerimientos de infraestructura informática y software y de las habilidades del equipo necesarias para los nuevos roles que requiere la implementación de la metodología, se definió:

- Plan de capacitaciones
- Adecuación del hardware
- Adquisición de licencias de software



Cuadro del equipo técnico de Unidad Infraestructura: roles - capacitación - software

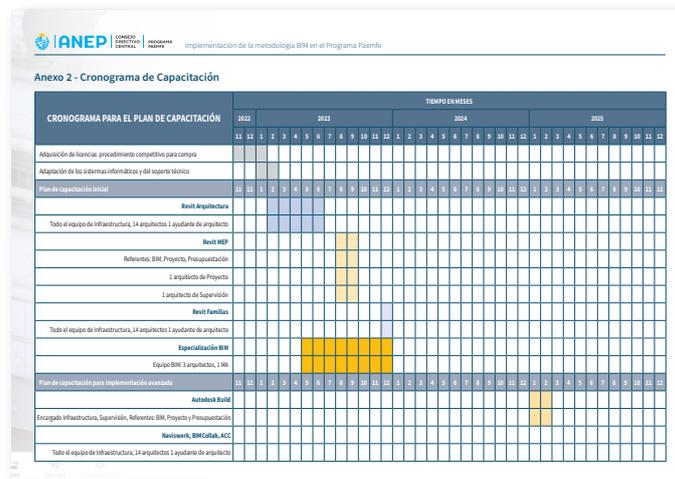
Nombre	Formación	Experiencia (en Paemfe)	Tareas	Roles (previstos en la implementación)	Capacitación (necesaria para los roles previstos en la implementación)	Software (necesario para la implementación)
Andrés R.	MA y Lic. en Estudios Internacionales	3 años	Coordinador General del Programa	Equipo BIM Dirección BIM	Especialización BIM	
Fernando R.	Arquitecto	18 años	Encargado Área de Infraestructura	Equipo BIM Dirección BIM	Especialización BIM Revit Arquitectura Build	Suite AEC Build
Roxana A.	Arquitecta	12 años	Referente del Área BIM	Equipo BIM Referente BIM Revisor/Gestión	Especialización BIM Revit Arquitectura MEP / Familias Build	Suite AEC Build
Beatriz T.	Arquitecta	22 años	Referente del Área Proyecto	Equipo BIM Revisor/Coordinador	Especialización BIM Revit Arquitectura MEP / Familias Build	Suite AEC Build
Marina C.	Arquitecta	11 años	Proyecto	Dibujante Modelador	Revit Arquitectura Familias	Suite AEC
Pilar M.	Arquitecta	11 años	Proyecto	Dibujante Modelador	Revit Arquitectura Familias	Suite AEC
Esteban A.	Arquitecto	11 años	Proyecto	Dibujante Modelador	Revit Arquitectura MEP / Familias	Suite AEC
Alberto P.	Arquitecto	18 años	Proyecto	Dibujante Modelador	Revit Arquitectura Familias	Suite AEC
Patricia D.	Ayudante de arquitecta	17 años	Ayudante de Proyecto	Dibujante Modelador	Revit Arquitectura Familias	Suite AEC
Martha C.	Arquitecta	8 años	Encargada del Área de Supervisión - Obras	N/C (Visualización)	Revit Arquitectura Build	Suite LT Build
Adriana G.	Arquitecta	17 años	Encargada del Área de Supervisión - Gestión	N/C (Visualización)	Revit Arquitectura	Suite LT
Carlos G.	Arquitecto	11 años	Supervisión - Obras	Modelo de obra Revisor/Coordinador	Revit Arquitectura MEP / Familias Build	Suite AEC Build
Rodrigo S.	Arquitecto	6 años	Supervisión - Obras	Modelo de obra Revisor/Coordinador	Revit Arquitectura Familias Build	Suite LT Build
Adriana F.	Arquitecta	7 años	Supervisión - Gestión	N/C (Visualización)	Revit Arquitectura	Suite LT
Graciela G.	Arquitecta	17 años	Referente Área Presupuestación	Visualizar modelos Extracción de datos	Revit Arquitectura MEP / Familias	Suite AEC
Paula C.	Arquitecta	2 años	Evaluación	N/C (Visualización)	Revit Arquitectura	Suite LT
NUEVOS RECURSOS HUMANOS PREVISTOS EN LA IMPLEMENTACIÓN						
Nicolás L.	Agrimensor	6 meses	Relevamiento y graficación de planos	Dibujante Modelador		Civil 3D
Antonella P.	Estudiante Arquitecto	6 meses	Apoyo Infraestructura	Dibujante Modelador		Suite AEC
Sebastián V.	Estudiante Arquitecto	6 meses	Ayudante de Proyecto	Dibujante Modelador		Suite AEC
Luana T.	Arquitecta	6 meses	Ayudante de Proyecto	Dibujante Modelador		Suite AEC
Federico D. S.	Estudiante Arquitecto	6 meses	Ayudante de Supervisión	Modelo de obra Revisor/Coordinador		Suite AEC

Capacitaciones realizadas:

- **Revit Arquitectura:** 44 horas presenciales con entrega de trabajo final individual.
- **Revit Familias:** 12 horas virtuales con entrega de trabajo final individual.
Alcance: todo el equipo de Infraestructura.
- **Revit MEP:** 38 horas virtuales con entrega de trabajo final individual.
Alcance: Referentes BIM, Proyecto y Presupuestación; Proyecto: un arquitecto del equipo, Supervisión: un arquitecto del equipo.
- **Curso de especialización BIM:** cuatro módulos (BIM Management, Proyecto BIM, Coordinación BIM, Implementación BIM), 126 horas de capacitación en línea con apoyo digital.
Alcance: los cuatro integrantes del Equipo BIM.

Capacitaciones previstas para el año 2025:

- **Autodesk Build.** Alcance: Lo realizarán el encargado de Infraestructura, referentes BIM, Proyecto y Presupuestación y Sector Supervisión de Obra.
- **Navisworks - BIM Collab - ACC.** Alcance: Lo realizará el equipo de Infraestructura cuando se comience a trabajar con los asesores y las oficinas externas de manera colaborativa.

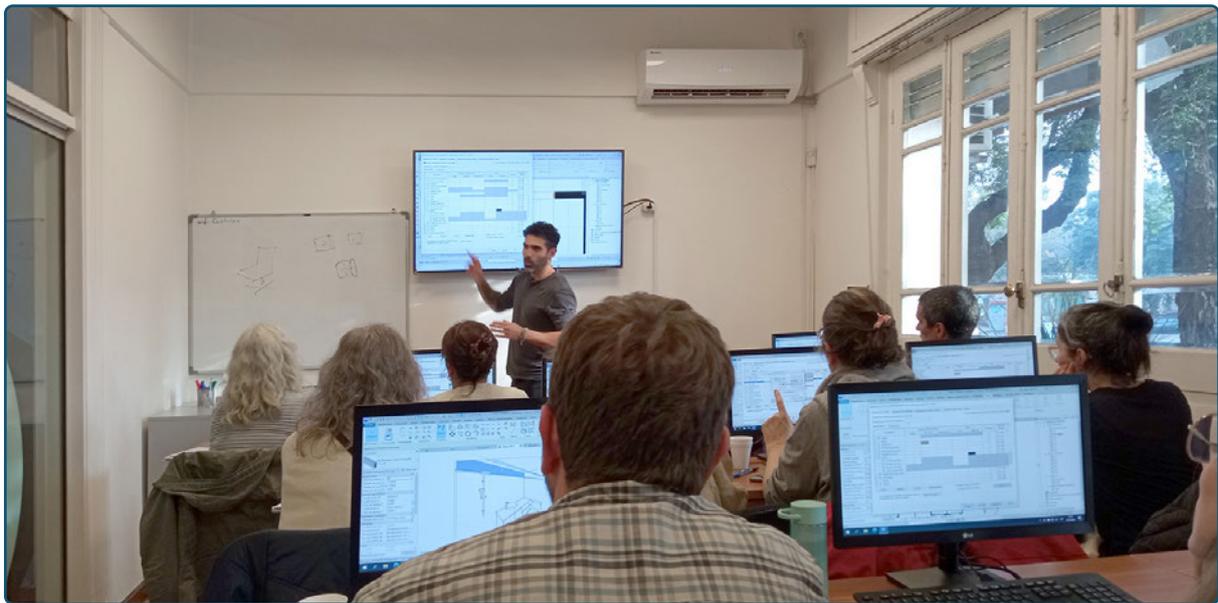


Anexo 2 - Cronograma de capacitación

Diagrama de la incorporación progresiva del software



Registro de la capacitación del equipo de Infraestructura



Hardware:

- Cuatro (4) equipos Intel Core I7, Memoria RAM 16 Gb, Disco SSD de 1 Tb, Disco mecánico de 2 Tb, tarjeta de video de 256 bits, doble monitor de 22”, conexión de 1000 Mbts a Red Paemfe por cable
- Cuatro (4) equipos Laptop Nitro AN515-58 pantalla de 15” tipo Core I7 o superior, 16 GB de RAM y tarjeta gráfica tipo RTX de serie 3000 o superior
- Cinco (5) tablets Samsung modelo S6 Lite, de 10” con lápiz S PEN

Los equipos portátiles permiten flexibilizar el trabajo compartido entre el equipo de proyecto y la comunicación fluida con la obra.



5. Proyecto piloto

La adopción de la metodología BIM y de los softwares asociados comenzó en Paemfe con un diagnóstico en el cuarto trimestre de 2022. En febrero de 2023 se iniciaron las primeras capacitaciones y en agosto de ese mismo año se empezó a diseñar el primer proyecto piloto. Esta fue una etapa crítica, puesto que confluyeron en un mismo proyecto una serie importante de cambios en la metodología de trabajo, los roles y responsabilidades, los flujos de trabajo y especialmente en los softwares de diseño.

El proyecto seleccionado para el piloto fue **«Liceo N.º 3 de Trinidad, Flores»**.

5.1. Elección del proyecto piloto

Se seleccionó como piloto el proyecto **«Liceo N.º 3 de Trinidad, Flores»**. Para su elección se tomaron las siguientes decisiones estratégicas:

- Elección de un programa edilicio de baja complejidad y de ejecución recurrente en la oficina de Paemfe: Liceo.
- Elección de un proyecto del plan de obras, para ser elaborado y ejecutado en su totalidad por la oficina, desde las etapas de anteproyecto, proyecto ejecutivo, ejecución de la obra y posobra.
- Elección de un proyecto que represente bajo riesgo (no ser «cuello de botella» dentro del plan de obras) para lograr el cumplimiento de los objetivos de Paemfe en su rol de unidad ejecutora.
- Se asignó el proyecto a un equipo de técnicos con experiencia en la elaboración de proyectos y con un perfil de interés y apertura hacia la nueva metodología.
- Se resolvió contar con el apoyo de un asesor externo (tutor) especializado en el uso del software y en la metodología como apoyo durante la elaboración del proyecto.
- Se elaboraron el Plan de Ejecución BIM (BEP) y los manuales de modelado y nombrado con estándares y protocolos de trabajo.
- El equipo de dirección BIM y la responsable del sector BIM realizaron el acompañamiento y seguimiento del proyecto.
- Se registró el proceso: avances, dificultades, logros y errores, a fin de elaborar las bases de trabajo (template, estándares ajustados, etcétera) para los siguientes proyectos que serían abordados en la oficina con la nueva metodología.



Se definieron las tareas que desarrollaría Programa Paemfe y la empresa contratista de la obra, según el siguiente criterio:

Tareas desarrolladas por Paemfe:

- modelado de albañilería,
- modelado de la geometría de la estructura,
- modelado de los componentes vistos (instalaciones y equipos) que inciden en el diseño y que pueden generar interferencias,
- extracción de las cuantificaciones desde el modelo informado para elaborar el presupuesto de oficina.

Tareas desarrolladas por la empresa contratista:

- modelado del proyecto para obra (albañilería, estructura e instalaciones),
- gestión de obra aplicando la metodología BIM,
- obtención del conforme a obra.

5.2. Plan de Ejecución BIM (PEB), definición de protocolos de trabajo

5.2.1. ¿Qué es un Plan de Ejecución BIM?

Un Plan de Ejecución BIM (PEB) es un documento estratégico que organiza la implementación y el uso de la metodología BIM en un proyecto específico. Su propósito principal es coordinar los esfuerzos de los distintos equipos y garantizar que los objetivos relacionados con BIM se cumplan de manera eficiente. Este plan define los usos específicos y determina los formatos y protocolos de intercambio de información. Además, el PEB fija cronogramas, entregables y métodos de control de calidad, asegurando que los modelos y los datos asociados sean consistentes y precisos durante todo el ciclo de vida del proyecto.

A efectos prácticos, el PEB actúa como un marco de referencia que permite optimizar la colaboración entre las partes involucradas, minimizar errores y conflictos y reducir riesgos asociados con la coordinación deficiente o el mal manejo de datos. También documenta de manera sistemática cómo se gestionará BIM, recurso que sirve como una guía práctica tanto para la etapa inicial de planificación como para el desarrollo y ejecución del proyecto. Este enfoque no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también asegura que las expectativas de los actores y los objetivos estratégicos del proyecto se cumplan de manera estructurada y medible.

5.2.2. PEB para el proyecto piloto

A la hora de desarrollar el primer PEB, Paemfe basó su toma de decisiones en favorecer una dinámica de implementación que redujera los riesgos, particularmente aquellos riesgos externos, y que, al mismo tiempo, permitiese generar aprendizajes para favorecer un mecanismo de transferencia de conocimiento entre los recursos humanos del equipo.

La forma de trabajo que se estableció para la primera etapa fue mediante un sistema BIM unilateral. Este sistema unilateral consiste en que solo una de las partes involucradas en el proyecto



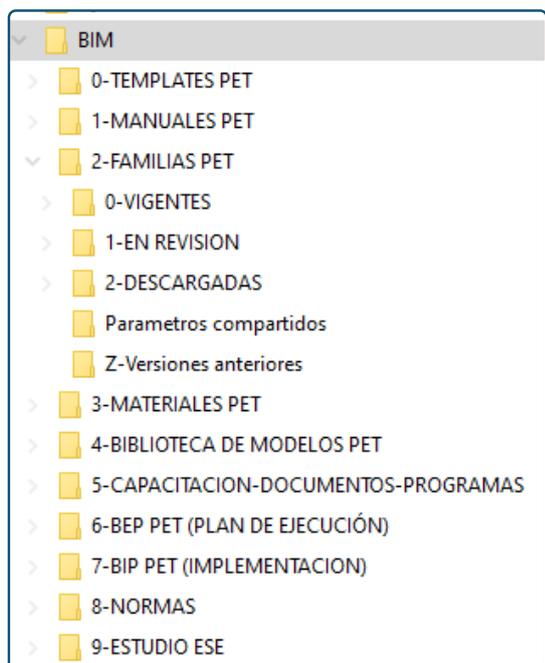
(en este caso, la oficina de diseño) utiliza la metodología BIM para sus procesos internos, sin una integración completa con otros actores del proyecto. En este escenario, el flujo de información y los beneficios de la metodología BIM no se comparten plenamente entre todos los participantes.

El sistema unilateral suele emplearse en proyectos en los que una organización está comenzando a implementar BIM. Sus efectos son una colaboración limitada, con un bajo nivel de integración y un bajo nivel de transferencia de datos, puesto que el modelo BIM no se comparte o no se desarrolla de manera colaborativa en un entorno común de datos (CDE), lo que limita su alcance como herramienta centralizada.

Paemfe aplicó la metodología BIM inicialmente en el diseño arquitectónico, en la geometría de la estructura y en las instalaciones visibles, mientras que los asesores externos (como los calculistas de estructura e instalaciones) continuaron trabajando con sus metodologías habituales, principalmente en 2D, y utilizando herramientas tradicionales para intercambiar información, como correos electrónicos. Este enfoque permitió una transición gradual hacia el uso de BIM, que permitió limitar los riesgos asociados con cambios significativos en los procesos de trabajo.

Para cumplir con los objetivos del proyecto, en particular, la extracción de cuantificaciones directamente desde el modelo BIM, se definieron y ajustaron criterios de modelado en colaboración entre las áreas de Proyecto y Presupuestación. Este trabajo conjunto garantizó que el modelo cumpliera con los estándares necesarios para proporcionar información precisa y confiable para la planificación y toma de decisiones.

Los criterios y estándares desarrollados se documentaron en manuales, que se encuentran en constante revisión y ajuste, de forma de promover la mejora continua. Además, se creó una carpeta BIM centralizada en la red interna de Paemfe, desde donde se gestiona toda la información relacionada con la metodología, asegurando un acceso eficiente y organizado a los recursos necesarios para su implementación y desarrollo.



[Anexo 3 - Plan de Ejecución BIM \(BEP\).](#)

[Proyecto piloto «Liceo N.º 3 de Trinidad, Flores»](#)

[Anexo 4 - Manual de uso BIM - Paemfe. Modelado](#)

[Anexo 5 - Manual de uso BIM - Paemfe. Estructura](#)



6. Proyecto piloto «Liceo N.º 3 de Trinidad, Flores»

6.1. El proyecto

El diseño arquitectónico del liceo N.º 3 busca armonizar funcionalidad, sostenibilidad y adaptación al entorno. El edificio se ubica en la esquina oeste del predio, permitiendo que la cancha polideportiva ocupe la esquina este, con un diseño que conecta visualmente las galerías y el patio de recreo hacia este espacio deportivo.

La estructura tiene un patio en forma de U orientado hacia la calle Baltazar Brum, lo que permite conformar un patio central rodeado de galerías abiertas que se extienden como anillo en la planta alta. El diseño prioriza la orientación al norte para ocho de las nueve aulas, mientras que los laboratorios están ubicados hacia el sur; de esta forma, se optimiza la iluminación y las condiciones térmicas.

El proyecto se desarrolla en dos niveles, integrando una volumetría compacta con una escala adecuada al entorno mediante el uso de texturas, transparencia y dinamismo cromático. Incluye una azotea verde en la cubierta, lo que mejora las condiciones térmicas y facilita el bajo mantenimiento. Los espacios exteriores cuentan con áreas como un patio de recreo, un espacio deportivo con acceso independiente, estacionamientos y un patio norte diseñado para extender el uso de las aulas hacia el exterior. Además, se incorporaron equipamientos urbanos como pavimentos, asientos y vegetación variada para enriquecer la experiencia del usuario.

El programa arquitectónico incluye nueve aulas, laboratorios especializados, biblioteca, espacios para gestión y docencia, cantina, áreas de servicios higiénicos y accesibles, tisanería y sala de lactancia, entre otros. Las circulaciones están equipadas para asegurar su funcionalidad y comodidad. Como parte del enfoque pedagógico, el diseño arquitectónico se alineó con el diseño curricular y las necesidades de los usuarios a través de talleres de codiseño. En estas instancias, docentes, estudiantes y funcionarios participaron activamente en la configuración de los espacios, promoviendo un diseño adaptado a las prácticas educativas y comunitarias.

6.2. Forma de trabajo

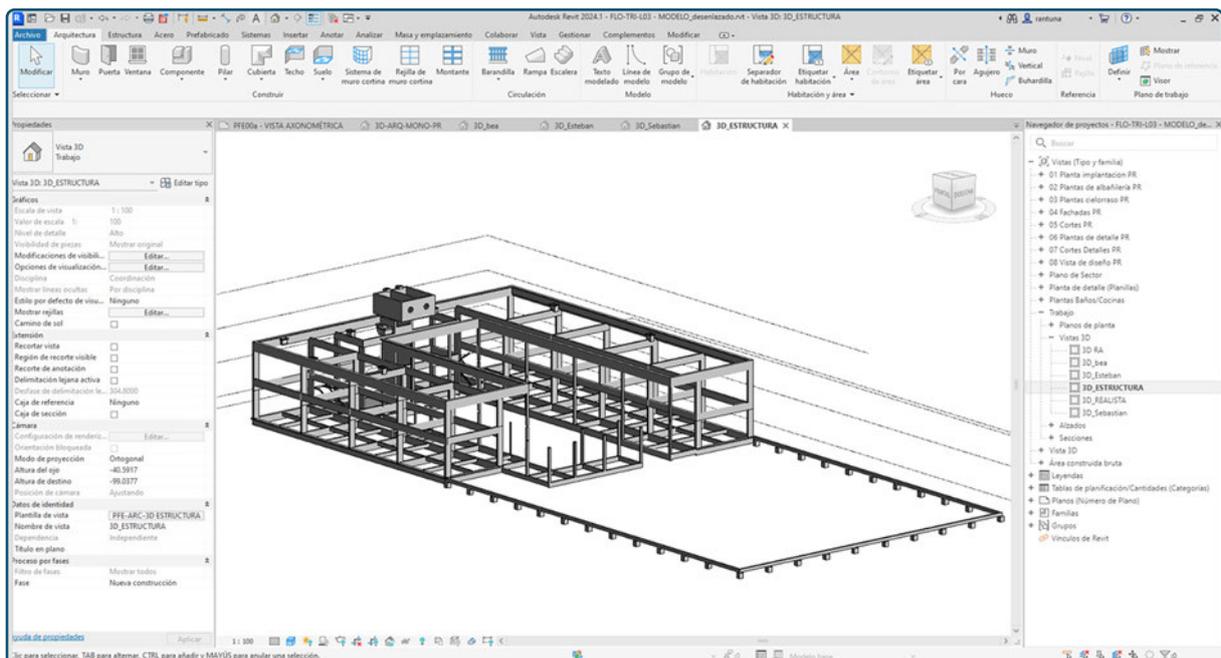
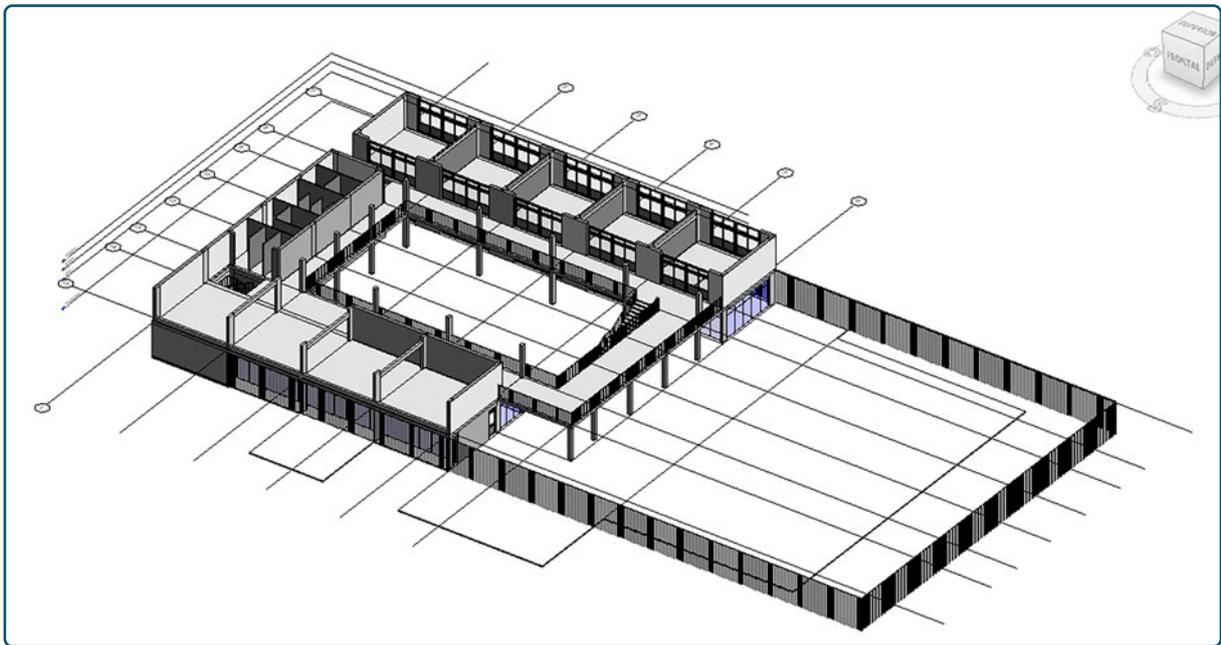
Implementación BIM - software Revit

Este proyecto se desarrolló con software de modelado BIM (Building Information Modeling), lo que implica utilizar los más altos estándares de proyecto, de acuerdo a las normas ISO 19650 y demás documentos.

El proceso

Para el inicio del modelado, esta fue la estrategia de trabajo propuesta:

- Se partió de una grilla de referencia y con un esquema de base importado de Autocad.
- Se inició con el modelado genérico al que se le fue incorporando información a medida que aumentaba la definición del proyecto.
- Se definió la geometría de la estructura, soporte del proyecto.
- Se georreferenció el modelo al terreno según el relevamiento planialtimétrico.



Recorrido en video del Liceo N.º 3 de Trinidad en el siguiente enlace:

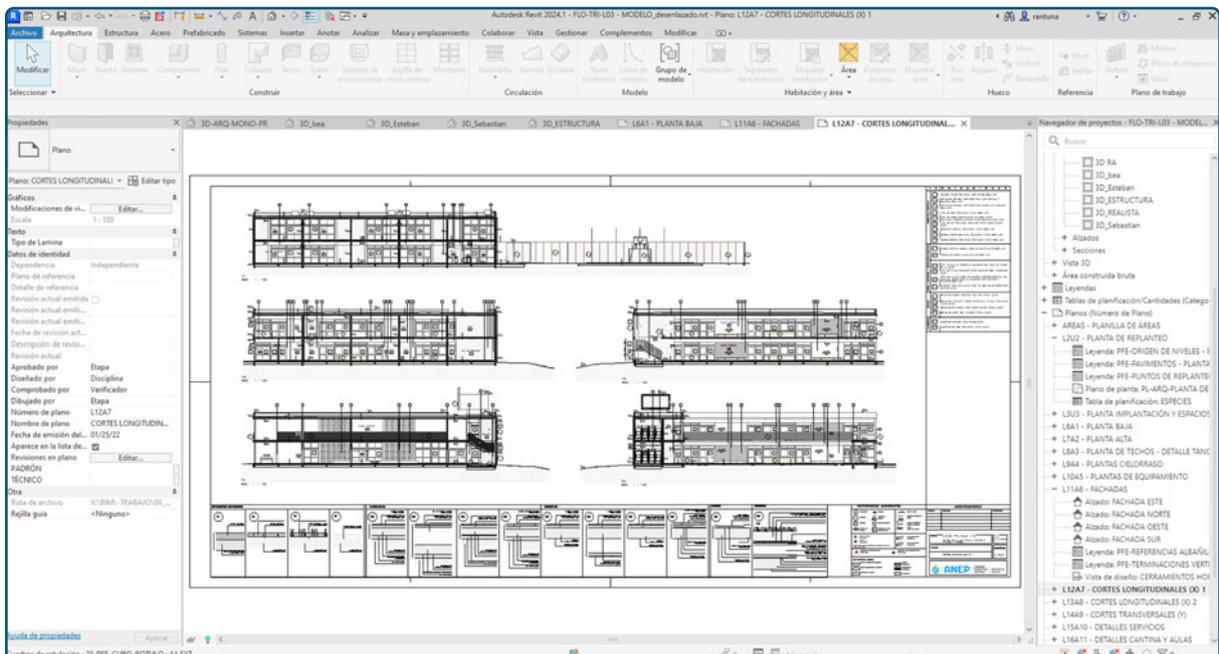
<https://nube2.paemfe.edu.uy/index.php/s/mHafXKCR7w7oLF2>

En la etapa de proyecto ejecutivo se realizaron los intercambios con los asesores.

- Se generaron plantillas de exportación para Autocad para enviar a asesores externos de eléctrica y sanitaria.
- Se utilizó el visualizador de Revit (Autodesk Viewer) para facilitar la comprensión de la propuesta a los asesores externos.
- Se envió el modelo 3D de Revit de estructura al calculista, con el predimensionado.
- Se comenzó a incorporar tipos de familias de sistema: muros, suelos, cubiertas.
- Se inició el desarrollo de las familias cargables: puertas, ventanas, muebles de obra, luminarias.
- Se importó desde Autocad 3D el catálogo de equipamiento.
- Continuamos incorporando información.



- Se generó la documentación del proyecto ejecutivo para el procedimiento competitivo, desde el modelo informado.



6.3. Licitación del proyecto piloto

Cuando se finalizó el proyecto, se elaboraron todos los recaudos gráficos y escritos del proyecto ejecutivo para la realización del procedimiento competitivo, en este caso, licitación pública nacional.

En el marco de la implementación de la metodología BIM, gran parte de los recaudos gráficos fueron extraídos desde el modelo informado, y se complementaron con archivos CAD. La documentación del proyecto a partir del modelo informado resultó un cambio significativo en la forma de trabajo que permite estandarizar y agilizar esta etapa del proceso.

Paemfe tomó la decisión de publicar en ARCE el modelo Revit junto con los recaudos de licitación, a modo de complemento para apoyar la comprensión del proyecto por parte de los oferentes.

Por otra parte, se incorporó a los recaudos el «Anexo M», en el que se establecen «Requerimientos de gestión BIM e intercambio de información» que serán solicitados a la contratista. De esta manera se incorpora la gestión BIM para la etapa de obra, definiéndose los usos BIM que se exigirán para esa etapa. Esta gestión es responsabilidad de la contratista.

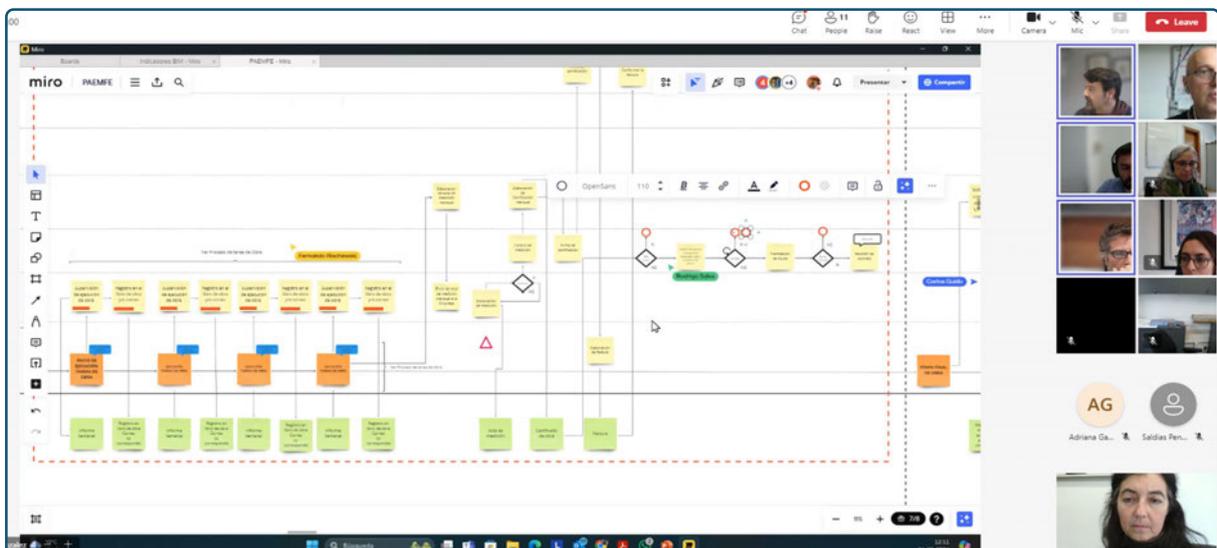
El 20 de setiembre de 2024 se realizó la apertura de las ofertas de la PFI - Licitación pública nacional 6000 de 2024, construcción del liceo N.º 3 de Trinidad, departamento de Flores. Presentaron sus ofertas once empresas constructoras.

6.4. Supervisión y ejecución con BIM

Durante el proceso de realización del proyecto piloto el Programa definió incorporar la metodología BIM en la etapa de ejecución y supervisión de la obra. Para esto, Paemfe contó con una consultoría ofrecida por el Grupo de Infraestructura Social del BID. El objetivo de esta consultoría fue analizar los procesos de ejecución y supervisión de obra, con la mirada de todos quienes participan en las distintas etapas de dicho proceso, así como también detectar problemas y sus causas raíz, proponer posibles soluciones y los usos BIM adecuados para la mejora de dichos procesos.

La concreción de este trabajo fue la elaboración del documento «Anexo M: Requerimientos de gestión BIM e intercambio de información», que integra los recaudos del proyecto piloto.

Anexo 6 - Requerimientos de gestión BIM e intercambio de información . «Nombre del proyecto»



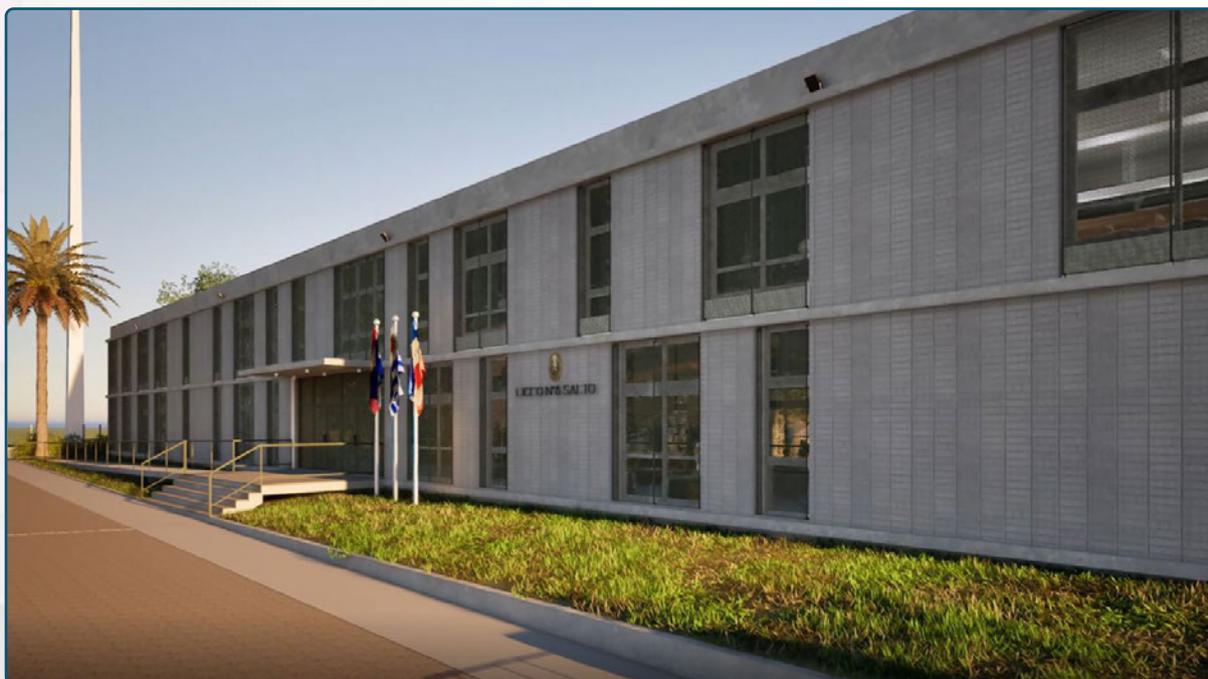


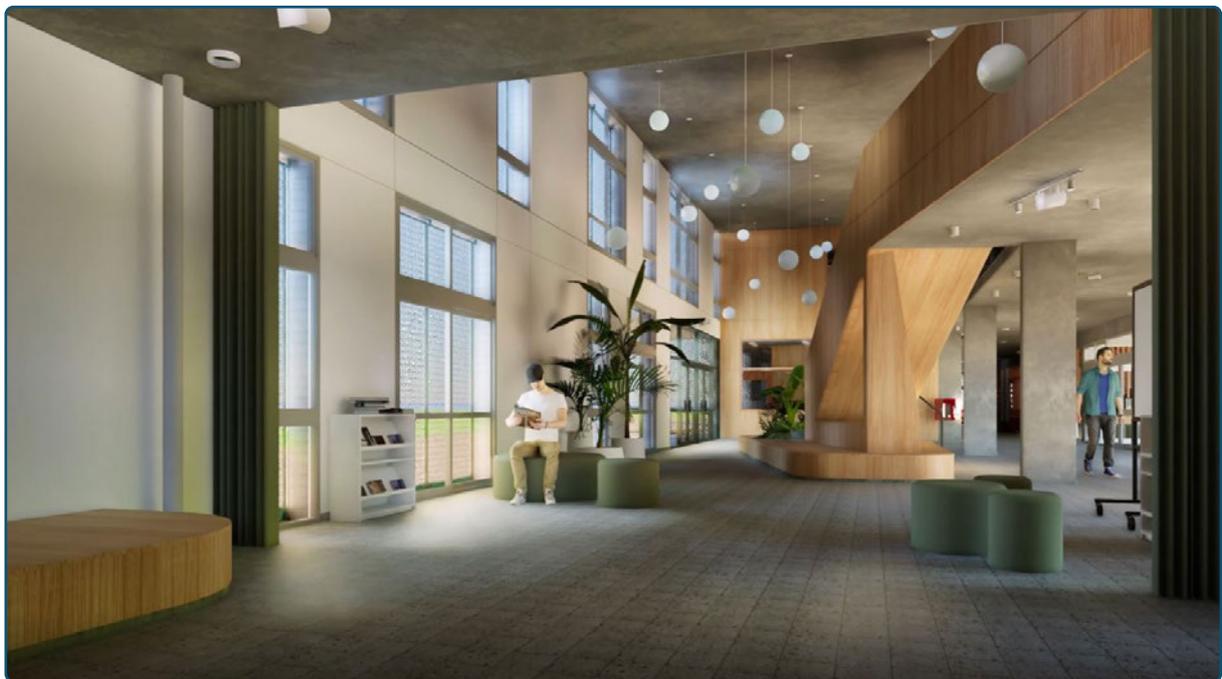
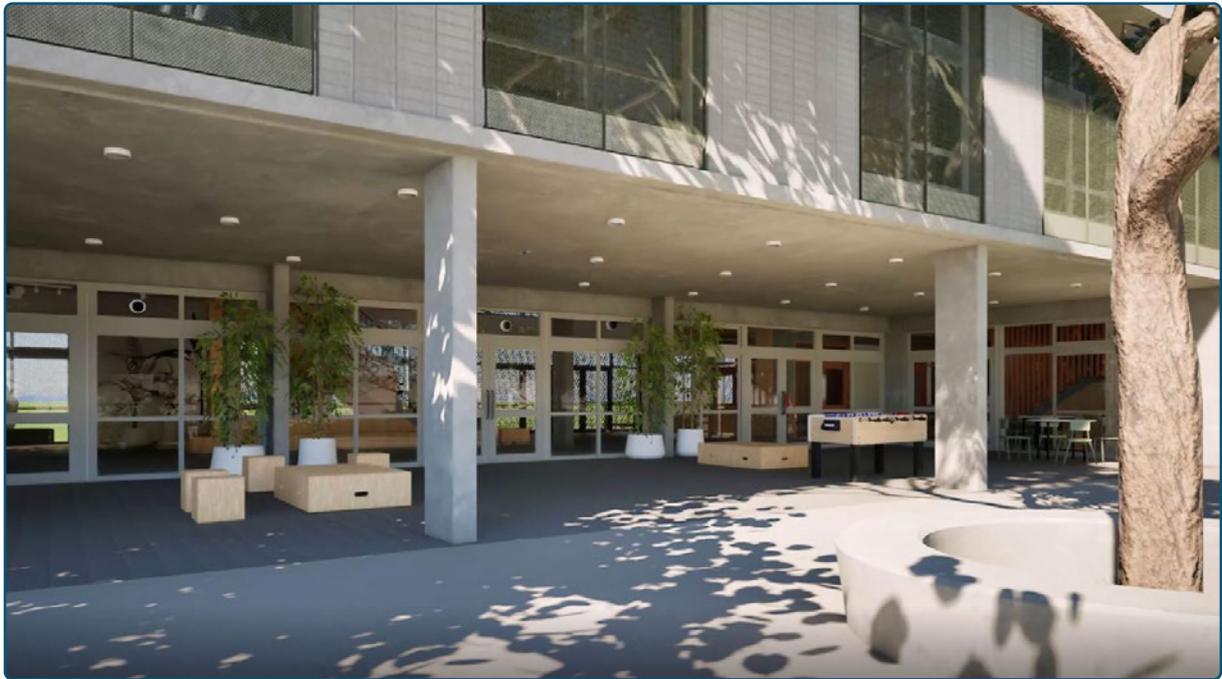
7. Proyectos de la segunda etapa

Liceo N.º 8 de Salto

Programa edilicio

	DIRECCIÓN.....			
	ADMINISTRACIÓN.....			SERVICIOS HIGIÉNICOS ESTUDIANTES..... 12 boxes
	SECRETARÍA.....			SERVICIOS HIGIÉNICOS FUNCIONARIOS..... 2
	SALA DE REUNIONES.....			SERVICIO HIGIÉNICO UNIVERSAL..... 1
	ADSCRIPCIÓN..... 2			TISANERÍA.....
	SALA ORIENTADOR PEDAGÓGICO.....			SALA DE LACTANCIA.....
	SALA APOYO PEDAGÓGICO.....			LOCAL FUNCIONARIOS DE SERVICIO.....
	SALA DE DOCENTES.....			DEPÓSITO Y ARCHIVO.....
	BIBLIOTECA.....			SALA DE TABLEROS Y SERVIDORES.....
	HAL DE DISTRIBUCIÓN.....			SALA DE BOMBAS.....
	ESPACIO POLIVALENTE.....			ACCESO PRINCIPAL.....
	CANTINA.....			PATIO CUBIERTO.....
	AULAS..... 12			PATIO DE RECREO.....
	LABORATORIO DE BIOLOGÍA Y QUÍMICA.....			CANCHA POLIDEPORTIVA.....
	LABORATORIO DE FÍSICA.....			ESPACIOS VERDES.....
	AYUDANTE PREPARADOR.....			ESTACIONAMIENTO VEHICULAR.....
	LABORATORIO DE INFORMÁTICA Y TECNOLOGÍA.....			ESTACIONAMIENTO DE BICICLETAS.....





Recorrido en video del Liceo N.º 8 de Salto en el siguiente enlace:
<https://nube2.paemfe.edu.uy/index.php/s/BYPkgkxLTc5cLcn>



Liceo rural de Colonia Lavalleja, Salto

Programa edilicio

	DIRECCIÓN.....			SERVICIOS HIGIÉNICOS ESTUDIANTES..... 8 boxes
	ADMINISTRACIÓN.....			SERVICIOS HIGIÉNICOS FUNCIONARIOS.....3
	SALA DE REUNIONES.....			SERVICIO HIGIÉNICO UNIVERSAL..... 2
	ADSCRIPCIÓN.....			TISANERÍA.....
	SALA DE COORDINADORES.....			SALA DE LACTANCIA.....
	SALA DE DOCENTES.....			DEPÓSITO Y ARCHIVO.....
	BIBLIOTECA.....			SALA DE TABLEROS.....
	ESPACIO MÚLTIPLE.....			ACCESO PRINCIPAL.....
	COMEDOR.....			PATIO DE RECREO.....
	COCINA Y SERVICIOS.....			CANCHA POLIDEPORTIVA.....
				ESPACIOS VERDES.....
	AULAS.....	9		ESTACIONAMIENTO VEHICULAR.....
	AULA TALLER.....	1		ESTACIONAMIENTO DE BICICLETAS.....
	AYUDANTE AULA TALLER.....			
	LABORATORIO DE BIOLOGÍA Y QUÍMICA.....			
	LABORATORIO DE FÍSICA.....			
	AYUDANTE PREPARADOR.....			
	LABORATORIO DE INFORMÁTICA Y TECNOLOGÍA.....			





Recorrido en video del Liceo rural de Colonia Lavalleja en el siguiente enlace:
<https://nube2.paemfe.edu.uy/index.php/s/oPqGKwYPbMzyTgj>

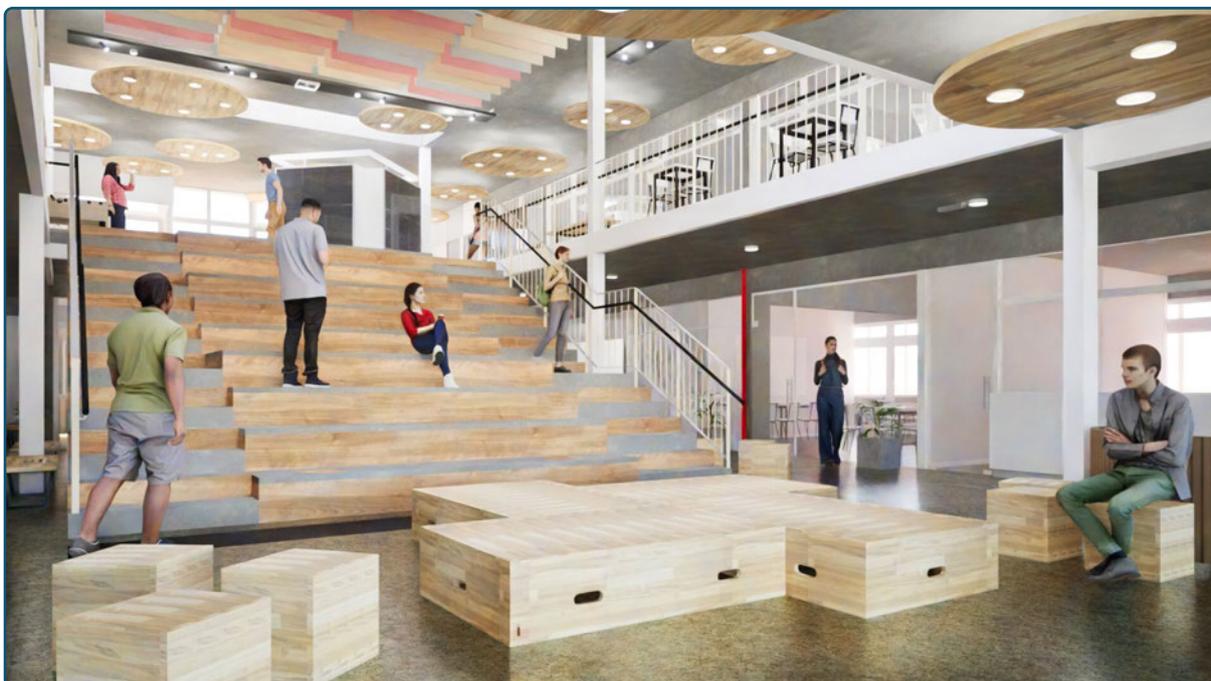


Liceo N.º 3 de San Carlos, Maldonado

Programa edilicio

	DIRECCIÓN.....			SERVICIOS HIGIÉNICOS ESTUDIANTES..... 9 boxes
	ADMINISTRACIÓN.....			SERVICIOS HIGIÉNICOS FUNCIONARIOS..... 2
	SALA DE REUNIONES.....			SERVICIO HIGIÉNICO UNIVERSAL..... 2
	ADSCRIPCIÓN..... 2			TISANERÍA.....
	SALA DE DOCENTES.....			SALA DE LACTANCIA.....
	MEDIATECA.....			DEPÓSITO Y ARCHIVO.....
	CANTINA.....			SALA DE TABLEROS.....
	HALL, GRADA, ESPACIOS PARA ESTAR.....			ACCESO PRINCIPAL CON GALERÍA TECHADA.....
	AULAS..... 9			PATIO DE RECREO.....
	LABORATORIO DE BIOLOGÍA Y QUÍMICA.....			CANCHA POLIDEPORTIVA.....
	LABORATORIO DE FÍSICA.....			ESPACIOS VERDES.....
	AYUDANTE PREPARADOR.....			ESTACIONAMIENTO VEHICULAR.....
	LABORATORIO DE INFORMÁTICA Y TECNOLOGÍA.....			ESTACIONAMIENTO DE BICICLETAS.....





Recorrido en video del Liceo N.º 3 de San Carlos en el siguiente enlace:
<https://nube2.paemfe.edu.uy/index.php/s/RnRdAQ58mq9Faae>

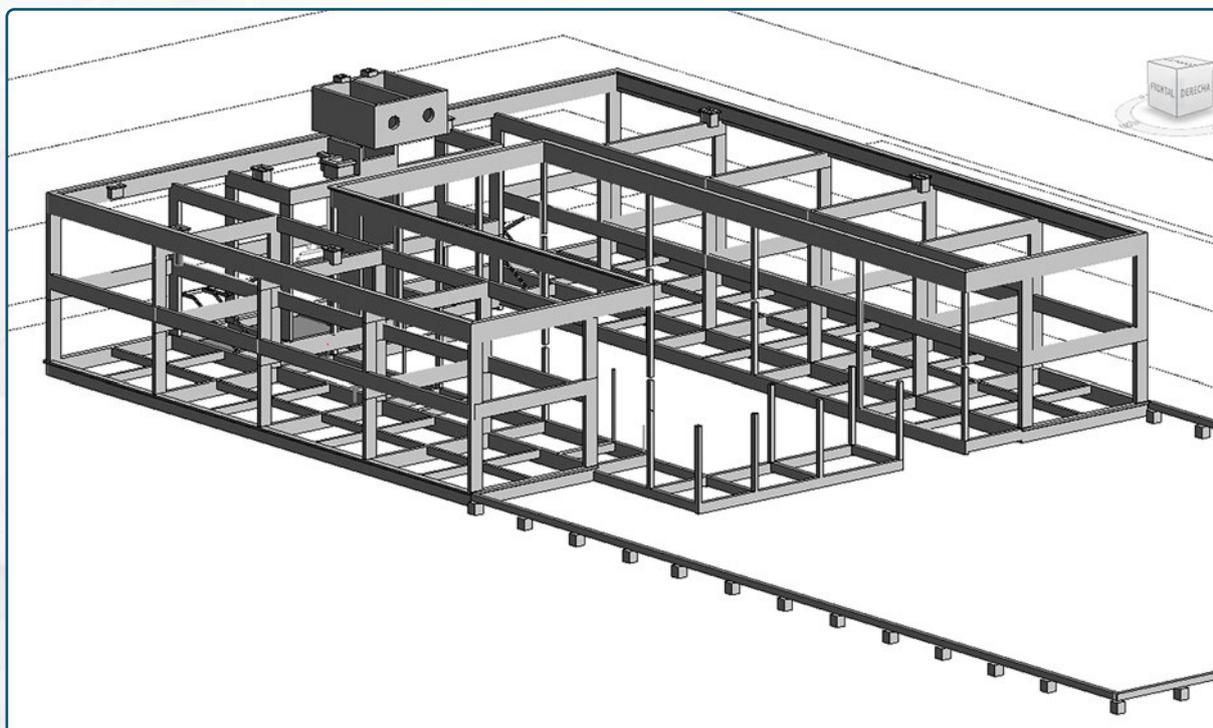


8. Logros alcanzados

El programa Paemfe ha logrado avances significativos en la implementación de la metodología BIM. Entre los logros más destacados se encuentra la adquisición de licencias de software especializado mediante procedimientos competitivos, lo que permitió dotar a la Unidad de Infraestructura de herramientas avanzadas para la adopción de BIM. Paralelamente, se diseñó e implementó un plan integral de capacitación que formó a los integrantes del equipo en el uso de estas tecnologías, asegurando que la transición fuera acompañada de un fortalecimiento técnico.

En cuanto a la organización del trabajo, se establecieron manuales, protocolos, estándares de modelado y plantillas que proporcionaron una base estructurada para la gestión de los proyectos. Este esfuerzo fue fundamental para garantizar la consistencia y calidad de los procesos. Asimismo, se incorporaron criterios BIM en los llamados a aspirantes, lo que permitió reforzar el equipo con perfiles especializados y comprometidos con esta nueva metodología.

Entre los hitos técnicos alcanzados destaca la elaboración del proyecto piloto del liceo N.º 3 de Trinidad, donde se modeló la geometría de la estructura y los componentes visibles de las instalaciones con impacto en el diseño.



Modelado de la geometría de la estructura



Modelado de componentes vistos de las instalaciones que generan interferencias y tienen incidencia en el diseño

Además, se logró cuantificar materiales directamente desde el modelo informado, automatizando metrajes y optimizando el proceso de elaboración del presupuesto oficial.

<PET-FLO-TRI-03-PILARES HA>			
A	B	C	D
Nivel base	Tipo	Volumen	Longitud
PLANTA BAJA	200 x 200 mm	0.13	3.14
PLANTA BAJA	200 x 200 mm	0.50	3.15
PLANTA BAJA	200 x 200 mm	0.76	3.18
PLANTA BAJA	200 x 200 mm	0.95	3.40
200 x 200 mm		2.34	
PLANTA BAJA	200 x 600 mm	6.04	2.65
PLANTA BAJA	200 x 600 mm	0.76	3.15
200 x 600 mm		6.80	
PLANTA BAJA	200 x 2100 mm	7.52	8.96
200 x 2100 mm		7.52	
PLANTA BAJA	600 x 200 mm	1.59	2.65
PLANTA BAJA	600 x 200 mm	0.35	2.90
600 x 200 mm		1.94	
PLANTA BAJA		18.60	
PLANTA ALTA	200 x 200 mm	1.39	3.15
200 x 200 mm		1.39	
PLANTA ALTA	200 x 600 mm	5.09	2.65
PLANTA ALTA	200 x 600 mm	1.51	3.15
200 x 600 mm		6.60	
PLANTA ALTA	600 x 200 mm	2.23	2.65
600 x 200 mm		2.23	
PLANTA ALTA		10.21	

Este proyecto marcó un precedente al publicar el modelo BIM en ARCE, facilitando la licitación pública y atrayendo once ofertas competitivas.

Finalmente, la transición completa a la metodología BIM en todos los proyectos de la Unidad representa un cambio trascendental en la gestión de infraestructura educativa y sienta las bases para futuros desarrollos.



9. Lecciones aprendidas

La implementación de la metodología BIM en el Programa Paemfe de la ANEP dejó importantes aprendizajes que fortalecen no solo la gestión de proyectos, sino también el potencial de innovación en la administración pública. Uno de los aprendizajes más destacados fue la importancia de una planificación estructurada y alineada con objetivos claros. La definición de roles, protocolos y estándares desde el inicio permitió minimizar errores y establecer una base sólida para la adopción de BIM. Sin estos lineamientos, el riesgo de fragmentación y conflictos entre los equipos habría sido significativamente mayor.

Otro aprendizaje clave fue la necesidad de un enfoque gradual y flexible en la implementación. El uso de un sistema BIM unilateral durante el proyecto piloto permitió que la organización se adaptara a las nuevas dinámicas de trabajo y a los requerimientos tecnológicos, reduciendo los riesgos asociados a cambios radicales. No obstante, esta experiencia también subrayó la importancia de avanzar hacia una integración completa, donde todos los actores trabajen de manera colaborativa en un entorno común de datos (CDE), lo que maximizará los beneficios de BIM.

La capacitación continua del equipo fue otro pilar fundamental del éxito. Los talleres y cursos impartidos mejoraron las habilidades técnicas y también fomentaron una cultura de aprendizaje y adaptación. Sin embargo, el proceso reveló que la formación no debe limitarse al equipo interno, también debe extenderse a asesores externos para garantizar una verdadera sinergia entre todas las partes involucradas.

Finalmente, la experiencia destacó la importancia de la documentación sistemática. Registrar las etapas, los desafíos y los logros de este proyecto piloto permitió mejorar los procesos internos, así como también generar una base de conocimiento que puede ser replicada en futuros proyectos. Este enfoque promueve la transparencia, facilita la rendición de cuentas y posiciona a la ANEP como una referencia en la implementación de BIM en el ámbito público en Uruguay.

Estos aprendizajes, además de consolidar la metodología en la institución, ofrecen un modelo para seguir por otros organismos públicos que busquen integrar tecnologías avanzadas en su gestión.



10. Referencias

- Forgues, D., Staub-French, Tahrani, S. y Barak, H. (2012). *Improving efficiency and productivity in the construction sector through the use of information technologies (phase 1)*. Cefrio, NRC-PARI.
- Instituto Uruguayo de Normas Técnicas (UNIT). (2020). *Norma UNIT-ISO 19650-5:2020 - Gestión de la información utilizando Building Information Modeling (BIM) - Parte 5: Aspectos de seguridad de la información*. UNIT.
- Lahdenperä, P. (2012). Making sense of the multi-party contractual arrangements of project partnering, project alliancing and integrated project delivery. *Construction Management and Economics*, 30(1), 57-79. <https://doi.org/10.1080/01446193.2011.648947>
- Messner, J., Anumba, C., Dubler, C., Goodman, S., Kasprzak, C., Kreider, R., Leicht, R., Saluja, C. y Zikic, N. (2019). *BIM Project Execution Planning Guide (Version 2.2)*. Computer Integrated Construction Research Program, The Pennsylvania State University. <http://bim.psu.edu>
- Miettinen, R. (2013). *Innovation, human capabilities, and democracy: Towards an enabling welfare state*. Oxford University Press.
- Miettinen, R. y Paavola, S. (2014). Beyond the BIM utopia: Approaches to the development and implementation of building information modelling. *Automation in Construction*, 43, 84-91. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0926580514000612>
- Moreno, C., Olbina, S. e Issa, R. R. (2019). BIM use by architecture, engineering, and construction (AEC) industry in educational facility projects. *Advances in Civil Engineering*, 2019, article 1392684. <https://doi.org/10.1155/2019/1392684>
- Tu, K. J. y Vernatha, D. (2016). Application of building information modeling in energy management of individual departments occupying university facilities. *International Journal of Architectural and Environmental Engineering*, 10(2), 225-231.



11. Anexos

Anexo 1 - Flujograma de procesos para la Unidad de Infraestructura de Paemfe

Anexo 2 - Cronograma de capacitación

Anexo 3 - Plan de Ejecución BIM (BEP). Proyecto piloto «Liceo N.º 3 de Trinidad, Flores»

Anexo 4 - Manual de uso BIM - Paemfe. Modelado

Anexo 5 - Manual de uso BIM - Paemfe. Estructura

Anexo 6 - Requerimientos de Gestión BIM e intercambio de información . «Nombre del proyecto»

Anexo 1 - Flujoograma de procesos para la Unidad de Infraestructura de Paemfe

FECHA REAL																									FECHA PREVISTA							
ETAPA	ETAPA PRELIMINAR			ANTEPROYECTO						PROYECTO EJECUTIVO								CIERRE DE PROYECTO EJECUTIVO					PRESUPUESTO		PREPARACIÓN PARA LICITAR			ELEVACIÓN				
HITOS	Proyecto asignado	Visita al predio	Taller codiseño	Propuesta Arquitectónica Preliminar	Validación VAP	Propuesta Arquitectónica Anteproyecto	Validación VAA	Presentación INFRA	Validación AUTORIZACIONES	Presentación autoridades	Envío a asesores Estructura - Sanitaria - Eléctrica - Ceibal	Validación ENVÍO	Presentación comunidad	Coordinación con asesores	Elaboración planillas	Definición avanzada	Entrega final de asesores Estructura - Sanitaria - Eléctrica - Ceibal	Validación P.EJECUTIVO	Validación MODELO	Documentación (planos)	Detalles locales 1/50	Detalles integrales constructivos 1/10 1/15	Planilla terminaciones	Memorias	Validación P.EJECUTIVO	Validación MODELO	Cuantificación y Costeo Elaboración P. Oficial	Validación MONITOREO PREVISTO	Elaboración de Doex	Preparación de recaudos para licitar	Validación RECAUDOS PARA LICITAR	
ENTREGABLES	Implantación CAD / Revit Plantas CAD / Revit Locales según programa CAD/Revit Verificación de metraje Excel Verificación de costo Excel			Implantación Revit Terreno Revit Volumetría del edificio Revit Plantas extraídas de Revit Alzados extraídos de Revit Locales con dimensiones Revit		Presentación PPT incluye: Implantación, Volumetría Plantas y alzados Locales con dimensiones Modelo Revit Recorrido Viewer-Twinmotion		Implantación CAD desde Revit Plantas y alzados CAD desde Revit Modelo Viewer		CAD Modelo Revit	Familias Revit Planillas CAD		Planos y alzados CAD Planillas CAD Memorias Otros							Planos PDF desde Revit Planillas PDF y CAD Asesores PDF y CAD Modelo Revit	PDF desde Revit	PDF desde CAD	PDF desde Revit	PDF y Word			Planillas PDF y CAD Asesores PDF y CAD Infra y esp est desde CAD Hormigón desde Modelo Albalería desde Modelo					
FORMATO DE ENTREGA	ENTREGA EN PDF extraído de CAD/ REVIT opcional extraído de Excel - Word			ENTREGA EN PDF extraído de Revit		ENTREGA PPT extraído de Revit		ENTREGA CAD - Modelo en Viewer extraído de Revit VER CRITERIOS		CAD PDF a licitar VER CRITERIOS		ENTREGA CAD MEMORIAS Word VER CRITERIOS																				
ARCHIVO	ARCHIVAR DOCUMENTO PDF - VER:			ARCHIVAR DOCUMENTO PDF - VER:		ARCHIVAR PPT - VER:		ARCHIVAR - VER:				ARCHIVAR EN:																				
RESPONSABLE	PROYECTISTA			BT-FR	PROYECTISTA	BT-FR	PROYECTISTA	PROYECTISTA	BT	PROYECTISTA	PROYECTISTA	PROYECTISTA	PROYECTISTA	ASESOR ESTRUCTURAL	ASESOR SANITARIA	ASESOR ELÉCTRICO	ASESOR ELÉCTRICO	BT	RA	PROYECTISTA					BT	RA	GG	Apoyo Revit RA	GG			BT
EQUIPO	PROYECTISTA			BT-FR	PROYECTISTA MODELADOR		PROYECTISTA MODELADOR MODELADOR RECORRIDO	PROYECTISTA APOYA BT MODELADOR			PROYECTISTA MODELADOR MODELADOR DIBUJANTE CAD	PROYECTISTA MODELADOR	PROYECTISTA MODELADOR							PROYECTISTA MODELADOR	PROYECTISTA MODELADOR	PROYECTISTA MODELADOR MODELADOR DIBUJANTE CAD	PROYECTISTA MODELADOR	PROYECTISTA								

Anexo 3

Plan de Ejecución BIM (BEP) Proyecto piloto «Liceo N.º 3 de Trinidad, Flores»



ANEP

CONSEJO
DIRECTIVO
CENTRAL

PROGRAMA
PAEMFE





Índice

1. Introducción.....	49
1.1. Información general del Plan de Ejecución BIM (BEP).....	49
2. Estrategias y gestión para el logro de los objetivos	50
2.1. Información general del proyecto.....	50
2.2. Programa edilicio: áreas.....	51
2.3. Programa edilicio: usos.....	51
2.4. Ubicación del proyecto	52
2.5. Planificación y etapas para el proyecto piloto.....	53
2.6. Cronograma final piloto	54
2.7. Contactos clave del proyecto.....	55
3. Metas del proyecto y objetivos BIM.....	56
3.1. Metas.....	56
3.2. Objetivos BIM.....	56
4. Usos BIM	57
4.1. Usos BIM para el proyecto	57
4.2. Estimación de cantidades para el presupuesto oficial (responsable: Paemfe)	57
4.3. Revisión del modelo de diseño (responsable: Paemfe).....	58
4.4. Control de obra y conforme a obra (responsable contratista)	58
4.5. Anexo M	58
5. Intercambios de información BIM	59
5.1. Intercambio de Información	59
5.2. Niveles de información.....	59
5.3. Niveles de información según el estado de avance de información en el modelo (EAIM)...	60
6. Procedimientos de trabajo colaborativo	61
6.1. Estrategia de colaboración: Red Paemfe, Entorno Común de Datos.....	61
6.2. Tabla para intercambio de información	64
7. Chequeo del modelo	65
8. Estructura del modelo	66
8.1. Estructura de nombres de archivos.....	66
8.2. Alcance del modelado.....	67
8.3. Sistema de medidas y coordenadas.....	67
8.4. Estándares BIM y CAD	68
8.5. Normas	68
Bibliografía y programas de apoyo.....	69



1. Introducción

1.1. Información general del Plan de Ejecución BIM (BEP)

En esta primera etapa de implementación, se trabaja en BIM no integrado (unilateral). El Programa Paemfe es el único participante que aplica la metodología de modelado de información (BIM) en arquitectura y estructura.

El presente documento **Plan de Ejecución BIM: BEP** surge de la necesidad que se plantea la oficina de mejorar su performance.

Se definen en el plan los objetivos y las metas propuestos, el alcance del abordaje, la estructura de los equipos intervinientes, las responsabilidades, los mecanismos y criterios del intercambio de información y el desarrollo de los procesos que se llevarán adelante para el desarrollo del **proyecto piloto «Liceo N.º 3 de Trinidad, Flores»**.

Se trata de elaborar un plan viable y realista, que respete la organización, la infraestructura y las capacidades de la oficina; que sea medible y factible de un seguimiento y una evaluación posterior, buscando una mejora continua en la concreción de los objetivos y metas. Para ello se propone **acotar la aplicación de los usos BIM** para el proyecto mencionado **al proceso que involucra las etapas de anteproyecto, proyecto, proyecto ejecutivo, presupuesto oficial y cronograma de obra**.

Este documento presenta los ajustes realizados durante el proceso de ejecución del proyecto piloto.



2. Estrategias y gestión para el logro de los objetivos

2.1. Información general del proyecto

Cliente	ANEP - DGES
Responsable del proyecto	ARQ. BT
Nombre del proyecto	Liceo N° 3 de Trinidad – Dpto. Flores
Ubicación	Padrones 8.034 – 8.035 – Trinidad - Dpto. Flores
Tipo	Información
Propietario del proyecto	ANEP - Paemfe
Tipo de contrato Método de entrega	Gestión estatal (ANEP) mediante financiación de un organismo internacional, Préstamo BID N.º 5337 - Programa Educación para la Transformación: finalización de ciclos y nueva oferta educativa (PET). El proyecto se desarrolla en la Oficina de Paemfe y el mecanismo de adjudicación es mediante licitación pública nacional, según «Pliegos y bases de condiciones particulares». Se entrega la construcción «llave en mano», incluyendo el equipamiento necesario para el funcionamiento del centro.
Forma de contrato	Licitación pública nacional
Información adicional del proyecto	Proyecto Liceo para Educación Media Básica 7.º, 8.º y 9.º Se trata del proyecto para la construcción de la sede del nuevo liceo N.º 3 de Trinidad, dentro del Plan de Obras 2020-2024 de la Administración Nacional de Educación Pública (ANEP). Área del edificio a construirse: 1.470 m ² Monto previsto para la inversión: \$ 109.925.135. Incluye impuestos y leyes sociales.

2.2. Programa edilicio: áreas

L03 TRINIDAD - EBI			
	destino	48m ²	superficie
espacios interiores	9 Aulas		9 u 432
	Espacio de Experimentación		3y1/2 u 192
	Cantina		1/2 u 24
	Espacio múltiple		3 u 144
	Espacio de libros		1/2 u 24
	Administración, Dirección, Sala de Reuniones		1 u 48
	Sala de Docentes		1 u 48
	Adscripción/s		1/2 u 32
	SS.HH. estudiantes		1 u 48
	SS.HH. doc. y func., tisanería y Sala de Lactancia		2/3 u 32
	Espacios de guardado y servicios grales.		1/3 u 16
espacios exteriores	Espacio Deportivo /cancha reglamentaria abierta		1470 m ²
	Patio		
	Terraza		
	Acceso-plaza exterior cubierto		
	Acceso secundario		
	Estacionamiento vehicular y de bicicletas		
			1152 m ²

2.3. Programa edilicio: usos

	DIRECCIÓN.....	
	ADMINISTRACIÓN.....	
	SALA DE REUNIONES.....	
	ADSCRIPCIONES.....	
	SALA DE DOCENTES.....	
	MEDIATECA.....	
	CANTINA.....	
	ESPACIO MÚLTIPLE.....	
	AULAS.....	9
	LABORATORIO DE BIOLOGÍA Y QUÍMICA.....	
	LABORATORIO DE FÍSICA.....	
	COORDINADOR DE CIENCIAS.....	
	LABORATORIO DE INFORMÁTICA Y TECNOLOGÍA.....	
	SERVICIOS HIGIÉNICOS ESTUDIANTES.....	8 boxes
	SERVICIOS HIGIÉNICOS FUNCIONARIOS.....	2
	SERVICIO HIGIÉNICO UNIVERSAL.....	2
	TISANERÍA.....	1
	SALA DE LACTANCIA.....	1
	DEPÓSITO Y GUARDADO.....	
	SALA DE TABLEROS.....	
	ACCESO EXTERIOR CUBIERTO.....	
	ESPACIO EXTERIOR DESCANSO Y RECREACIÓN.....	
	ESTACIONAMIENTO VEHICULAR.....	
	ESTACIONAMIENTO DE BICICLETAS.....	
	SENDA DE ACCESO PRINCIPAL.....	
	SENDA DE ACCESO ALTERNATIVO.....	



2.4. Ubicación del proyecto

Dirección: calle Baltazar Brum entre Gral. Fructuoso Rivera y Carlos María Ramírez

Localidad: ciudad de Trinidad

Departamento: Flores

Número de padrón: 8.034 y 8.035 (a fusionarse)

Área total: 5.211 m²

Propietario: Comodato a 30 años ANEP - Intendencia de Flores





2.5. Planificación y etapas para el proyecto piloto

PLANIFICACIÓN		DESARROLLO DEL PROYECTO PILOTO		
ETAPAS DEL PROYECTO	PLAZOS	PLAZOS PILOTO	RECURSOS HUMANOS	OBSERVACIONES
ANTEPROYECTO	6	6	2	
PROYECTO	4	7	2	Se incrementó el plazo previsto para esta etapa por la adaptación a la nueva metodología de trabajo (Revit - BIM).
PROYECTO EJECUTIVO	15+4+1	14+4+1	2	Esta etapa insume 19 semanas de trabajo. Se incorporan al plazo 4 semanas por licencia anual + 1 semana por licencia Semana de Turismo.
DOCUMENTACIÓN DEL PROYECTO EJECUTIVO			2+2	En esta etapa se incorporan 2 modeladores extra como apoyo para alcanzar los plazos planificados como objetivo.
PRESUPUESTO OFICIAL	4	4	2	Para la cuantificación se utilizó un sistema mixto: - extracción de datos mediante planillas desde el Modelo informado - cuantificación tradicional desde CAD 2D
CRONOGRAMA DE OBRA				



2.6. Cronograma final piloto

Fechas	1/9/23		29/09/2023				15/11/2023							30/04/2024												24/05/2024			31/05/2024							
Semana	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
ETAPA	Primeras ideas		ANTEPROYECTO				PROYECTO							PROYECTO EJECUTIVO												PRESUPUESTO OFICINA										
Gerenciamiento																																				
Proyecto Arquitectura																																				
Proyecto Estructura																																				
Proyecto Instalaciones																																				
Presupuestación																																				
Cronograma de Obra																																				
Hitos			PRESENTACIÓN INTERNA				VALIDACIÓN PRESENTACIÓN AUTORIDADES							AJUSTES Y AVANCES PARA ENVÍO A ASESORES					VERIFICACIÓN DE PARÁMETROS					PRESUPUESTO OFICIAL												

CRONOGRAMA



2.7. Contactos clave del proyecto

ANEP - CODICEN (SOLICITANTE)			
OFICINA - ORGANISMO	NOMBRE	ROL	MAIL DE CONTACTO
DGES - GESTIÓN EDUCATIVA	PK	Encargada Gestion educativa	pk@ces.edu.uy
DGES - INSPECCIÓN	ES	Inspectora regional	es@ces.edu.uy
Liceo N.º1 de Trinidad	JA	Director	ja@ces.edu.uy
INTENDENCIA DEPARTAMENTAL DE FLORES (PROPIETARIO TERRENO)			
OFICINA - ORGANISMO	NOMBRE	ROL	MAIL DE CONTACTO
IDF - Departamento Administrativo	DA	Director	da@imflores.gub.uy
IDF - Ordenamiento Territorial	JN	Contralor	jn@imflores.gub.uy
PAEMFE - UNIDAD EJECUTORA - UNIDAD DE INFRAESTRUCTURA (ENCARGADA DEL PROYECTO)			
EQUIPO BIM	NOMBRE	ROL	MAIL DE CONTACTO
	RA	Responsable BIM	ra@paemfe.edu.uy
	AR	Coordinador BIM	ar@paemfe.edu.uy
	FR	Coordinador BIM	ar@paemfe.edu.uy
	BT	Coordinador BIM	bt@paemfe.edu.uy
ÁREA DE DISEÑO	NOMBRE	ROL	MAIL DE CONTACTO
	BT	Responsable del Proyecto Modeladora	bt@paemfe.edu.uy
	EA	Proyectista Modelador Modelador Familias	ea@paemfe.edu.uy
	SV	Modelador	sv@paemfe.edu.uy
	LT	Modeladora	lt@paemfe.edu.uy
ÁREA DE PRESUPUESTACIÓN	NOMBRE	ROL	MAIL DE CONTACTO
	RA	Responsable BIM	ra@paemfe.edu.uy
	GG	Presupuestadora	gg@paemfe.edu.uy
ASESORES EXTERNOS			
ESPECIALIDAD	NOMBRE	ROL	MAIL DE CONTACTO
DISEÑO Y CÁLCULO DE ESTRUCTURA	CC	Asesor Especialidad Estructura	cc@estructuras@estudio.com.uy
ACONDICIONAMIENTO HIDRÁULICO	MB	Asesor Especialidad Hidráulico	mb@hidraulica@estudio.com.uy
ACONDICIONAMIENTO ELÉCTRICO	JP	Asesor Especialidad Eléctrico	jp@electrica@estudio.com.uy



3. Metas del proyecto y objetivos BIM

3.1. Metas

1. Mejorar la calidad del diseño del principal producto de la oficina (edificios educativos) mediante la estandarización de los procesos involucrados en sus diferentes etapas: **anteproyecto, proyecto, proyecto ejecutivo, presupuesto oficial y cronograma.**
2. Optimizar la respuesta a los requerimientos de las autoridades de la ANEP y a las necesidades de los usuarios de los edificios (estudiantes, docentes, funcionarios, otros).

3.2. Objetivos BIM

Objetivo general

- Definir una metodología y procesos claros para el desarrollo del proyecto que redunde en un mejor y mayor control de los procesos, estableciendo reglas y protocolos claros para todos los actores, definidos por el objetivo común.
- Mejorar las etapas de planificación y diseño, de forma de incidir en el aumento de la calidad general del proyecto.

Objetivos específicos

- Estandarización del proceso de diseño y mantenimiento de la uniformidad de metodologías y criterios entre proyectos y regiones.
- Creación de una estructura de datos estandarizada que permita reutilizarlos y eliminar la información redundante y conflictiva.
- Etapas y cronogramas de proyectos más precisos.
- Garantía de documentación de diseño coordinada y de calidad, como insumo para estimar el costo de construcción.
- Generación de cálculos de cantidades y estimaciones de costos precisos durante todo el ciclo de vida del proyecto, detectando los cambios durante todas las fases y evitando sobrecostos debido a modificaciones en etapas avanzadas de diseño.
- Presupuesto y estimación de costos más precisos, para asegurar que el proyecto se construya con la menor cantidad posible de variaciones o conflictos que generen imprevistos e incrementos en los plazos de obra.
- Presupuesto y estimación de costos, en menor tiempo y con los más altos estándares de calidad.
- Mejoras en la estimación de costos en etapas tempranas del proceso de proyecto.
- Revisión del diseño del modelo con las partes interesadas, para validar los requisitos programáticos y los aspectos constructivos y operativos del proyecto. Evaluar el diseño y el cumplimiento de la funcionalidad de los espacios.
- Garantía de documentación de diseño coordinada y de calidad para el proceso de construcción.



4. Usos BIM

4.1. Usos BIM para el proyecto

Para el proyecto por desarrollar, se toman cinco usos de los definidos en la *Guía de planificación de ejecución de proyectos de modelado de información de construcción* Versión 2.1 de la Universidad de Penn State, EE. UU.

En primera instancia, los usos BIM seleccionados para el proyecto son:

- **Estimación de cantidades** – Responsable: Paemfe
- **Revisión del diseño** – Responsable: Paemfe
- **Conforme a obra** – Responsable: contratista

Previo a la etapa de licitación se definió incorporar el siguiente uso:

- **Control de obra** – Responsable: contratista

4.2. Estimación de cantidades para el presupuesto oficial (responsable: Paemfe)

Descripción

En este proceso se utilizará la información de modelo informado (BIM), a fin de extraer mediciones y cantidades de los componentes y materiales del proyecto. A partir de esta información se realizará la estimación de costos y se elaborará el presupuesto oficial, que forma parte de los recaudos del proyecto ejecutivo con el que la oficina licitará la construcción de la obra.

Proceso

En las etapas de proyecto y proyecto ejecutivo, se crean tablas de planificación con la información acerca de las mediciones de los componentes y materiales. Esta información se irá actualizando y será acorde al nivel de definición de cada una de las etapas. Estas tablas de planificación y cómputos serán la base de datos para la ejecución del presupuesto de oficina: Presupuesto oficial.

En el piloto, el alcance es la cuantificación de hormigón armado y albañilería.

Recursos requeridos:

- Software de diseño Revit 2023
- Modelo de diseño construido con precisión
- Paquete Office Excel - Word 2016
- Datos de costos, desarrollados por el equipo de Presupuestación



Competencias del equipo requeridas:

- Conocimiento de programación de la construcción y del proceso general de construcción
- Capacidad para manipular, navegar y revisar un modelo 3D en Revit 2023

4.3. Revisión del modelo de diseño (responsable: Paemfe)

Descripción

La revisión del modelo informado se realizará con las partes involucradas del proyecto para obtener sus comentarios y validar el diseño. Las revisiones incluirán la evaluación de requisitos programáticos, una vista previa de la estética y el diseño del espacio en un entorno virtual y el establecimiento de criterios como el diseño, las líneas de visión, la iluminación, la seguridad, la ergonomía, la acústica, las texturas y los colores, etcétera. Este uso de BIM se realizará utilizando software de computadora y con instalaciones especiales de maquetas virtuales.

Recursos requeridos:

- Software de diseño Revit 2023
- Capacidad para manipular, navegar y revisar un modelo 3D en Revit 2023
- Software para visualizar el modelo Autodesk Viewer

Competencias del equipo requeridas:

- Capacidad para manipular, navegar y revisar un modelo 3D
- Capacidad para modelar de forma fotorrealista, incluidas texturas, colores y acabados, fácilmente navegable mediante el uso de diferentes software o complementos
- Gran comprensión de cómo los sistemas de edificios/instalaciones se integran entre sí

4.4. Control de obra y conforme a obra (responsable contratista)

Se elaboraron los requerimientos de gestión BIM para ser incluidos en los recaudos de licitación del proyecto piloto, para los usos definidos para la etapa de obra.

4.5. Anexo M

Requerimientos de gestión BIM e intercambio de información. Construcción del liceo N.º 3 de Trinidad, Flores

Anexo 6 - Requerimientos de Gestión BIM e intercambio de información . «Nombre del proyecto»



5. Intercambios de información BIM

5.1. Intercambio de Información

Durante las distintas etapas del proyecto se generan instancias de intercambio de información entre los participantes.

Insumos (*inputs*): Se refiere a la información de entrada. Son aquellos archivos que contienen la información necesaria para poder iniciar un proceso —o una tarea dentro de un proceso— del proyecto.

Entregables (*outputs*): Se refiere a la información de salida. Son aquellos archivos donde se incorpora la información trabajada en un proceso del proyecto, que se generan como resultado de los distintos procesos que se desarrollan en el transcurso del proyecto.

Cada uno de ellos se nutre de los insumos y del trabajo incorporado por los distintos actores, con sus respectivas capacidades y habilidades.

5.2. Niveles de información

Los niveles de información (NDI) se refieren a los grados de profundidad de la información geométrica y de otro tipo contenida en el modelo BIM.

La información va aumentando a medida que el proyecto avanza.

NDI	DESCRIPCIÓN	EJEMPLO
NDI - 1	Información general inicial	Área - Altura - Volumen - Localización - Orientación de los elementos
NDI - 2	Información básica aproximada	Tamaño - Forma - Localización - Cantidades - Diseño aproximado de las piezas
NDI - 3	Información detallada	Tamaño - Forma - Localización - Cantidades - Diseño detallado de las piezas
NDI - 4	Información detallada y coordinada	Tamaño - Forma - Localización - Cantidades - Diseño detallado de las piezas y verificación de condiciones para continuar con etapa de Presupuestación y Licitación



5.3. Niveles de información según el estado de avance de información en el modelo (EAIM)

Estados de Avance de la Información de los Modelos EAIM			ejes	terreno	elementos civiles	elementos geográficos	fundaciones	zonas espacios	columnas	vigas	losas	muros	muros cortina	ventanas	puertas	cubiertas	cielorrasos acabados	sistemas de circulación: escaleras rampas	equipos instalaciones	muebles	estructuras especiales	equip. y tableros MEP	distruib. y tuberías MEP
Información de Planificación	Diseño Conceptual	DC	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1
	Diseño de Anteproyecto	DA	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 1
Información de Diseño	Diseño Básico	DB	NDI - 2	NDI - 2	NDI - 2	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 2	NDI - 2	NDI - 2	NDI - 2	NDI - 2	NDI - 2	NDI - 2	NDI - 2	NDI - 2	NDI - 2	NDI - 2	NDI - 2	NDI - 1	NDI - 1	NDI - 2	NDI - 2
	Diseño de Detalle	DD	NDI - 3	NDI - 2	NDI - 3	NDI - 2	NDI - 2	NDI - 3	NDI - 3	NDI - 3	NDI - 3	NDI - 3	NDI - 3	NDI - 3	NDI - 3	NDI - 3	NDI - 3	NDI - 3	NDI - 3	NDI - 2	NDI - 2	NDI - 3	NDI - 3
Información de la Construcción	Coordinación de la Construcción Proyecto Ejecutivo	CC	NDI - 3	NDI - 3	NDI - 4	NDI - 3	NDI - 3	NDI - 4	NDI - 3	NDI - 3	NDI - 4	NDI - 3	NDI - 3	NDI - 4	NDI - 4	NDI - 3	NDI - 4	NDI - 3	NDI - 4	NDI - 3	NDI - 3	NDI - 4	NDI - 4

6. Procedimientos de trabajo colaborativo

El procedimiento de trabajo del equipo y las formas de colaboración se hace mediante la Red Paemfe y el correo electrónico.

6.1. Estrategia de colaboración: Red Paemfe, Entorno Común de Datos

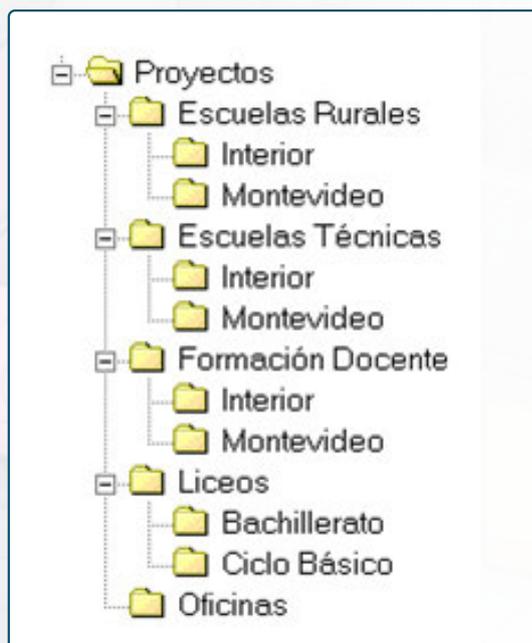
La Red Paemfe no proporciona un sistema de control de actualización de versiones de los documentos en los que se está trabajando. Por otra parte, los asesores externos (Estructura e Instalaciones Hidráulica y Eléctrica) no tienen acceso a la Red Paemfe y el intercambio se realizará mediante correo electrónico.

Para organizar la información y mantenerla actualizada, se ha desarrollado un protocolo para el archivo y documentación de versiones, que considera el manejo de la información, la denominación de archivos y las rutinas de respaldo en la Red Paemfe.

Organización de carpetas de proyectos en la Red Paemfe

La información de cada proyecto desarrollado en la oficina se guardará en el disco «Proyectos» con la estructura de carpetas que se presenta a continuación.

En estas carpetas se incluirá únicamente la última versión.



Los nombres de las carpetas de proyectos serán claros con relación a lo que contiene.

Siempre se debe ubicar el edificio de acuerdo a:

- Tipo de centro (liceo, UTU, IFD)
- Departamento, agrupados en dos subcarpetas: Montevideo - Interior
- Interior: agrupados en subcarpetas por departamento

Siempre se debe ubicar el número o el nombre del centro. Si el edificio aún no tiene número o nombre, se nombrará con el nombre de la localidad y, cuando se le sea asignado, el nombre provisorio será sustituido por este.

Estructura de carpetas del proyecto

Las carpetas del proyecto «**Liceo N.º 3 de Trinidad, Flores**» se organizarán de la siguiente manera.

- 0 MODELO
- 1 LÁMINAS DE UBICACIÓN
- 2 LÁMINAS DE ALBAÑILERÍA
- ▼ 3 LÁMINAS DE ESTRUCTURA
 - ENVIADO
 - RECIBIDO
- ▼ 4 LÁMINAS DE SANITARIA
 - ENVIADO
 - RECIBIDO
- ▼ 5 LÁMINAS DE ELÉCTRICA
 - ENVIADO
 - RECIBIDO
- 6 MEMORIAS
- 6.1 ANEXO A PLANILLAS DE ALUMINIO
- 6.2 ANEXO B PLANILLAS DE CARPINTERÍA
- 6.3 ANEXO C PLANILLAS DE HERRERÍA
- 6.4 ANEXO D PLANILLAS DE ACERO INOXIDABLE
- 6.5 ANEXO E PLANILLAS DE PÉTREOS
- 6.6 ANEXO F PLANILLAS DE ESPEJOS
- 6.7 ANEXO G PLANILLAS DE LUMINARIAS
- 6.8 ANEXO I INFORME DE CATEOS
- 6.9 ANEXO J LISTADO DE RECAUDOS
- 6.10 ANEXO K MANUAL DE MANTENIMIENTO
- 7 PRESUPUESTO OFICIAL
- 8 PUNTAS DE PLOTEO
- 900 ANTECEDENTES
- 900 DOCUMENTOS
- 900 EQUIPAMIENTO
- 900 FOTOS
- > 900 OBRA

Las carpetas LÁMINAS DE ESTRUCTURA, LÁMINAS DE SANITARIA y LÁMINAS DE ELÉCTRICA contarán con dos subcarpetas: una que contiene lo ENVIADO y otra lo RECIBIDO. Dentro de cada una se guardarán los archivos de intercambio con los distintos asesores externos, especificando la fecha y la revisión de cada uno de manera de registrar la última versión.

Una vez finalizado el intercambio, el archivo definitivo será el único que permanecerá en esa carpeta, el que será guardado como de solo lectura. Las carpetas con versiones anteriores se cortarán y se guardarán en la carpeta 900 ANTECEDENTES.

Las carpetas precedidas por el número 900 son las que contienen información y material de apoyo, no se incluirán en el paquete de recaudos para la licitación.

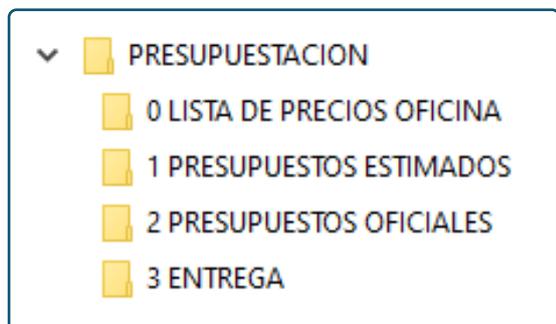
Estructura de subcarpetas del proyecto en obra

- ▼ 900 OBRA
 - > 901 INFORMES DE OBRA
 - 902 FOTOS
 - > 903 CONTROLES
 - > 904 DOCUMENTOS
 - 905 MODIFICACIONES DE PROYECTO
 - > 906 IMPREVISTOS
 - > 907 BPS
 - > 908 CONFORME A OBRA

Luego de finalizado el proyecto, las carpetas que van desde la 1 hasta la 6.11 no se modifican, y todos los archivos que contienen están guardados como de solo lectura.

En el caso de que se realicen cambios en el proyecto durante la obra, los archivos modificados se guardarán dentro de la carpeta 900 OBRA_905 MODIFICACIONES DE PROYECTO.

Estructura de carpetas de presupuesto



En la carpeta LISTA DE PRECIOS OFICINA se guardan los precios calculados para la oficina, que se actualizan según valores de mercado de materiales y con el laudo de la construcción vigente.

En las restantes carpetas se organizan los presupuestos junto a los modelos en sus etapas.

En la carpeta ENTREGA se guarda el presupuesto oficial con el cronograma para licitación.

Permisos y restricciones

La oficina se maneja con una serie de criterios de restricciones y permisos para los usuarios acordes al rol y al área a la que pertenecen.

Para este proyecto en particular se trabajará en dos carpetas:

PROYECTOS: Tienen permiso para trabajar los modeladores, los coordinadores y el revisor.

PRESUPUESTACIÓN: Tienen permiso para trabajar los presupuestadores y el revisor. Tienen acceso para visualizar los modeladores y coordinadores.

Rutinas de respaldo:

- Respaldo diario: En la noche, al finalizar el horario de trabajo, directamente en uno de los discos duros del servidor de datos.
- Respaldo semanal: Todos los viernes se copia el respaldo diario en formato espejo en dos discos USB de alta velocidad 3.0. Estos discos son dos copias: una copia se guarda en Paemfe y la otra en la empresa de respaldos contratada para tal fin.
- Respaldo quincenal: Se copia el respaldo diario en formato acumulativo en dos discos USB de alta velocidad 3.0. Estos discos son dos copias: una copia queda en Paemfe y la otra se la lleva la empresa de respaldos contratada para tal fin.
- Respaldo anual: La empresa contratada junta anualmente toda la información recabada de forma quincenal en un disco que queda a su resguardo.



6.2. Tabla para intercambio de información

INTERCAMBIOS DE INFORMACIÓN									
ETAPA	USO BIM	METODOLOGÍA	ENVÍA	RECIBE	FRECUENCIA PREVISTA	NOMBRE DE ARCHIVO	SOFTWARE	FORMATO NATIVO	FORMATO DE INTERCAMBIO
PROYECTO EJECUTIVO	REVISIÓN DE DISEÑO	METODOLOGÍA BIM INTERCAMBIO 2D + MODELO INFORMADO	Responsable del Proyecto	Asesor Especialidad Estructura	2 semanas	FLO-TRI-L03-Albañilería	Revit V2023 Autocad 2023 Autodesk Viewer	.rvt .dwg	.rvt .dwg
						FLO-TRI-L03-Estructura rev1			
						FLO-TRI-L03-Estructura rev2			
						FLO-TRI-L03-Estructura rev3			
						FLO-TRI-L03-Estructura rev4			
						FLO-TRI-L03-E4 a FLO-TRI-L03-E28 FINAL			
		INTERCAMBIO 2D + VISUALIZACIÓN 3D	Responsable del Proyecto	Asesor Especialidad Hidráulica	2 semanas	FLO-TRI-L03-Albañilería	Autocad 2023 Word V2016 Autodesk Viewer	.dwg .doc	.dwg .doc
						FLO-TRI-L03 Sanitaria rev1			
						FLO-TRI-L03 Sanitaria rev2			
						FLO-TRI-L03 Sanitaria rev3			
	FLO-TRI-L03 Sanitaria rev4 Memoria de Especificaciones Técnicas								
	FLO-TRI-L03 S1aS11 FINAL								
	Responsable del Proyecto	Asesor Especialidad Eléctrica	2 semanas	FLO-TRI-L03-Albañilería	Autocad 2023 Word V2016 Autodesk Viewer	.dwg .doc	.dwg .doc		
				FLO-TRI-L03 Eléctrica rev1					
				FLO-TRI-L03 Eléctrica rev2					
FLO-TRI-L03 Eléctrica rev3									
FLO-TRI-L03 Eléctrica rev4 Memoria Eléctrica Liceo 3 - Trinidad									
FLO-TRI-L03 EL1aEL19 FINAL									
PRESUPUESTO OFICIAL	ESTIMACIÓN DE CANTIDADES Y COSTOS	METODOLOGÍA BIM INTERCAMBIO 2D + MODELO INFORMADO	Responsable del Proyecto	Presupuestador	1 semana	FLO-TRI-L03-MOD-P01-23	Revit V2023	.rvt	.rvt
						FLO-TRI-L03 PRESUPUESTO OFICIAL V0 Lista de Consultas	Excel V2016 Word V2016	.xls .doc	.xls .doc
						FLO-TRI-L03 PRESUPUESTO OFICIAL	Excel V2016 PDF	.xls	.xls .pdf



7. Chequeo del modelo

Procedimiento para asegurar la calidad del modelo, en función de los criterios de la oficina

Procedimientos de chequeo	Definición	Responsable del control	Software	Frecuencia
Comprobación visual	Verificación de Entidades de diseño de acuerdo a los estándares para cada modelo y entregable	Modelador	Revit	Diaria
		Revisor BIM	Revit	Semanal
Comprobación de interferencias	Revisión de los modelos de proyecto para detección de interferencias en el propio modelo	Coordinador	Revit	Semanal
	Revisión de los modelos de proyecto para detección de interferencias con otras disciplinas	Coordinador	Revit - Autocad	Quincenal
Estándares	Cumplimiento de pautas y estándares de modelado, de manejo y de orden de archivos	Revisor BIM Gestor BIM	Revit	Al inicio y quincenalmente
Validación de elementos	Verificación que el conjunto de datos no tenga Entidades indefinidas o definidas incorrectamente	Revisor BIM Gestor BIM	Revit	Al inicio y quincenalmente



8. Estructura del modelo

8.1. Estructura de nombres de archivos

Nombre del modelo Revit: según la siguiente tabla de nombrado

ORG	3 letras mayúsculas representando la organización (oficina o asesor externo) que desarrolla el proyecto.
DEP	3 letras mayúsculas representando el departamento donde se ubica el proyecto.
LOC	3 letras mayúsculas representando la localidad donde se ubica el proyecto. Utilizas las 3 primeras letras del nombre de la localidad.
XXX	3 caracteres: letras o números indicando el nombre o número del centro.
DIS	3 letras mayúsculas representando la disciplina.
E01	1 letra mayúscula representando el estado del archivo (Trabajo en curso – Compartido – Publicado – Archivado), más 2 números indicando la versión del archivo, iniciando en 01.
00	2 últimos dígitos de la versión Revit en que fue creado el archivo.

En este proyecto: **PET-FLO-TRI-L03-MOD-P01-24**

Nombre de archivos CAD: los archivos se nombrarán con igual criterio más un sufijo correspondiente al contenido del archivo.

Ejemplo de denominación de archivo:

FLO-TRI-L03 - L1U1 RELEVAMIENTO PLANIALTIMÉTRICO.dwg



8.2. Alcance del modelado

El modelado se realiza partiendo del Template: **23-PFE-TEMPLATE.rte**, generado para tal fin.

El equipo de diseño de Paemfe se encargará de modelar la albañilería (suelos, muros, aberturas, mobiliario de obra, cielorrasos, etcétera), la geometría de la estructura (suelos estructurales, las vigas y los pilares), las instalaciones que requieran coordinación, por ejemplo, las instalaciones aparentes: eléctrica (tableros, bandejas, ductos aparentes), sanitaria (columnas pluviales, regueras, desagües de equipos AA, incendio, etcétera) acondicionamiento térmico (equipos de aire acondicionado con sus instalaciones correspondientes).

Los criterios de modelado responden en todos los casos a la generación de un modelo con la carga de información necesaria para cumplir con las siguientes premisas:

- **Visualización:** que sea atractivo, navegable y claro para su comprensión por parte del usuario.
- **Precisión del modelado:** que permita detectar interferencias y resolver conflictos.
- **Contenedor de información:** que permita la extracción de datos para la cuantificación de sus componentes y realizar simulaciones del proceso de la obra.

Para la implementación del trabajo se cuenta con dos Template, uno para el modelo de Revit 3D y otro para los gráficos 2D en Autocad. Ambos serán complementarios y definirán la representación de los objetos con un lenguaje común propio de la resultante de un trabajo colaborativo.

El Template **23-PFE-TEMPLATE.rte** tiene configurado dos formatos de exportación a CAD:

- uno esquemático para el envío a asesores de la arquitectura
- otro completo para integrar los recaudos de licitación

Asesores externos

Estructura instalación eléctrica: fuerza motriz, iluminación, corrientes débiles, protección atmosférica. Instalación sanitaria: abastecimiento, desagües.

Se trabajará partiendo del Template: **PAEMFE.dwt**

8.3. Sistema de medidas y coordenadas

Se usará el Sistema Métrico hasta los decimales (0,00).

Para el acotado del edificio se utilizarán las coordenadas de origen X, Y, Z coincidentes con el 0,0,0 del software. Las coordenadas X, Y tendrán su origen físico a 1 metro del ángulo inferior izquierdo del edificio y servirán para el acotado planimétrico.

La coordenada Z tendrá su origen en el nivel 0,00 de Planta Baja y servirán para el acotado altimétrico.



La georreferenciación del modelo se realizará bajo el Sistema Geodésico Mundial WGS 84 UTM²1 Sur, bajo las siguientes coordenadas:

Latitud = 33° 30' 28" S

Longitud = 56° 53' 57" W

Altitud = 125 m

8.4. Estándares BIM y CAD

Estándares BIM:

- Plan de ejecución BIM (BEP)
- Manuales e instructivos de modelado de oficina

Estándares CAD:

- Layers
- Tipos de línea (Linetype)
- Tipos de texto (Text style)
- Puntas para impresión (Plotstyles)
- Estimo de acotado (Dimstyle)
- Tipos de trama (Hatch)

8.5. Normas

- UNIT - ISO 19650: 2020
- UNIT - 200: 2022
- Ordenanza Municipal
- Plan Local de Trinidad - Flores
- ANEP, Pautas y normas básicas de arquitectura 2023
- Instructivos Técnicos de la Dirección Nacional de Bomberos



Bibliografía y programas de apoyo

- Penn State. *BIM-Project-Execution-Planning-Guide-Version-2.1*.
- BIM Forum Chile - *Guía inicial para implementar BIM en las organizaciones*.
- Planbim - Ministerio de Obras Públicas - Dirección de Arquitectura - Gobierno de Chile.
 - Guía de Consulta Rápida del Estándar BIM Proyectos Públicos.
 - Solicitud de información BIM para proyecto de arquitectura y especialidades - Etapa de diseño.
 - Roles BIM.

Anexo 4

Manual de uso BIM - Paemfe Modelado



ANEP

CONSEJO
DIRECTIVO
CENTRAL

PROGRAMA
PAEMFE



Sección



Descomponer



Índice

1. Historial de versiones.....	75
2. Nuevo proyecto - Template	76
a) Pasos a seguir.....	76
b) Nombrar el archivo	77
c) Información del proyecto	77
d) Niveles de proyecto	79
e) Organización del navegador de proyectos.....	80
f) Vistas.....	80
g) Plantillas de vista.....	82
h) Planos.....	83
i) Familias.....	83
j) Plantillas para exportar CAD (asesores y otros).....	85
k) Niveles de información.....	85
3. Trabajo colaborativo: compartir el archivo de modelo.....	86
a) Cómo compartir el modelo	86
b) Cómo trabajar de manera sincrónica	87
c) Notas	89
4. Trabajo colaborativo: Desenlazar el archivo de modelo.....	91
a) Cómo desenlazar un modelo compartido	91
b) Link a video explicativo del proceso	91
c) Notas	92
5. Vincular un archivo CAD en el modelo Revit	93
a) Vincular - Importar	93
b) Procedimiento: preparar el archivo CAD	94
c) Procedimiento: importar el archivo CAD	94
d) Visibilidad del archivo CAD.....	95
6. Gestión de materiales - Biblioteca.....	97
7. Geolocalización de los modelos.....	101
a) Coordenadas y unidades.....	101
b) Criterios a seguir en Paemfe.....	102
c) Georreferenciación del proyecto.....	103
d) Norte real y norte del proyecto.....	104
8. Plano de áreas a incorporar en los modelos.....	105
a) Contenido del plano de áreas.....	105
b) Crear plano de áreas.....	106
c) Delimitación de áreas	108
d) Leyendas de color	109



1. Historial de versiones

Este documento corresponde a la versión que se indica en esta tabla.

Versión	Responsable	Fecha	Comentarios
V01	Paemfe -RA	02/02/2024	
V02	Paemfe -RA	31/10/2024	Organización del navegador Familias - Planos de áreas - Coordenadas y unidades georreferenciación

Nota: Archivo ubicado en **X:\BIM\1-MANUALES PET\0-VIGENTES**, que corresponde a la última versión.

2. Nuevo proyecto - Template

a) Pasos a seguir

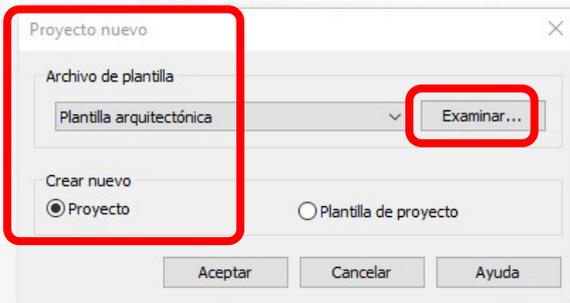
Para comenzar a modelar, se parte desde la última versión de la plantilla (archivo.rte) generada en la oficina Paemfe. El template se encuentra en la carpeta **0-TEMPLATES PET** (en BIM - Infraestructura).

Camino: X:\BIM\0-TEMPLATES PET\0-VIGENTES

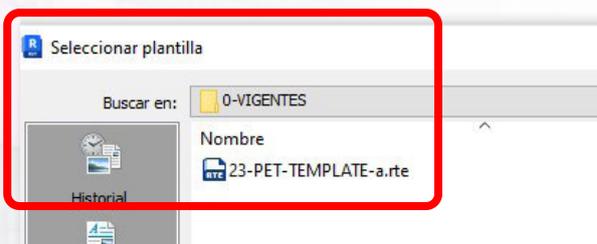
1. Abrir Revit - MODELOS - Nuevo



2. Proyecto Nuevo - **Plantilla arquitectónica** - Crear nuevo Proyecto



3. Examinar **Camino X:\BIM\2-TEMPLATES PET\0-VIGENTES**



4. Abrir - Pasa de extensión **.rte** a extensión **.rvt**
5. Guardar en la carpeta del Proyecto en la **Subcarpeta, 0 MODELO**.
6. El criterio para nombrar el archivo se detalla en el Manual de Nombrado.



b) Nombrar el archivo

Nombrar el archivo siguiendo los criterios establecidos en el Manual de Nombrado: «Manual BIM Paemfe-NOMBRADO». **Camino: X:\BIM\1-MANUALES PET\0-VIGENTES.**

«ORG-DEP-LOC-Centro-MOD-T01-23.rvt»

c) Información del proyecto

Al comenzar un nuevo proyecto, corresponde completar la información y datos que tenemos de él utilizando los parámetros previstos en el programa:

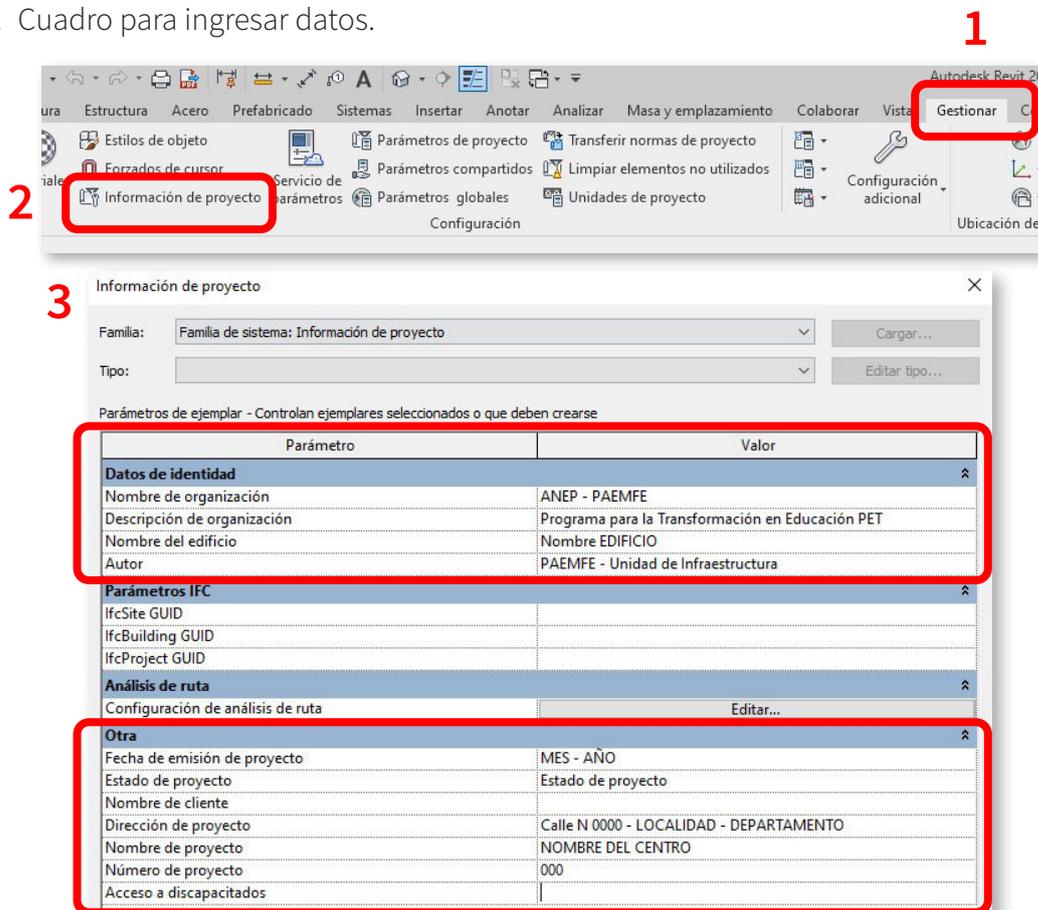
Nombre del edificio - Estado de proyecto - Dirección de proyecto - Nombre de proyecto - Número de proyecto.

Algunos datos generales ya están cargados en el template, en particular «Nombre de organización: Paemfe».

Esta es la información que utiliza el programa, para los rótulos de los planos.

Para cargar esta información lo hacemos de la siguiente manera:

1. Gestionar
2. Información de proyecto
3. Cuadro para ingresar datos.



Carátula

Con esta lámina abre el programa para cada proyecto.

Es una familia «Cuadro de rotulación».

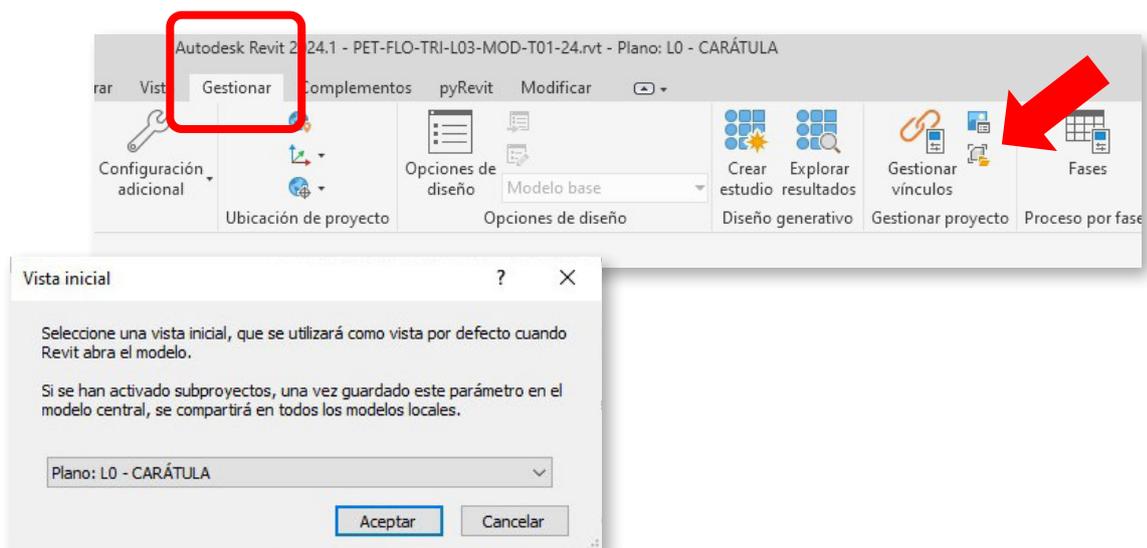
Contiene información del proyecto: nombre, ubicación, fecha, y una vista 3D como presentación.

Ejemplo



El template viene configurado con esta vista como Vista Inicial.

Para configurar una vista como «Vista Inicial» se hace desde Gestionar, según se indica.



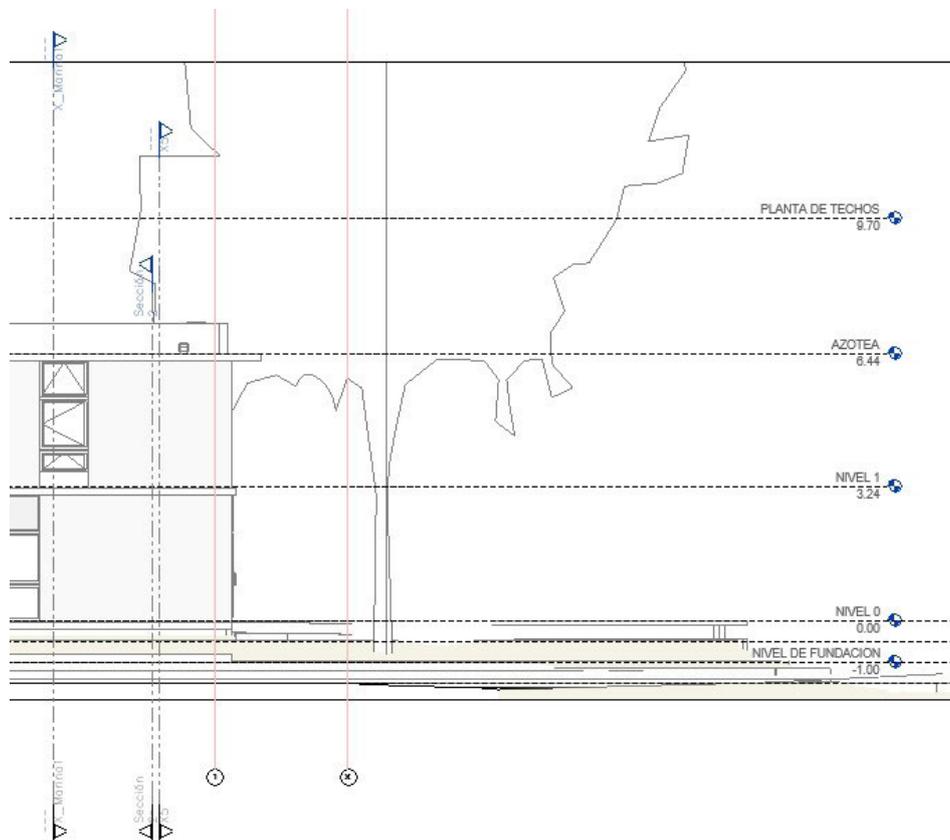
d) Niveles de proyecto

Los niveles (asociados a vistas) para los proyectos están incluidos en el template. Esta definición es un estándar de la oficina.

En caso de tratarse de edificios con más de dos niveles, se deberán incorporar los niveles faltantes con el criterio que se detalla a continuación.

En casos puntuales, cuando se necesite agregar niveles se resolverá en la oficina.

- NIVEL DE FUNDACIÓN o NIVEL 0
- NIVEL (n) en caso de ser un edificio de más de dos niveles o AZOTEA o FONDO DE TANQUE
- TECHO DE TANQUE



Nota. Estos son los niveles que van asociados a las vistas de planos de entrega.

e) Organización del navegador de proyectos

El navegador de proyectos se organiza con un mismo criterio para toda la oficina.

En nuestro caso el navegador se organiza con el criterio «**Vistas (Tipo y familia)**».



f) Vistas

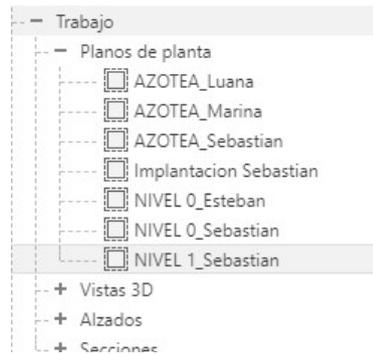
Los tipos de vista numerados (01 a 09 en el ejemplo) incluyen las vistas que van en planos.

Los otros tipos de vista (Trabajo, por ejemplo) son creados en la oficina para el proceso de proyecto y modelado.

Modalidad de trabajo:

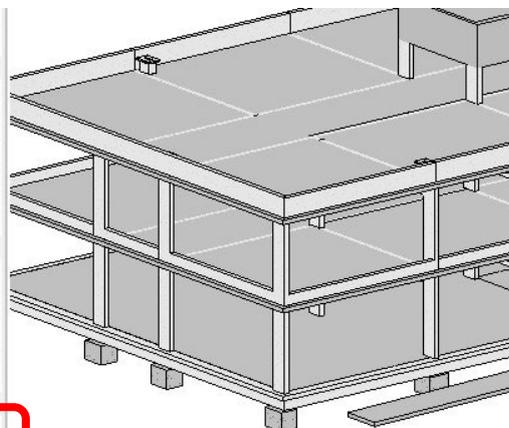
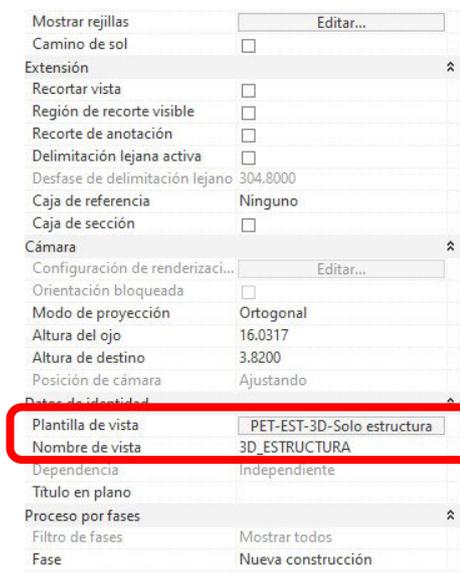
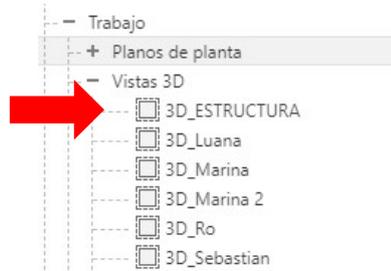
- Durante el proceso de trabajo se pueden crear todas las vistas que sean necesarias, las que se recomienda que pertenezcan al tipo «**Trabajo**». Para ello se duplicará la vista base y se renombrará siguiendo el criterio establecido en el Manual de Nombrado (ejemplo, NIVEL 0 nombre modelador).
- Es posible personalizar estas vistas de trabajo, para que cada proyectista/modelador trabaje a su manera y también para evitar interferencias entre los que comparten un mismo archivo.
- **En las vistas de trabajo, se pueden hacer todos los cambios necesarios** (subyacente, rango de vista, forma de visualización de elementos, etcétera). Vienen configuradas con plantillas de vista en el template, sin embargo, cada modelador puede crear sus propias plantillas de vista para trabajar, duplicándolas y cambiando el nombre.

Vistas de Trabajo

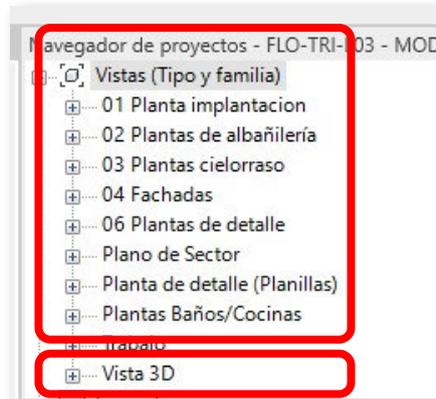


No modificar las vistas configuradas para la entrega (incluidas en planos).

- Cada modelador podrá crear la cantidad de niveles que considere necesarios para modelar. Estos niveles de trabajo no están asociados necesariamente a vistas. A modo de ejemplo: en el caso de tener un sistema de cimentación de patines con profundidades distintas, puedo necesitar crear los distintos niveles asociados a esas profundidades, pero solo se define una vista para expresar en planta toda la cimentación completa.
- En Vistas 3D, del tipo **Trabajo** se ubica 3D_ESTRUCTURA. Esta ya viene configurada con una Plantilla de Vista llamada «PET-EST-3D-Solo estructura», que permite que se muestre solo la estructura del modelo que se va desarrollando. Esta vista se debe mantener (no modificar el nombre ni su plantilla de vista), ya que es de utilidad para visualizar, para enviar a los asesores externos e incluye filtros para la revisión del modelado. Si es necesario, crear una para trabajar, duplicarla y renombrarla.



- Las vistas del navegador de proyectos numeradas son las que van incluidas en los planos de entrega. Vienen con la configuración predefinida en el template (por «Plantillas de Vista») con la expresión gráfica adecuada a las láminas de entrega. **Estas vistas y sus correspondientes plantillas de vista asociadas no se deben modificar.**

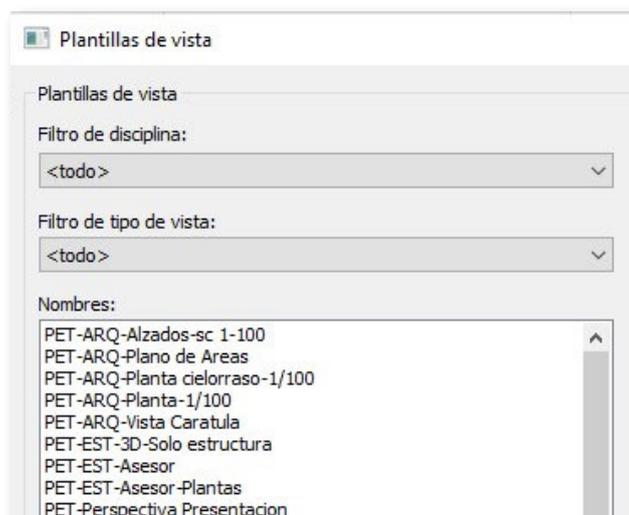


g) Plantillas de vista

Descripción de plantillas de vista incluidas en el template.

- Plantillas de vistas. El template incluye plantillas de vista que definen la expresión de estas. En el caso de las vistas de trabajo, cada modelador define los criterios de visualización, los rangos de vista, el nivel de definición, etcétera, que le resulte más conveniente. Puede utilizar las plantillas del template: TRABAJO PLANTAS y TRABAJO ALZADOS o crear nuevas a su criterio duplicando y renombrando.

Para las vistas a insertar en láminas de entrega, las plantillas de vista están predefinidas y no se modifican, ya que corresponden a la expresión característica de la oficina Paemfe.



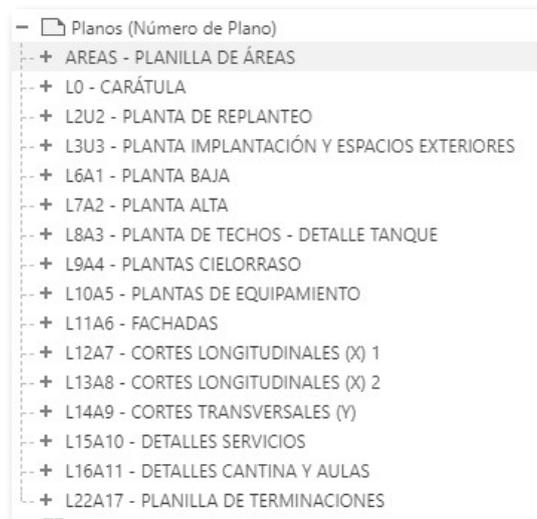
h) Planos

Se detallan las láminas que se obtienen a partir del modelo.

En esta etapa de Implementación en Paemfe, los planos y planillas que no se obtienen desde el modelo se trabajan en formato CAD.

Ejemplo Liceo N.º 3 de Trinidad

Del modelo se extraen los planos:



Se complementa con planos y planillas en CAD:

L1U1	Relevamiento planialtimétrico
L4U4 a L5U5	Ubicación detalles
L17A12 a L17A13	Detalles escaleras
L19A14	Detalles mesadas
L20A15 a L21A16	Cortes integrales

Planillas: aluminio, herrería, carpintería, acero inoxidable, pétreos, espejos, luminarias.

Planos, planillas y detalles de estructura.

Planos, planillas y detalles instalación sanitaria.

Planos, planillas y detalles instalación eléctrica.

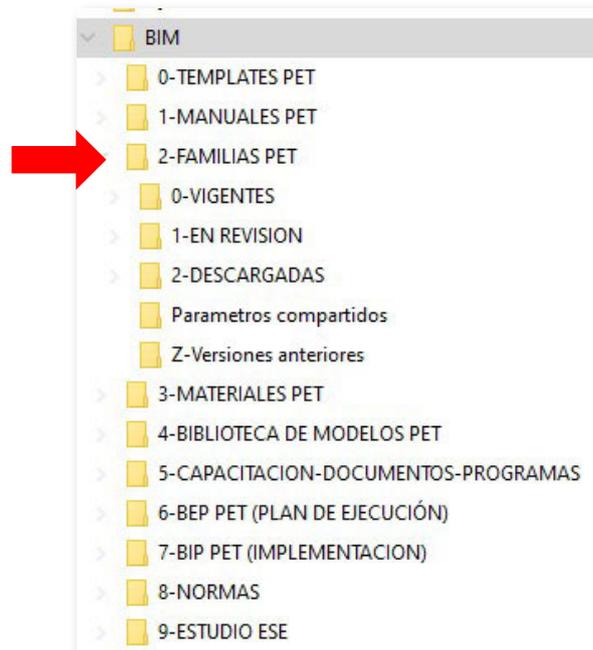
i) Familias

- FAMILIAS DE SISTEMA. Son familias propias del sistema, que no podemos crear, sino que ya vienen elaboradas. Es posible, dentro de estas familias crear nuevos TIPOS, tantos como sean necesarios. Son Muros, Cubiertas, Techos (cielorrasos), Escaleras, Rampas, Suelos, **Barandillas (barandas)**, **Armazón estructural (vigas)**, **Pilares**.

- FAMILIAS CARGABLES. Son familias que podemos cargar al modelo desde la Biblioteca que viene en el programa Revit o creadas en la oficina, con los criterios de modelado establecidos. Estos archivos de familias son de extensión **nombre.rfa**.

Para las FAMILIAS CARGABLES, la forma de trabajo en la oficina es la siguiente:

Se establece un equipo de personas dentro de la oficina, encargadas de modelar las familias. Las familias se guardan en BIM - 2-FAMILIAS PET:



Para su uso en los modelos, el criterio es mantener el siguiente orden de prioridad en la búsqueda:

1. Primera carpeta de búsqueda: 0-VIGENTE, donde se ubican las familias validadas por la oficina, con criterios de modelado y de nombrado establecidos.
2. Segunda carpeta de búsqueda: 1-EN REVISIÓN, que contiene familias ya utilizadas en proyectos anteriores o creadas por el proyectista (no por el equipo de Familias) que aún no han sido validadas en la oficina. La utilidad de estas familias (de proyectos anteriores o creadas por cualquier modelador del equipo) es no enlentecer el avance de los modelos. Siempre tener presente que es una buena práctica priorizar el uso de familias validadas.
3. Tercera carpeta de búsqueda: 2-DESCARGADAS, son familias descargadas de internet (ya sea de biblioteca de Revit o de proveedores como ser de loza sanitaria, grifería, etcétera). Estas familias también llevan un proceso de validación y una vez cumplido pasan a la carpeta 0VIGENTES.

El sistema prevé la movilidad de las familias. A medida que son validadas pasan a la carpeta 0VIGENTE, cambiando su nombre con los criterios establecidos en la oficina.

La forma de guardado de las familias es en carpetas por tema: ALUMINIO, CARPINTERÍA, HERRERÍA, APARATOS SANITARIOS, LUMINARIAS, etcétera.



En la carpeta ANOTATIVOS se guardan etiquetas, cortas y otros elementos de anotación.

Nota: Para las aberturas que se conformen por paños de distinto tipo, material o formas de apertura, se sugiere no definir una única familia, sino varias familias agrupadas por similitud a fin de que sean más sencillas y livianas. Con estas familias componentes se armará la apertura completa que será planillada.

A los efectos de etiquetar la familia en planos, se agruparán las «familias componentes» en un grupo que se etiquetará con una etiqueta de tipo de modelo.

j) Plantillas para exportar CAD (asesores y otros)

El template incluye plantillas de exportación a CAD para preparar el envío a asesores.

k) Niveles de información

La geometría y el nivel de información del modelo varía según las diferentes fases del proyecto y según el uso final del modelo. El objetivo de la oficina Paemfe es la utilización del modelado BIM para el diseño arquitectónico incluyendo la geometría de la estructura y el modelado de las instalaciones vistas y para la extracción automatizada de cuantificaciones para elaborar el presupuesto oficial.

En anexo se adjunta el cuadro «Estado de avance de la información para las etapas del proyecto», donde se definen las etapas, los entregables y los niveles de información a alcanzar.

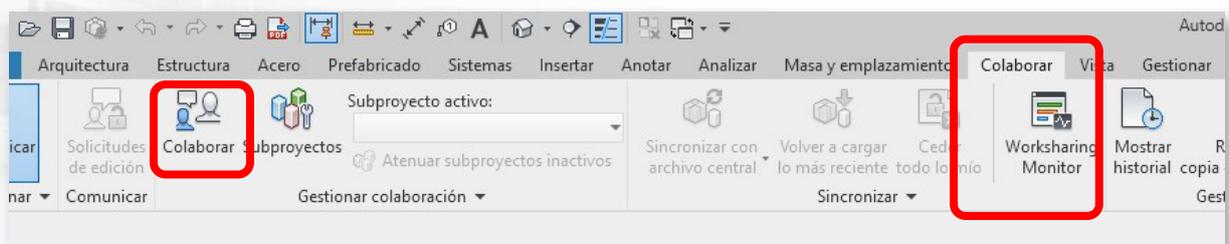
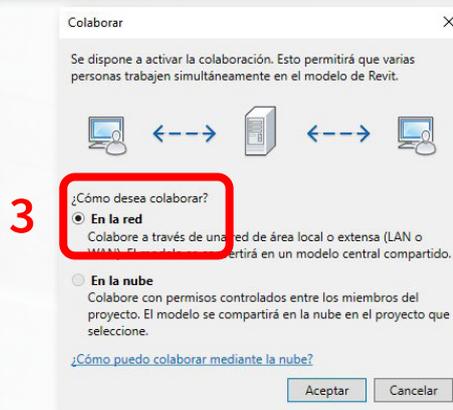
3. Trabajo colaborativo: compartir el archivo de modelo

Para iniciar el modelado de forma colaborativa se debe compartir el modelo. Cualquier integrante del equipo de proyecto podrá realizar esta tarea.

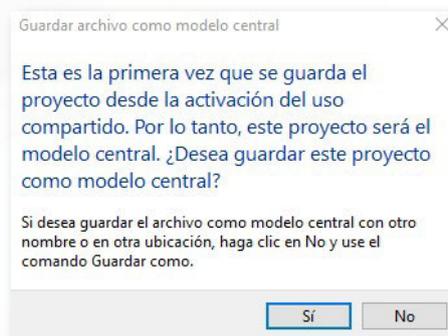
a) Cómo compartir el modelo

Esta tarea se hace una única vez (para cada archivo) y debe hacerse desde el modelo abierto.

1. En pestaña «Colaborar» (1) - Comando «Colaborar» (2) - Opción «En la red» (3)

**2****1****3**

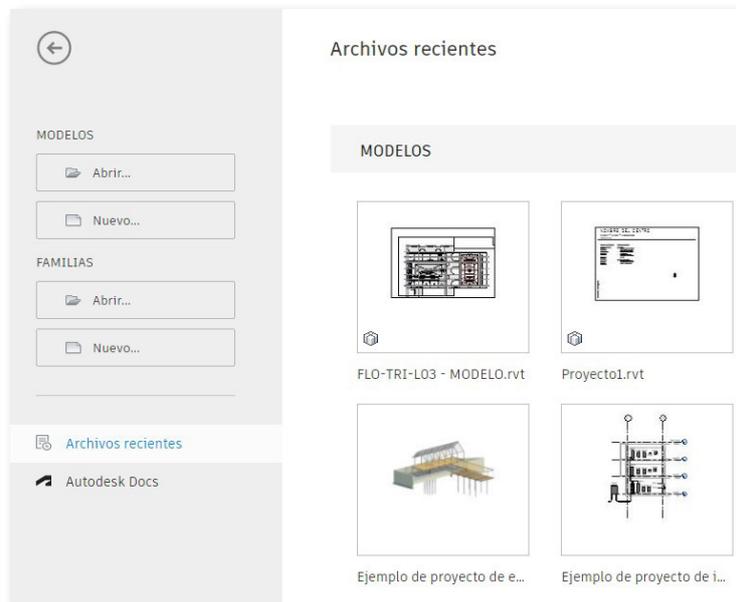
2. Guardar el archivo en la subcarpeta **0 MODELO**, correspondiente al proyecto en curso nombrado según estándar de Paemfe.
3. Optar por Sí «Guardar este proyecto como modelo central».



4. Cerrar para terminar el proceso.
5. Desde este momento, cualquier usuario de la red puede trabajar en distintas partes del proyecto a la vez, accediendo simultáneamente al modelo compartido a través de un Modelo Central ubicado, en nuestro caso, en la red Paemfe.

b) Cómo trabajar de manera sincrónica

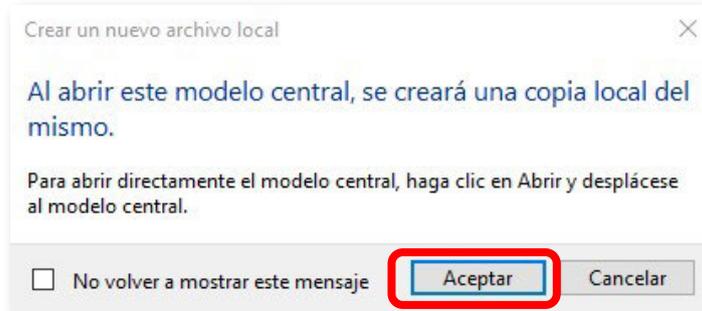
1. Para acceder al modelo se abre siempre el programa Revit. NO abrir el modelo desde el Explorador de Windows.
2. Si es la primera vez que se abre el Modelo, se debe seguir el siguiente camino: En la página de Inicio, en Archivos recientes - MODELOS - Abrir.



3. Seguir la ruta hacia el modelo ubicado en Proyectos, en la carpeta correspondiente al proyecto en curso y en la subcarpeta **0 MODELO**.
4. Si ya se está trabajando en el Modelo, el archivo se puede abrir desde la página de inicio de Revit, Archivos recientes. Es importante verificar que el modelo a abrir sea el compartido, comprobando que tiene el símbolo que lo indica.



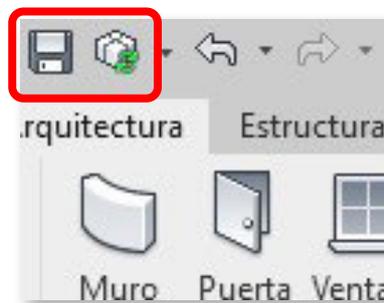
5. Cuando se abre el archivo del modelo, una vez que está compartido, surge la siguiente pregunta, que corresponde aceptar:



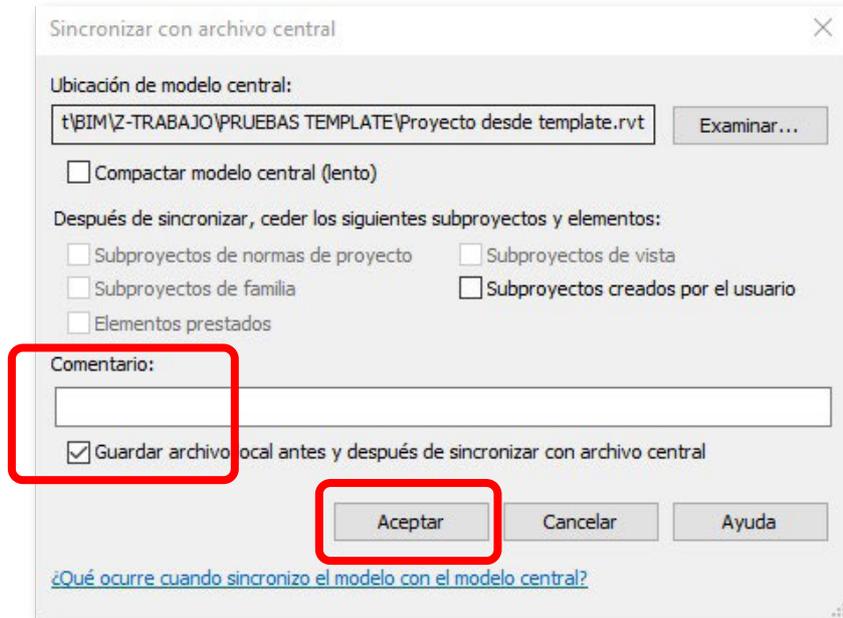
6. Si ya hemos realizado trabajo en el archivo y el programa ya creó nuestra copia local (una para cada usuario que lo abre), plantea las siguientes opciones entre las que debemos optar por «Sobrescribir copia existente»:



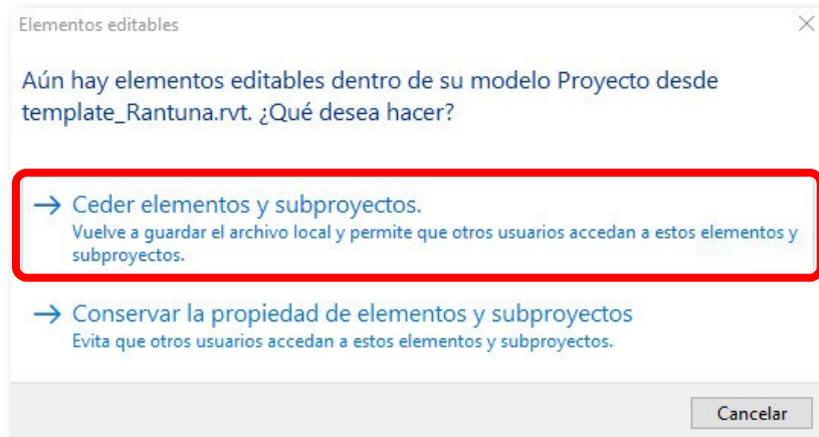
7. Luego de incorporar trabajo al modelo, se debe GUARDAR y SINCRONIZAR.



8. Para sincronizar surge el siguiente cuadro al que damos Aceptar. En el ítem Comentarios se puede incorporar, si es necesario, información como el sector donde se trabajó, la tarea en que se avanzó u otra de nuestro interés.



9. Al cerrar en caso de que lo pregunte, se debe «Ceder elementos y subproyectos».

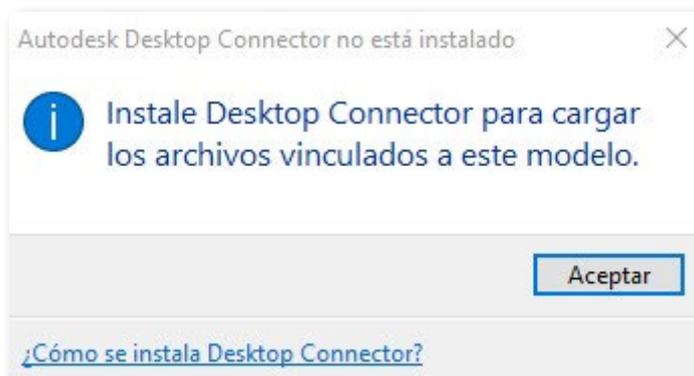


c) Notas

- El archivo se puede compartir en cualquier etapa del modelo, por lo que, en caso de no estar trabajando de manera sincrónica (por tema de licencias* o modalidad de trabajo del equipo), se puede postergar esta tarea para una etapa posterior, a criterio de cada equipo.
- * Revit LT no admite trabajo sincrónico.
- En la carpeta donde se guarda el archivo del Modelo Central, Revit crea otras carpetas, una con elementos temporales y otra con archivos de copias de seguridad. Esto es algo que el programa hace de manera automática y no debemos eliminar estas carpetas.



- En caso de que, al abrir el archivo, aparezca el mensaje que se adjunta, elegir «Aceptar» y seguir con el proceso de abrir el archivo. Esta opción es pertinente para el caso de estar trabajando en la nube. Dado que en la oficina estamos trabajando en la Red Paemfe, no es necesario instalar Desktop Connector.

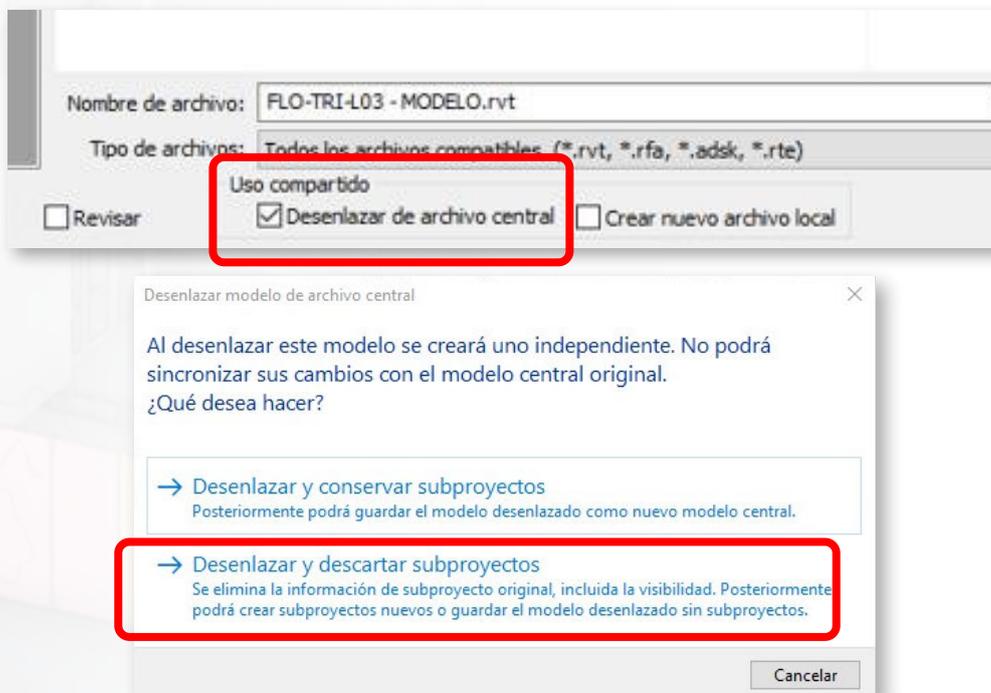


4. Trabajo colaborativo: Desenlazar el archivo de modelo

a) Cómo desenlazar un modelo compartido

Cuando ya **no sea necesario trabajar de manera colaborativa** (finalización del proyecto o por alguna otra razón) o a fin de enviar el archivo del modelo a un tercero que no va a trabajar de modo colaborativo (por ejemplo, un asesor externo), debemos generar un archivo desenlazado.

1. Con el archivo compartido abierto, lo cerramos, sincronizamos con el archivo central y cedemos todo.
2. Desde el programa, abrimos el archivo de modelo central localizado en la carpeta correspondiente y marcamos con un tick en el cuadro de diálogo que se despliega: «Desenlazar de archivo central».
3. Al optar por «Abrir» se abre un cuadro con dos opciones. Debemos seleccionar «Desenlazar y descartar subproyectos». De esta manera se genera un nuevo archivo sin ninguna relación con el modelo central.
4. Este nuevo archivo mantiene el nombre del compartido, agregando _desenlazado.



b) Link a video explicativo del proceso

https://www.youtube.com/watch?v=VEHrkjG_0NI&list=PL75RMprPiSmd-9aMeVtDIdMN9m-tp7oU3&index=24



c) Notas

- En la carpeta 0-BIBLIOTECA DE MODELOS, dentro de BIM, se guardan Modelos desenlazados de archivos de proyectos.
- Camino: **X:\BIM\0-BIBLIOTECA DE MODELOS** o a fin de consultar, extraer elementos o información de utilidad, etcétera, debemos recurrir a estos modelos, que pueden ser copiados y renombrados.
- **Nunca** utilizar para este fin los Modelos compartidos, ya que estaríamos interviniendo en el archivo de trabajo del equipo del proyecto.

5. Vincular un archivo CAD en el modelo Revit

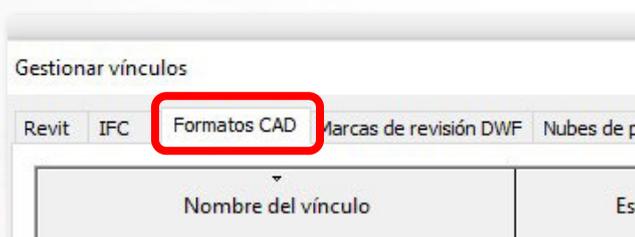
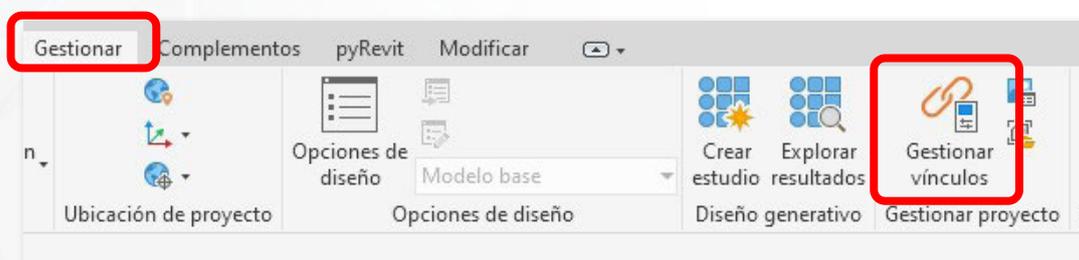
a) Vincular - Importar

Cuando se considere necesario, insertar un archivo CAD a modo de referencia para modelar, podemos utilizar dos maneras de inserción:

Vincular: El vínculo se comporta de manera similar a un Xref en CAD, es posible ir actualizando el archivo CAD de referencia, a medida que se va modificando, debido a que queda linqueado. Esta **actualización** no se hace de manera automática, sino que **debemos hacerla desde el comando Gestionar**.

La mayor ventaja, es la posibilidad de actualizar el archivo sin la necesidad de volver a insertarlo. Ver en el ítem d) Visibilidad del Archivo CAD, como se mantiene actualizado el vínculo. Como desventajas, es necesario tener el CAD en la misma carpeta desde la que lo vinculamos y no moverlo porque se pierde el camino y no es posible descomponer («explotar») el archivo en partes.

Los archivos vinculados se gestionan desde el comando «Gestionar», Gestionar vínculos, «Formatos CAD»



Importar: El ya archivo CAD se inserta de manera independiente y queda desvinculado del mismo. Como ventajas: el «objeto» importado queda desvinculado completamente del archivo CAD y es posible «explotarlo en partes» en caso de ser necesario.

Recomendación. Si el archivo CAD de referencia está terminado o muy avanzado y no va a ser modificado, es recomendable utilizar el comando **IMPORTAR**.

b) Procedimiento: preparar el archivo CAD

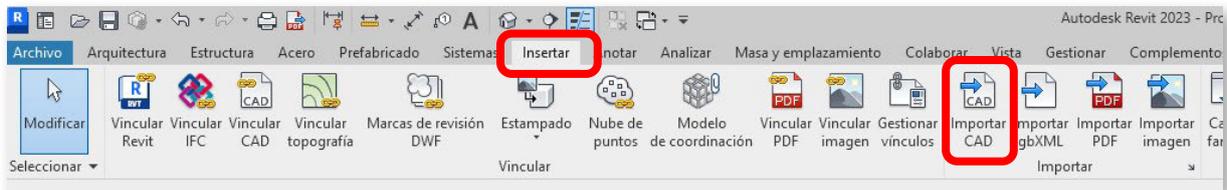
Es importante para trabajar de manera prolija y ordenada que el archivo CAD se haya preparado para su inserción.

- Separar el CAD por «vistas» cada planta, alzado, etcétera, en un archivo CAD independiente. o definir un 0,0 de referencia en el proyecto en CAD, el que va a ser replicado en Revit o definir las unidades del CAD. Trabajar en metros es lo recomendable.
- Eliminar o freezar los layers que no sean de utilidad para modelar en Revit, a modo de ejemplo: cotas, textos, auxiliares, etcétera. Toda la información que se inserte en Revit le da peso al archivo. Es recomendable mantener el modelo tan liviano como sea posible.
- Guardar los archivos CAD a insertar de manera ordenada: vista-proyecto-fecha-otros.

c) Procedimiento: importar el archivo CAD

Se recomienda utilizar la vista que se ubica en el navegador de Proyectos en «trabajo» para insertar el CAD. Debemos posicionarnos en la vista donde queremos realizar la importación.

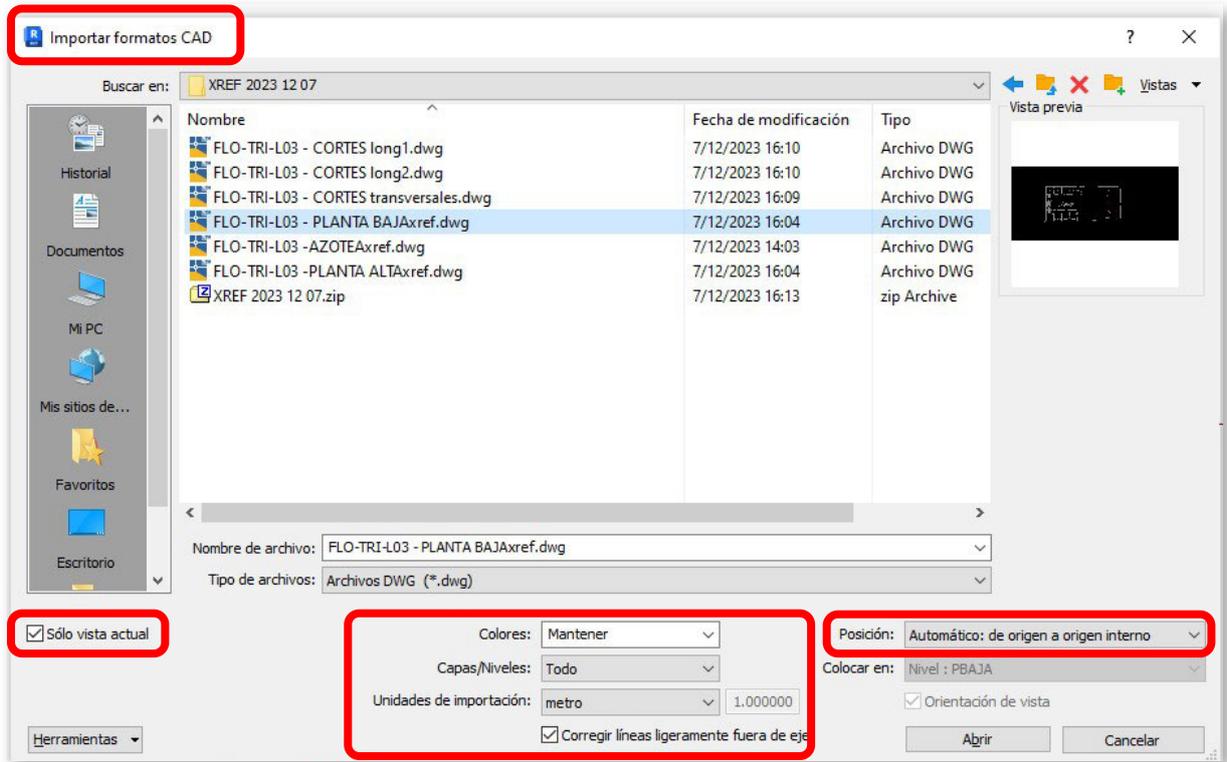
En el menú: «Insertar», comando «Importar CAD»



Se abre un cuadro a fin de ubicar el archivo a insertar. Seguimos el camino hasta el archivo y debemos verificar algunos ítems en dicho cuadro.

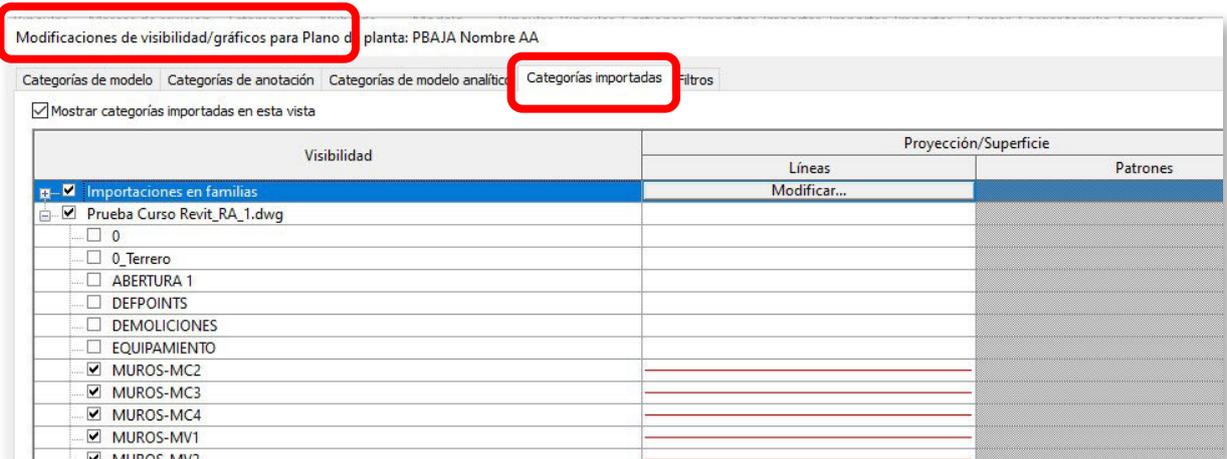
- **Colores:** Mantener o Invertir (los del CAD) / usar Blanco y negro - Elección del equipo o
- **Capas/Niveles:** Todo / Visible / Especificar - Elección del equipo
- **Unidades de importación:** DEBEMOS MANTENER LAS QUE USA EL CAD A IMPORTAR
- **Posición:** RECOMENDABLE USAR Automático: de origen a origen interno o **Colocar en:** RECOMENDABLE ✓ Solo en vista actual.

A tener en cuenta: Si el archivo no se inserta «Solo en vista actual», pasa a formar parte del modelo, se ve en todas las vistas y no se puede modificar su «visibilidad» en cuanto a enviarlo al fondo o traerlo a primer plano.

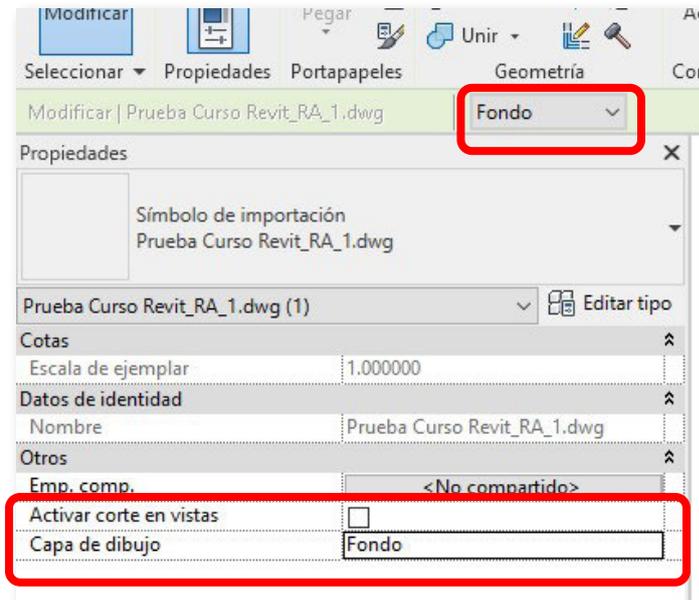


d) Visibilidad del archivo CAD

- Es posible modificar la visibilidad del archivo CAD insertando layers, colores y espesores de líneas, etcétera. **En Modificaciones de visibilidad/gráficos (V V) - Categorías importadas.**



- Es posible modificar la visibilidad del CAD (Fondo / Primer plano). Debemos seleccionar el CAD y aparecen las opciones: Fondo / Primer Plano. Lo podemos definir en cualquiera de estos dos menús: «Cinta Verde» o «Panel de Propiedades».

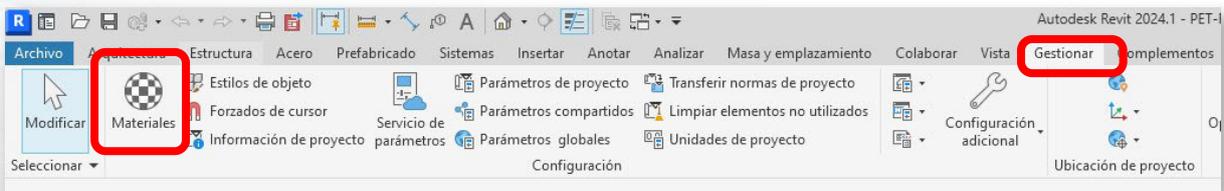


- Cuando un archivo CAD está vinculado (en lugar de importado), es posible mantenerlo actualizado si se han realizado ajustes o modificaciones en él. Si la actualización no se realiza de manera automática en el programa (lo que puede tener diversas causas), se recomienda realizar el siguiente procedimiento: en la lengüeta Gestionar, grupo Gestionar proyecto, en el cuadro de diálogo que se abre, en Formatos CAD seleccionar el archivo vinculado a actualizar y seleccionar Volver a Cargar, Aceptar.

6. Gestión de materiales - Biblioteca

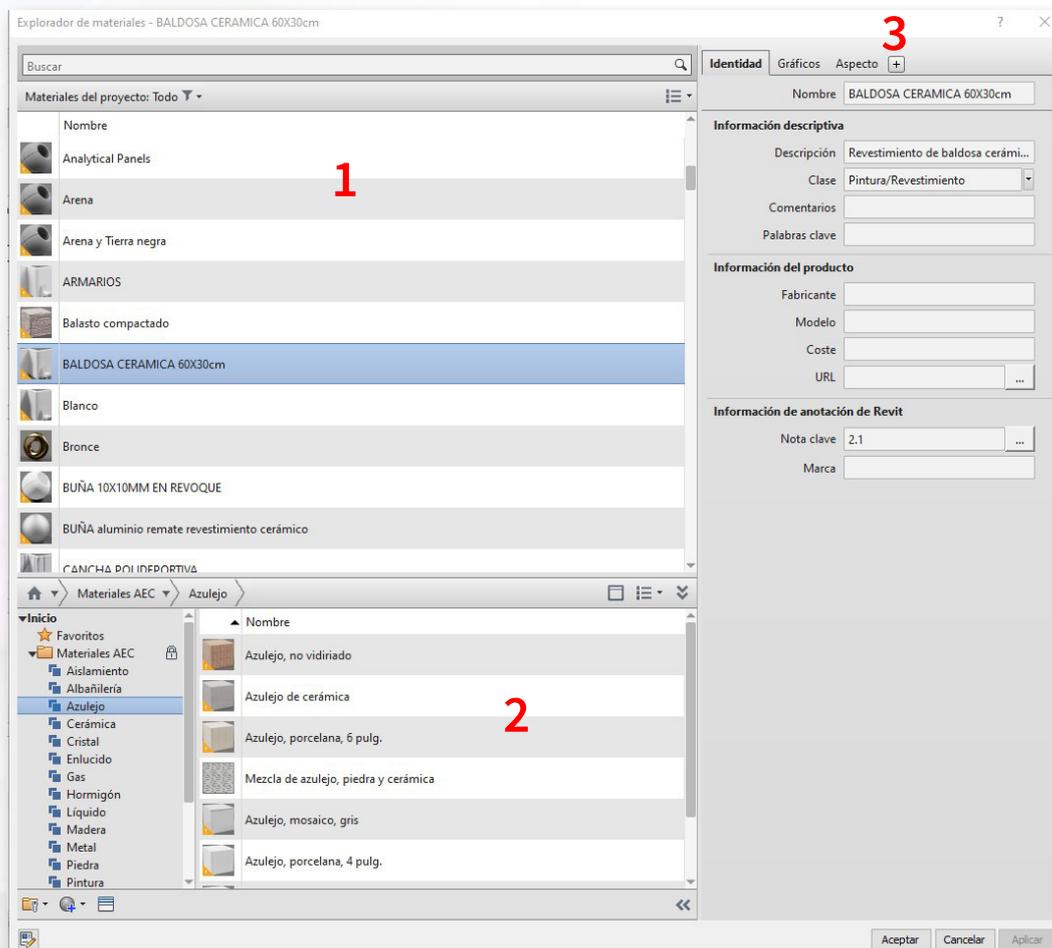
En Revit, los materiales se gestionan mediante una Biblioteca de materiales.

Se accede a ella desde los comandos «Gestionar» - «Materiales».



Se abre una ventana donde figuran:

1. los materiales cargados en el archivo en el que se está trabajando, que están definidos en su mayoría en el template de oficina (plantilla)
2. las bibliotecas de materiales
3. las propiedades del material seleccionado



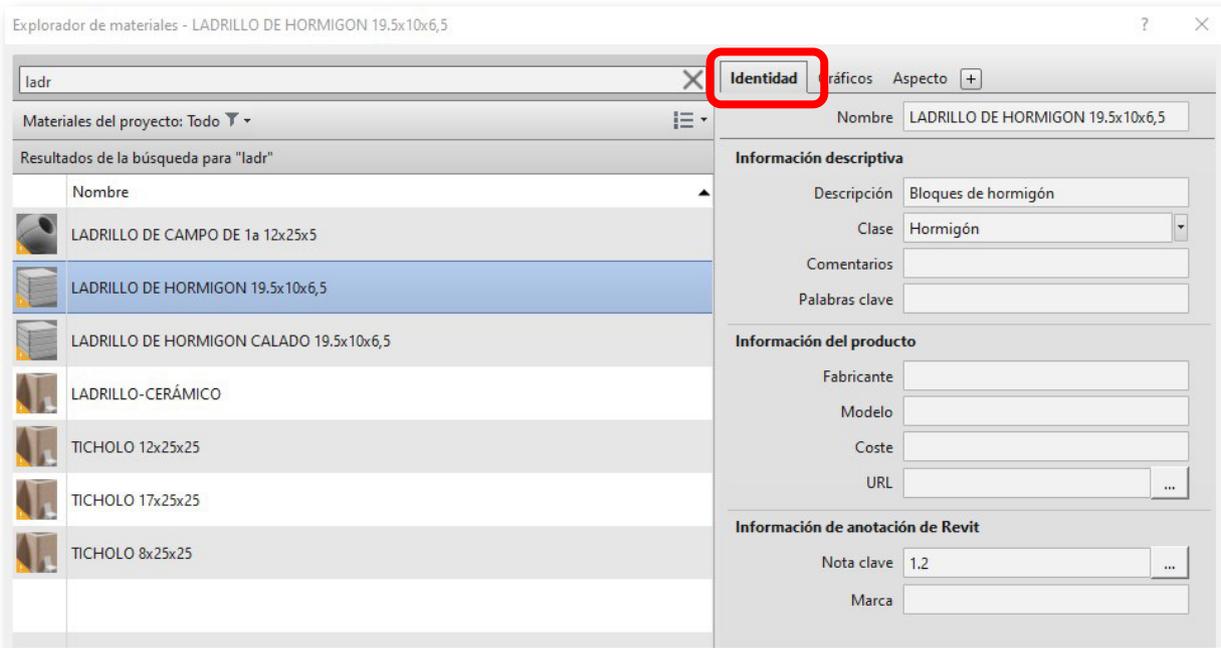
Las propiedades de los materiales se definen de la siguiente manera:

Identidad

Información descriptiva: Descripción, Clase, Comentarios, palabras clave.

Información del producto: Podemos incluir datos del fabricante y costos.

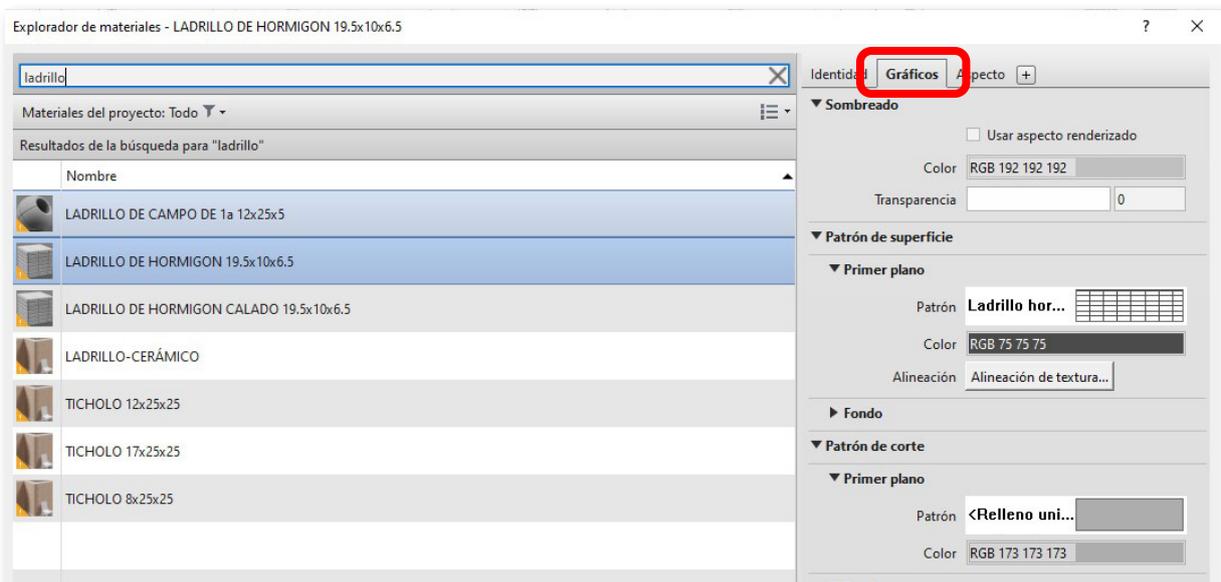
Información de anotación de Revit: Nota clave y Marca.



En Nota clave, podemos incorporar información del material que nos interese etiquetar.

Gráficos:

Patrones asociados a los **estilos de vista de línea oculta y sombreado** (no para realista ni renderizado)



Sombreado

Patrón de superficie: Primer plano y Fondo

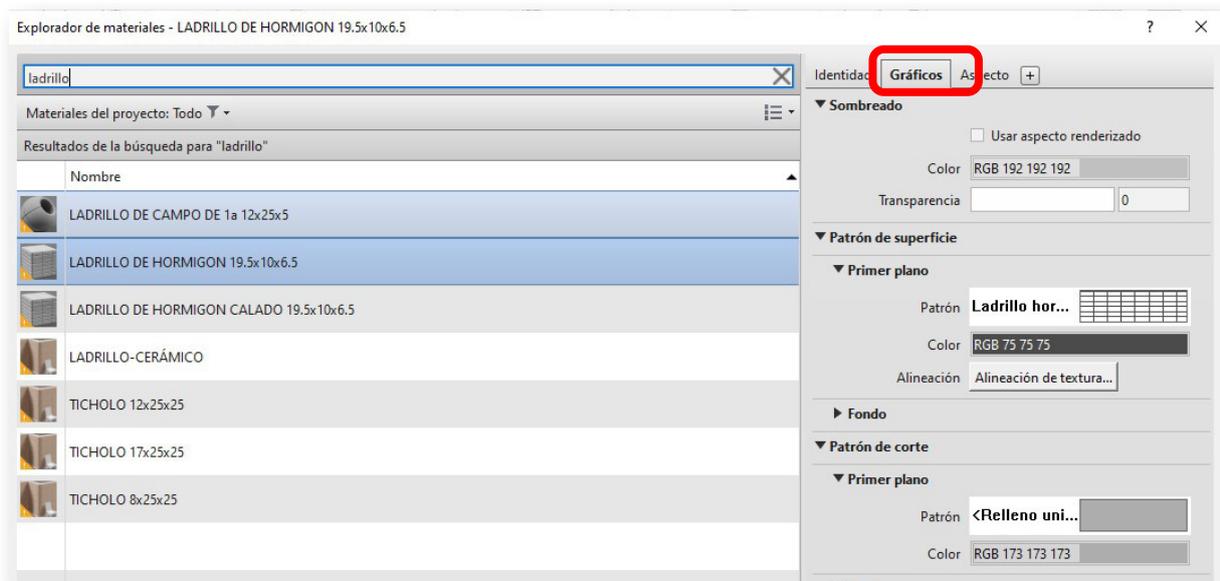
Patrón de corte: Primer plano y Fondo

Tipos de patrón: Modelo representa un patrón de un material (mantiene las dimensiones a pesar del cambio de escala) y Diseño es un patrón de representación gráfica, no asociado a un material (es independiente de la escala). Para los materiales se utiliza patrón de modelo.



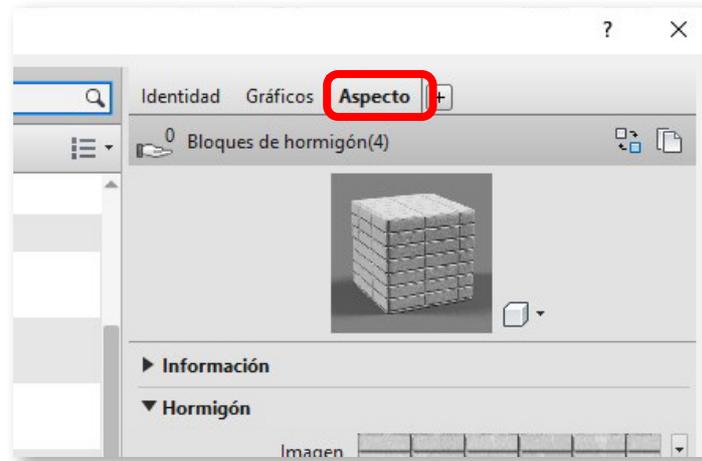
Ejemplo de material: Ladrillo de hormigón

Aspecto



Patrones asociados a los **estilos de vista realista y renderizado**.

Carga una imagen asociada al material a definir y desde este lugar se gestionan brillos, reflejos y demás aspectos relacionados con una vista 3D renderizada, con las limitaciones que tiene Revit en este ítem.



REF. Ver video explicativo «Materiales» en: <X:\BIM\5-CAPACITACION-DOCUMENTOS-PROGRAMAS\CAPACITACION\0-Videos\CADIT-SD-Tutoria Proyecto Piloto>

7. Geolocalización de los modelos

a) Coordenadas y unidades

Orígenes en Revit

Revit incluye 3 «orígenes o puntos de referencia».

El **Origen Interno es el 0,0,0 del propio archivo**, punto de reconocimiento interno que **no es posible mover**. Define también el área de trabajo disponible a partir de él, en un radio de 30 km.

El **Punto de reconocimiento se define como el 0,0,0 del mundo** y es el que se utiliza como punto de referencia para compartir coordenadas, por ejemplo, con un archivo topográfico.

El **Punto Base del Proyecto es el punto que establece el proyectista/modelador como referencia del proyecto**. Este punto se puede adaptar según las necesidades de cada proyecto (planimétrica y altimétricamente y en el radio de giro respecto al norte real) y es propio de él.

Sistema de coordenadas en Revit

Revit trabaja con un **sistema de coordenadas interno**, que es el sistema de referencia local de cada modelo y se define al crear el archivo, y con un **sistema de coordenadas compartido**, que es el sistema de referencia global georreferenciado y que se utiliza para compartir coordenadas entre diferentes modelos y para vincular archivos externos (por ejemplo, un archivo civil con un terreno).

Al iniciar un nuevo modelo en Revit, las coordenadas internas y las coordenadas compartidas vienen por defecto coincidentes en un mismo punto, marcando el 0,0,0.

El **sistema de coordenadas interno** queda representado por el Punto base de proyecto.

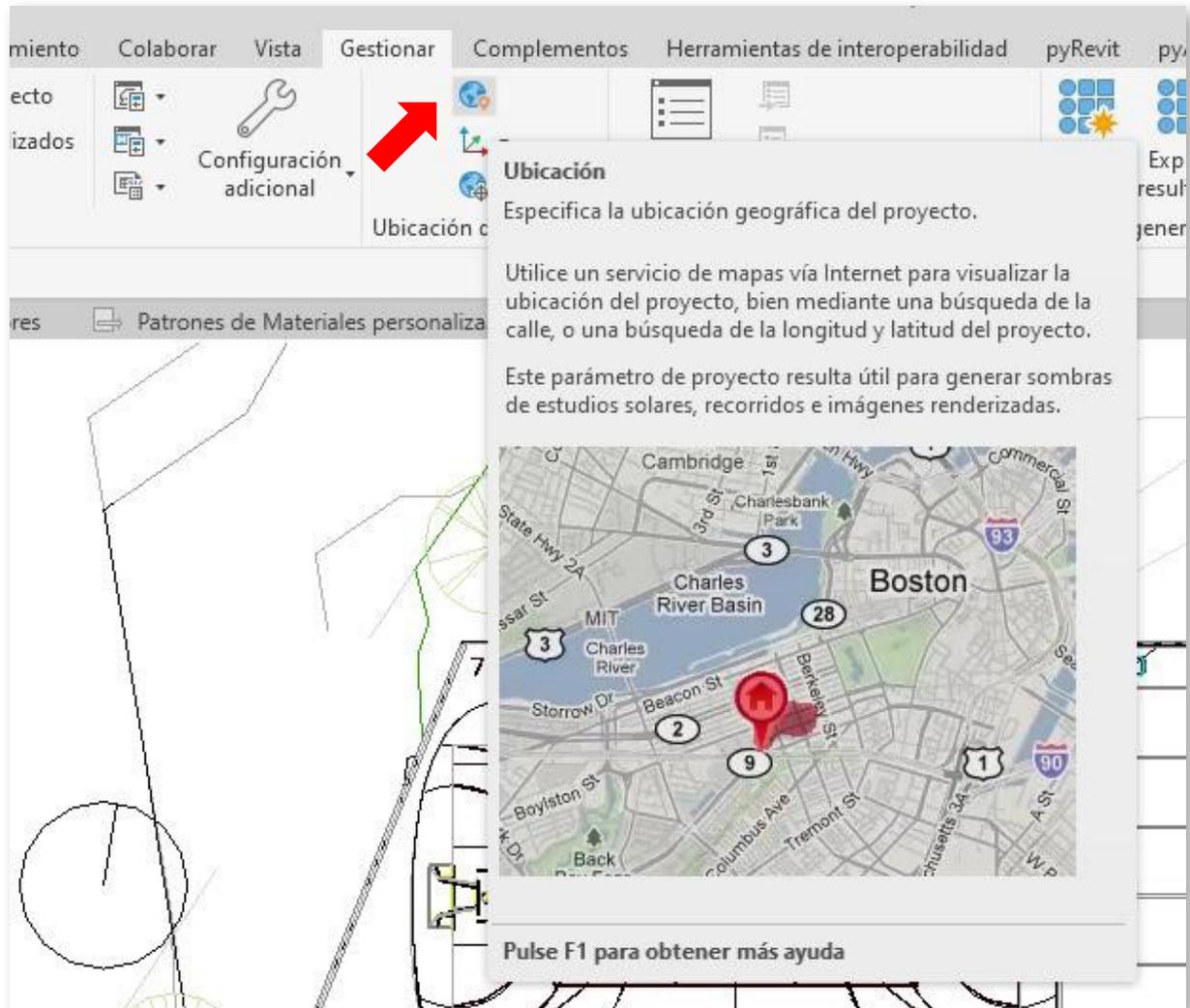


Punto base del proyecto (coordenadas interno)

El **sistema de coordenadas compartidas** se genera directamente desde el levantamiento topográfico georreferenciado y representa un punto al que se le adjudican coordenadas NS-EO y un nivel de referencia sobre el nivel del mar. Quedan representados por el Punto de reconocimiento (Survey Point).

c) Georreferenciación del proyecto

En menú Gestionar / Ubicación de Proyecto, seleccionar la herramienta de Ubicación.



Se ingresan los datos de latitud y longitud de forma manual o en la opción «Servicio de información geográfica vía internet», se lleva el Marcador de Casa roja hasta la ubicación del proyecto.

Ubicación y emplazamiento

Ubicación Emplazamiento

Definir ubicación por:
Lista de ciudades por defecto

Hay una única ubicación para cada proyecto de Revit que define dónde se encuentra el proyecto en el mundo.

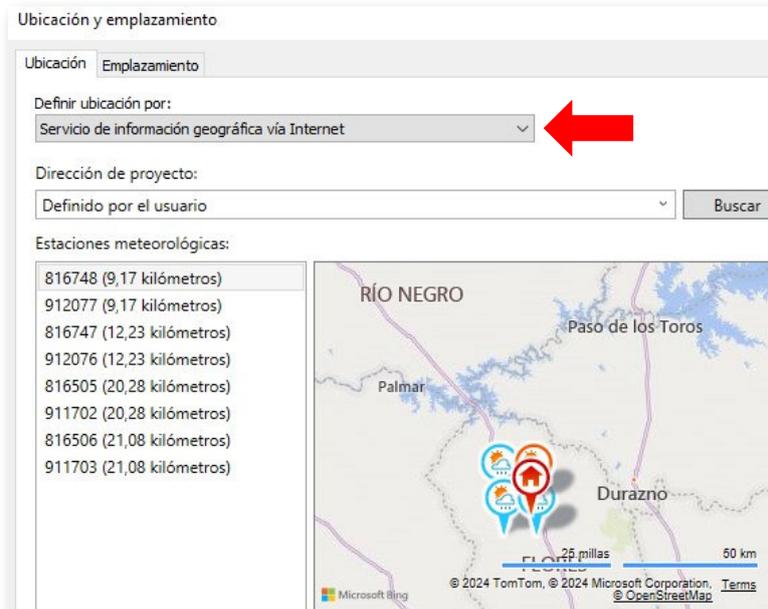
Ciudad: Definido por el usuario

Latitud: -33.517662°

Longitud: -56.888881°

Huso horario: (UTC-03:00) San Pedro y Miquelón

Usar horario de verano

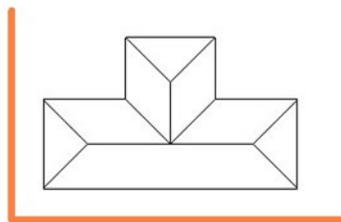


d) Norte real y norte del proyecto

Revit trabaja con los modelos con dos orientaciones al norte: norte de proyecto y norte real.

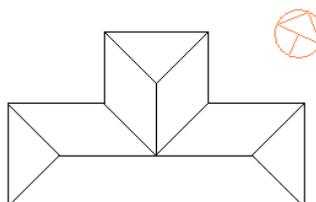
El **norte de proyecto** se define en el proyecto. En general, se basa en el eje predominante de la geometría del edificio y afecta las vistas y el modo en que se colocan las vistas en los planos.

Recomendación: alinear el norte del proyecto hacia la parte superior del área de dibujo.



El **norte real** es el norte del mundo real basado en las condiciones del emplazamiento.

Recomendación: Para evitar confusiones, definir el norte real solo después de comenzar a modelar con el norte de proyecto alineado a la parte superior del área de dibujo y cuando se cuente con coordenadas de reconocimiento fiables.



8. Plano de áreas a incorporar en los modelos

Los modelos de la oficina Paemfe incorporan información acerca de áreas construidas interiores y espacios exteriores. Los ítems a incluir son:

Áreas Interiores (Obra Nueva - Ampliación)

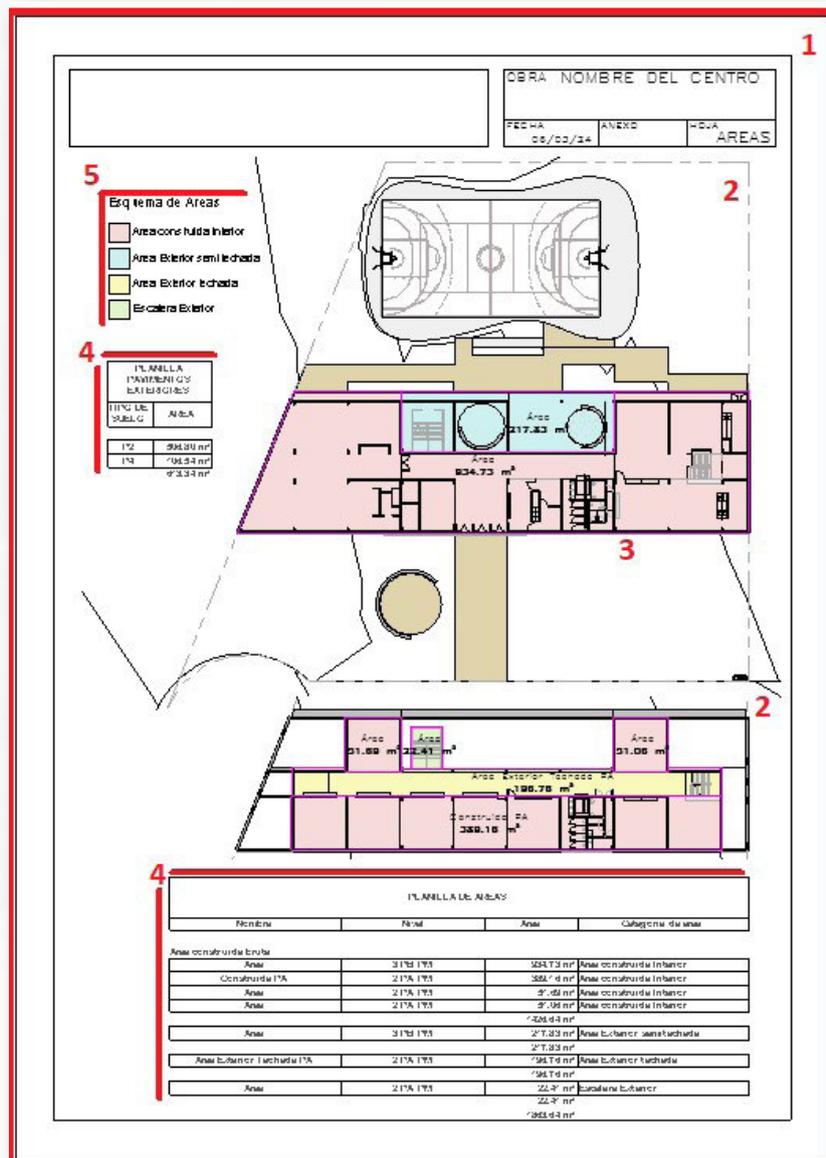
Áreas Exteriores (Espacios Exteriores: Intervenidos - Techados - Deportivos)

Se trabaja en Revit creando «Planos de áreas totales», con «Esquema de áreas totales».

a) Contenido del plano de áreas

1. Crear un plano con rótulo para contener todos los elementos (vistas y tablas).
2. Definir una vista de planta con áreas brutas por cada nivel del edificio.
3. Crear límites y líneas divisorias por cada área a definir.
4. Crear las tablas de planificación, una para el desglose de áreas construidas y otra para las áreas de pavimentos exteriores.
5. Definir la Leyenda de color para cada tipo de áreas.

Ejemplo

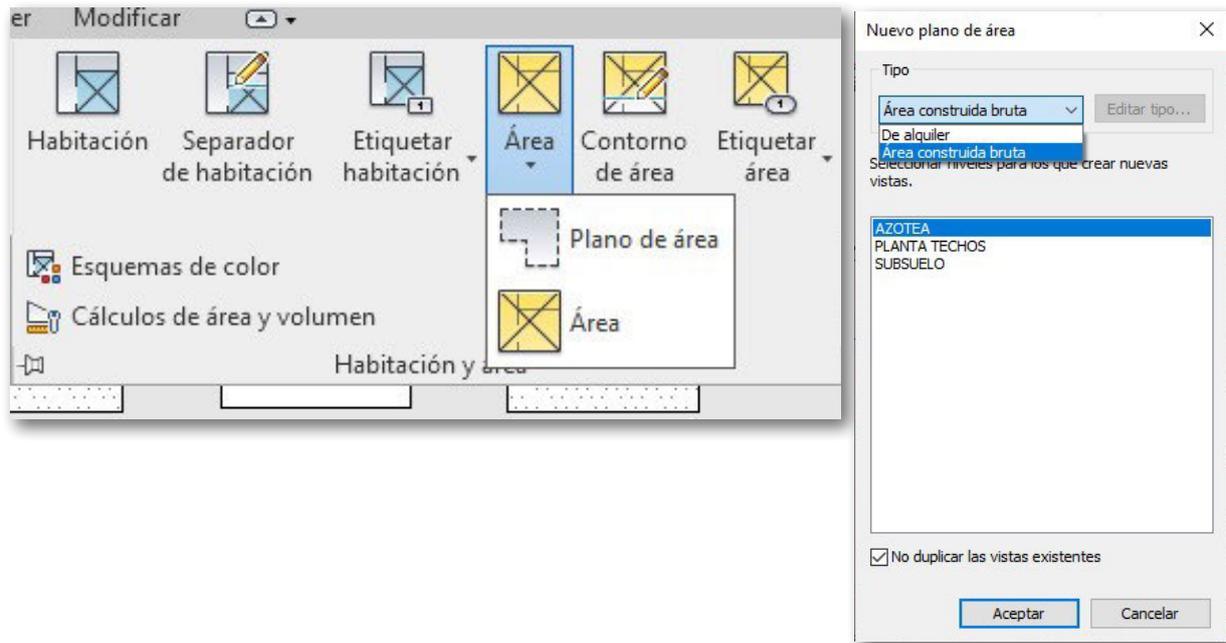


b) Crear plano de áreas

Pasos:

Menú ARQUITECTURA / HABITACIÓN Y ÁREA / ÁREA

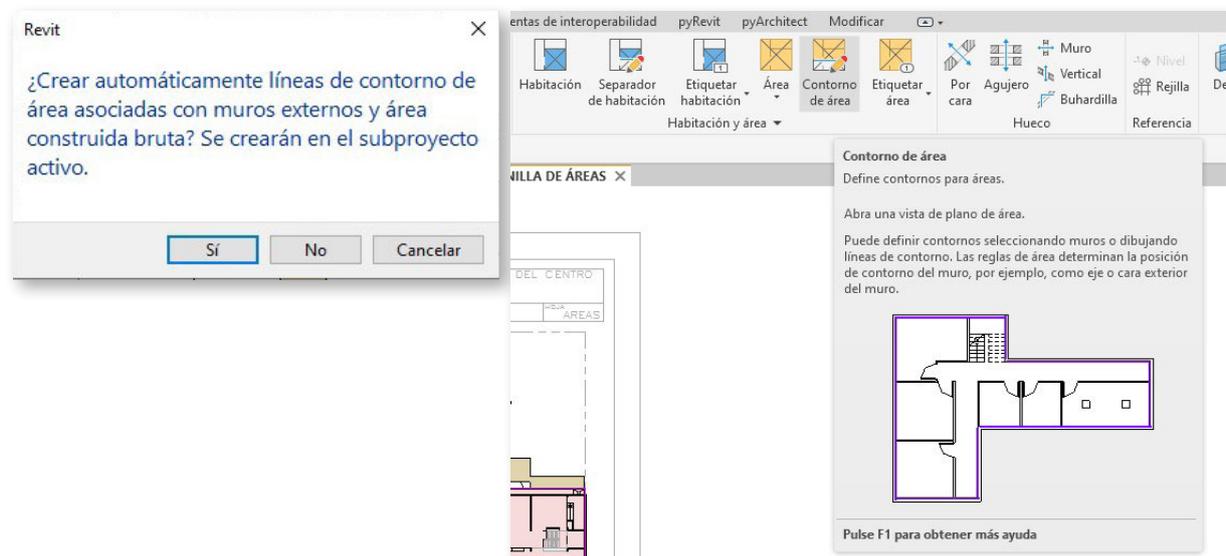
En tipo de área seleccionar «Área **construida bruta**» y crear un «**Plano de área**» por cada nivel de proyecto.



Al crear cada plano, el programa consulta si deseamos crear los contornos de área de forma automática asociados a los muros exteriores. Dar Ok a la creación automática.

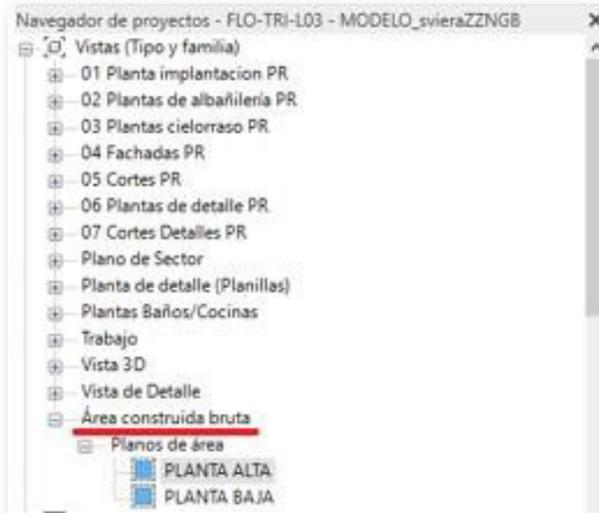
Puede suceder que no detecte de forma correcta los contornos o que estos no se adecuen a los que necesitamos. En ese caso borrar todas las líneas automáticas y crearlas de forma manual.

Ir al menú ARQUITECTURA / HABITACIÓN Y ÁREA / CONTORNO DE ÁREA.



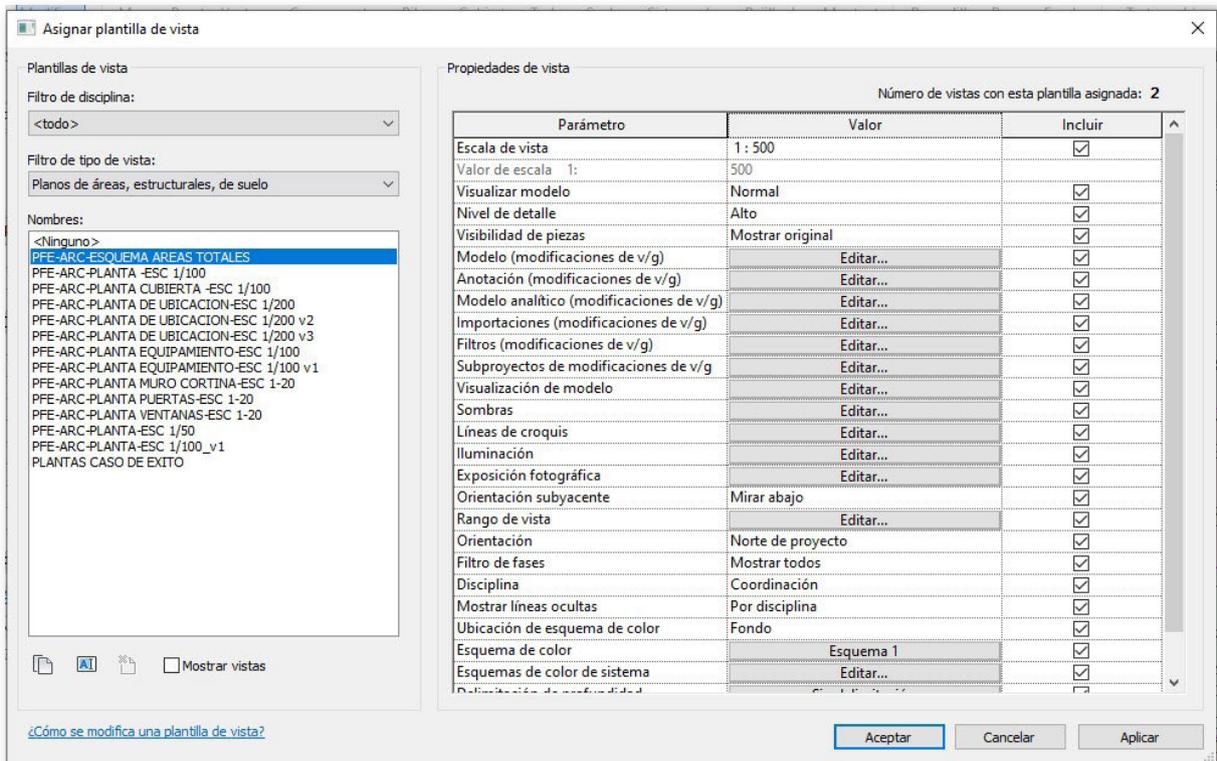


Estas nuevas plantas de Áreas aparecerán en el Navegador de proyecto en una pestaña propia.

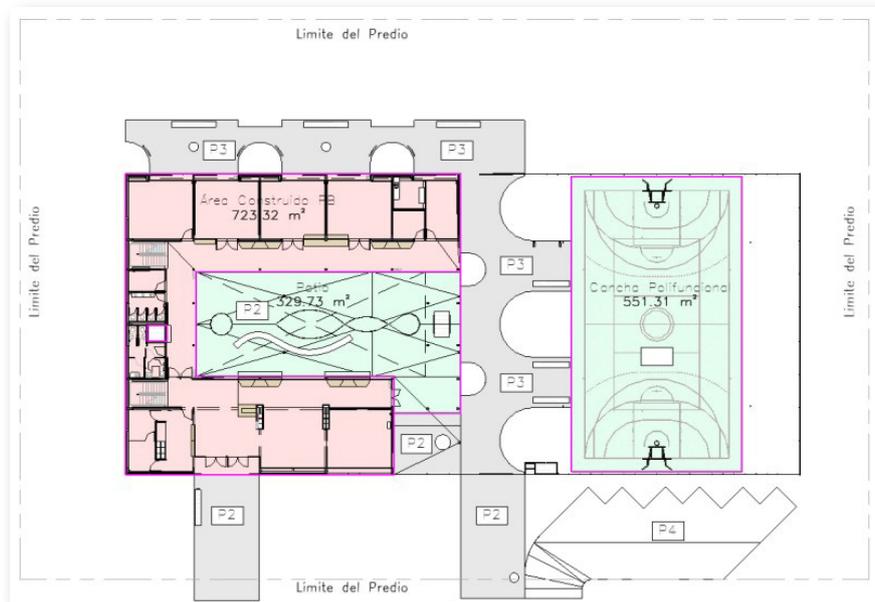


Aplicarle a cada planta de áreas la plantilla de Vista de la oficina Paemfe.

Dentro de la sección Importaciones se pueden apagar los Autocad importados, o se puede optar por desmarcar la opción «Mostrar categorías importadas en esta vista» para apagar todos los elementos importados, según lo que sea necesario.

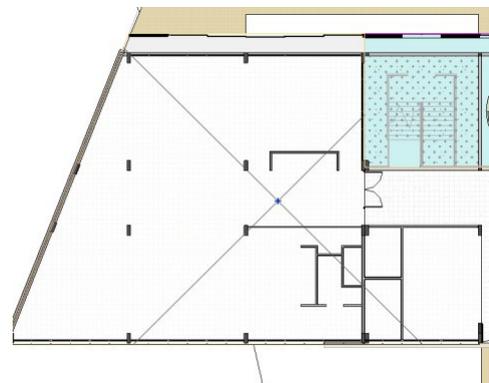
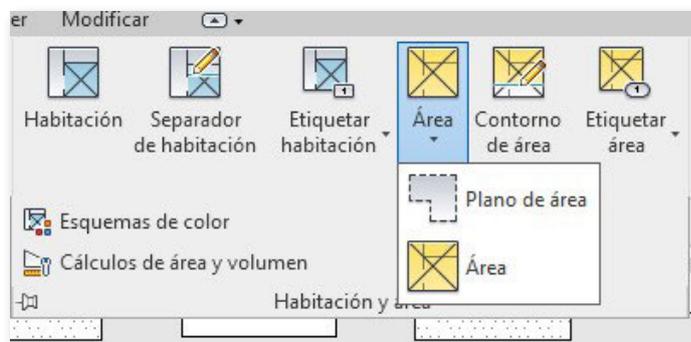


c) Delimitación de áreas



Pasos:

Menú ARQUITECTURA / HABITACIÓN Y ÁREA / CONTORNO DE ÁREA



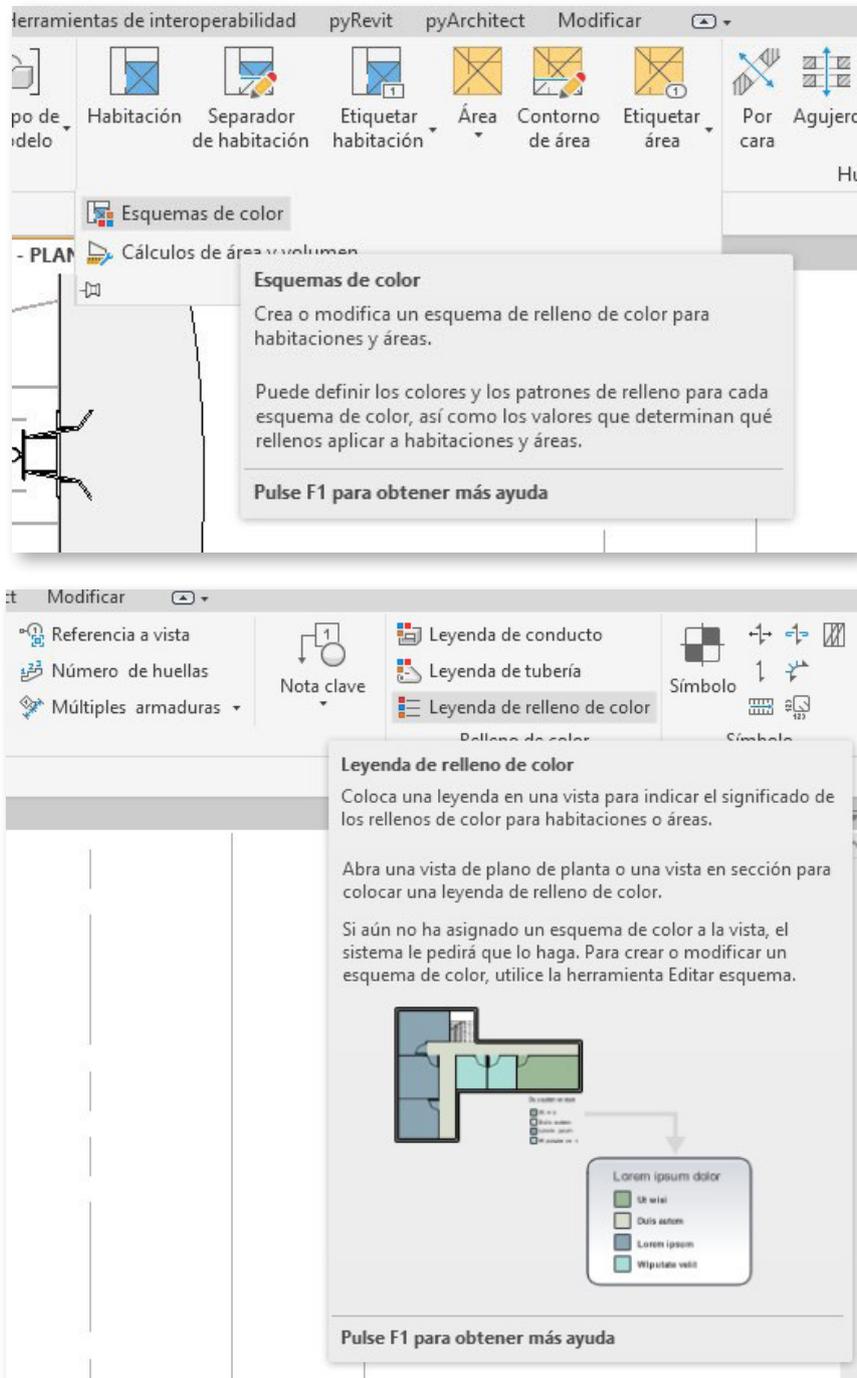
Una vez definidos los contornos de Áreas, tenemos que crear estas con la herramienta ARQUITECTURA / HABITACIÓN Y ÁREA / ÁREA / ÁREA.

Vamos a ver una previsualización con dos rectas que se extienden hasta el perímetro del Área.

Luego se pueden etiquetar las áreas para previsualizar el nombre y el metraje, con la herramienta: ARQUITECTURA / HABITACIÓN Y ÁREA / ETIQUETAR ÁREA.

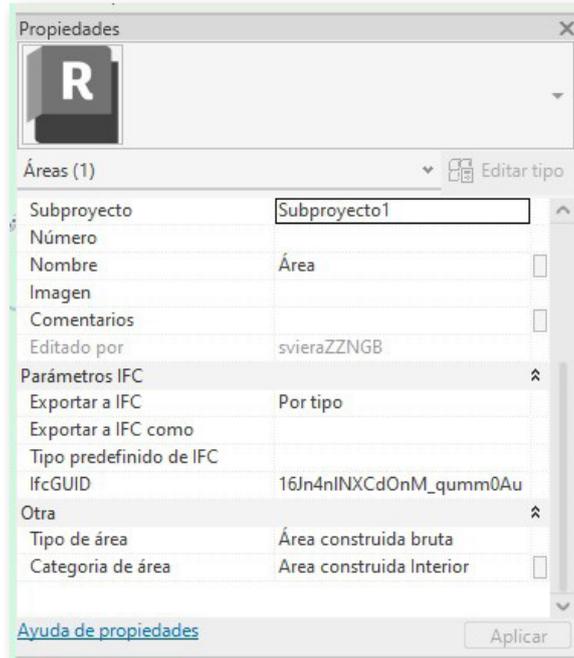
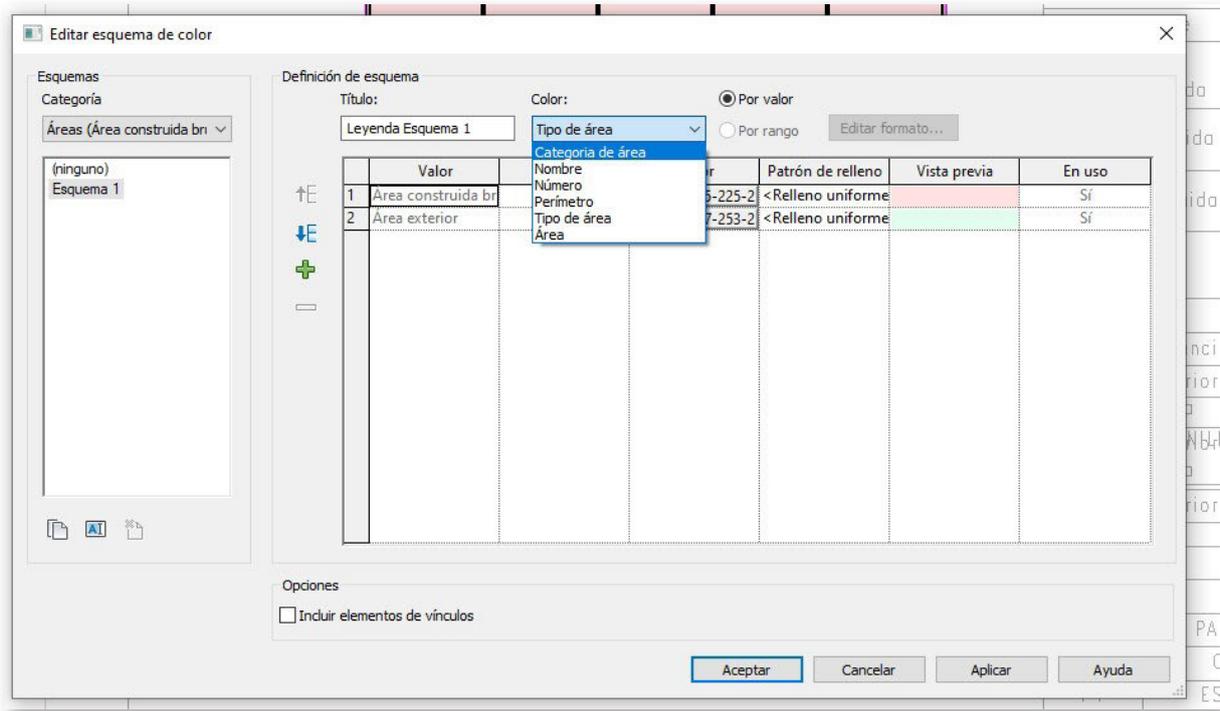
En caso de que la etiqueta no esté cargada, buscarla en la siguiente ruta: INFRAESTRUCTURA:\BIM\2-FAMILIAS PET\1-EN REVISIÓN\ANOTATIVOS\ETI-ÁREA-Nombre y Área-PET.

d) Leyendas de color



Las leyendas de color se insertan desde ANOTAR / RELLENO DE COLOR / LEYENDA DE RELLENO DE COLOR.

La edición del parámetro que se está clasificando y los colores se editan desde: ARQUITECTURA / HABITACIÓN Y ÁREA / ESQUEMA DE COLOR (hay que desplegar el menú para ver esta opción).



En el menú de esquema de Color seleccionamos como atributo a colorear el de «**Categoría de Área**», luego en cada área creada vamos a asignar la misma propiedad con un texto, este es el nombre que va a salir en las leyendas del esquema de color.

Anexo 5

Manual de uso BIM - Paemfe Estructura



ANEP

CONSEJO
DIRECTIVO
CENTRAL

PROGRAMA
PAEMFE



Sección



Descomponer



Índice

1. Historial de versiones	115
2. Estructura de hormigón armado	116
a) Temas generales	116
b) Niveles de referencia para el modelado	117
c) Pilares.....	117
d) Vigas.....	118
e) Losas	119



1. Historial de versiones

Este documento corresponde a la versión que se indica en esta tabla.

Versión	Responsable	Fecha	Comentarios
V01	Paemfe -RA	01/04/2024	Pilares, vigas y losas
V02	Paemfe- RA- FR-BT	31/0/2024	Ajuste en criterios de modelado de hormigón Agrega esquemas gráficos Definición de niveles

Nota: Archivo ubicado en **X:\BIM\1-MANUALES PET\0-VIGENTES**, que corresponde a la última versión.



2. Estructura de hormigón armado

a) Temas generales

Recomendaciones se refiere a sugerencias para facilitar el modelado.

Criterios a mantener se refiere a estándares del modelado de la oficina que deben respetarse para el modelo terminado y que se incluyen en los ítems a revisar en el modelo para su validación.

Recomendaciones:

- Trabajar con rejillas moduladas, para ubicar pilares y vigas.
- Modelar la estructura en las vistas de techo reflejado, incluidas en el template en trabajo.

Criterios a mantener:

- Modelar los elementos (pilares, vigas, losas, cimentación, otros) por separado y asociados a los niveles de referencia, según se indica más adelante.
- Nombrar los elementos a modelar, según los criterios establecidos por la oficina.

Incluir en modelo:

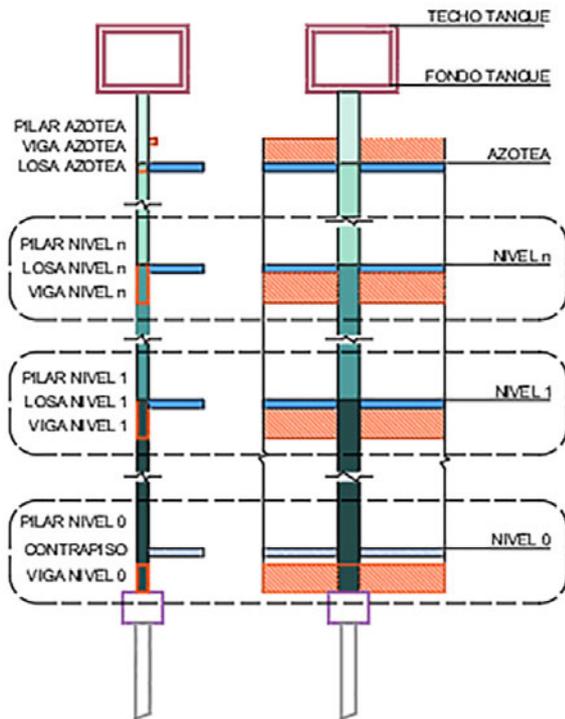
- Si es **Fundación directa**, bases y pilares de fundación
- Si es **Pilotaje**, solo cabezales
- **Vigas** (fundación, entepiso, azotea, vigas pretil con o sin aleta)
- **Pilares**
- **Losas** - incluye aletas que se modelan como losas (suelos estructurales)

Exclusiones de modelado:

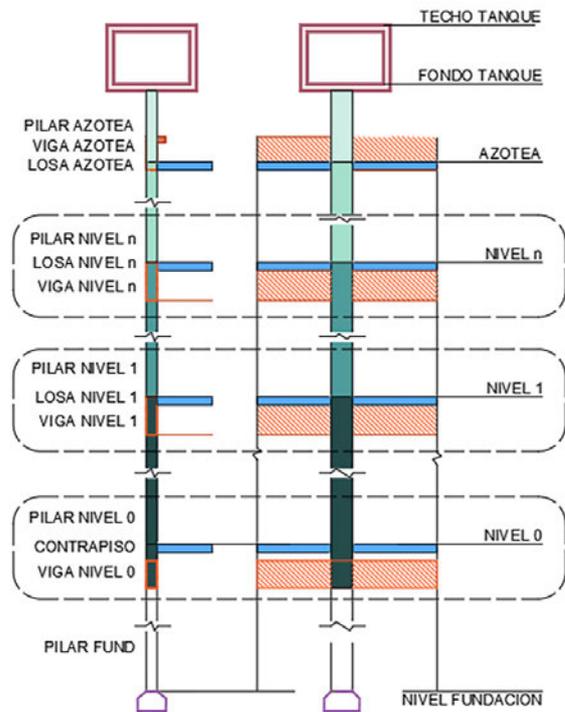
- Pilotes
- Armaduras
- Elementos en espacios exteriores que no sea necesario visualizar (por ejemplo, muros de contención)

b) Niveles de referencia para el modelado

FUNDACIÓN CABEZALES Y PILOTES



FUNDACIÓN DIRECTA



c) Pilares

Recomendaciones

- Trabajar con rejillas moduladas.
- Si los pilares no se ubican al eje de las grillas y tienen ubicación asociada a ella en otro punto (por ejemplo, una cara del pilar se asocia a una grilla), se puede fijar la ubicación mediante candado o cotas fijas.

Criterios a mantener

- Trabajar con Pilar Estructural, no arquitectónico.
- Modelar los pilares separados por niveles (no modelar pilares que abarquen más de un nivel, excepto los pilares que se apoyan en cabezales de pilotes que se modelan con los de planta baja).
- Modelar los pilares desde el nivel de losa (suelo estructural) de base, hasta el nivel de losa (suelo estructural) del nivel inmediato superior (ver esquema gráfico).
- En caso de no coincidir la altura con el total del nivel, se define la altura de manera manual, disociándolo del nivel superior.
- No superponer ni dejar espacio entre pilares contiguos.

Nombrado

Nombre: **axb-material**, siendo **a** y **b** las dimensiones de ancho y largo en cm.

Ejemplo: 20 × 70-hormigón armado.

Los aleros, asociados a vigas, se modelan como losas (suelo estructural). Ver esquema gráfico.

Las aletas, asociadas a vigas invertidas (pretiles), se modelan como losas (suelo estructural).

d) Vigas

Recomendaciones

- Trabajar con rejillas moduladas.
- Se pueden ubicar todas las vigas, si el proyecto lo permite, en rejillas, interceptando los pilares. El programa automáticamente descuenta el sector de viga que se solapa con el pilar y lo corrige.
- Se puede fijar la ubicación de una viga que no coincide con ejes de rejillas mediante candado o cotas fijas.

Criterios a mantener

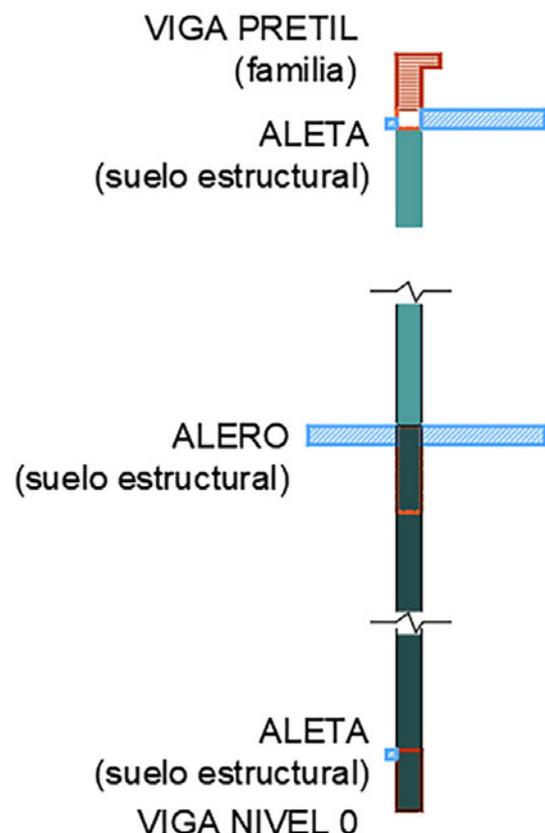
- Las vigas se modelan de pilar a pilar y conforman el borde de las losas (suelos estructurales).
- Las vigas se modelan con la altura real total, no se debe descontar de su altura el espesor de las losas.
- Modelarlas asociadas al nivel en el que nos ubicamos (ver esquema gráfico).
- En caso de usar desfase para ubicar vigas, hacerlo en la sección Restricciones, no en la Posición geométrica.
- Los aleros, asociados a vigas, se modelan como losas (suelo estructural). Ver esquema gráfico.
- Las aletas, asociadas a vigas, se modelan como losas (suelo estructural).

Nombrado

Nombre: **axh-material**, siendo **a** y **h** las dimensiones de ancho y altura en cm.

Ejemplo. 20 × 20-hormigón armado.

Esquema gráfico



e) Losas

Criterios a mantener

- Las losas deben ser elementos separados entre las vigas perimetrales que las contienen.
- Las losas se modelan como suelo estructural independientes de los pavimentos, rellenos, morteros, etcétera. No modelar un suelo con capas incluyendo la losa estructural en él.
- Trabajar con Suelo Estructural.
- No incorporar otras capas como morteros, pavimentos, etcétera.
- Modelar las losas contenidas entre vigas, cada una por separado.

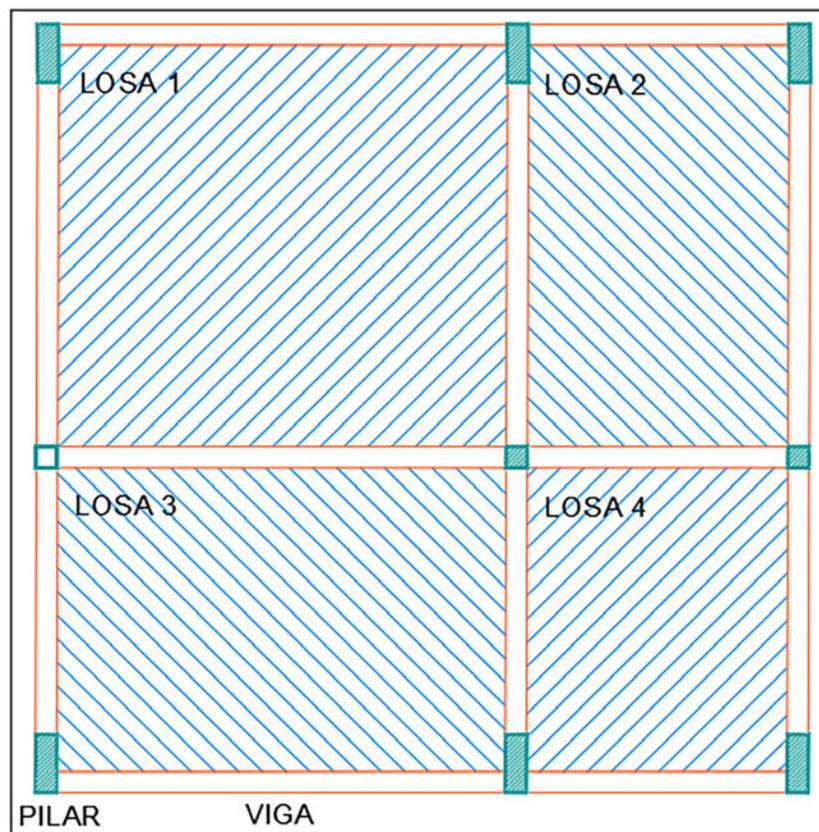
Niveles para modelado de suelos estructurales (losas y contrapiso armado)

- | | | |
|----------------------------------|-------|-------------|
| • Losa contrapiso de planta baja | Nivel | PLANTA BAJA |
| • Losa de entrepiso | Nivel | PLANTA ALTA |
| • Losa nivel (X) | Nivel | PLANTA (X) |
| • Losa azotea | Nivel | AZOTEA |

Nombre: **e-material**, siendo e el espesor en cm.

Ejemplo: 20-hormigón armado.

Esquema gráfico



Anexo 6

Requerimientos de gestión BIM e intercambio de información «Nombre del proyecto»



ANEP

CONSEJO
DIRECTIVO
CENTRAL

PROGRAMA
PAEMFE





Índice

1. Introducción.....	125
2. Objetivos de implementación BIM	126
2.1. Objetivos específicos	126
3. Etapas	127
4. Usos BIM.....	128
5. Entregables BIM.....	129
5.1. Plan de Ejecución BIM	129
5.2. Modelos BIM	130
5.2.1. Modelos requeridos	131
5.2.2. Organización de los modelos.....	131
5.2.3. Entidades de los modelos.....	132
5.2.4. Exclusiones de modelado 3D	133
5.3. Nivel de información necesaria	133
5.3.1. Grupos de entidades.....	134
5.3.2. Nivel de información (NDI).....	135
5.3.3. Parámetros mínimos para entidades de modelos.....	136
5.4. Documentos	143
5.5. Formatos de entrega.....	145
5.6. Acceso a la información	145



1. Introducción

El presente anexo describe el desarrollo de la información y los entregables vinculados a la metodología BIM que son solicitados en el marco del llamado **«INDICAR NOMBRE DEL PROYECTO»**.

BIM es la sigla de Building Information Modeling, y se define como una «representación digital compartida de un activo construido para facilitar los procesos de diseño, construcción y operación para formar una base confiable para las decisiones».¹

Para los efectos de este contrato, se utilizarán como marco normativo y definiciones las desarrolladas por la serie **UNIT-ISO 19.650** y serán complementadas por lo desarrollado en el **«Estándar BIM para proyectos públicos. Intercambio de información entre Solicitante y proveedores»**, de PlanBIM Corfo.²

Para la definición de los entregables vinculados a BIM se utilizan, en este documento, tres conceptos bases: **(i) usos BIM, (ii) nivel de información (NDI) y (iii) tipo de información (TDI)**. Esto ayuda a definir de manera acotada los requerimientos vinculados a BIM, la utilización que se espera de este y la información que debe ser entregada por **la contratista** a lo largo del proyecto. Esto permitirá que la información se encuentre en el momento apropiado y sea confiable, para facilitar la correcta comunicación en el desarrollo del contrato.

Este documento ha sido realizado con base en el análisis de los proyectos que lleva adelante el Programa de Apoyo a la Educación Media y a la Formación en Educación (Paemfe) de ANEP, por lo tanto, ha sido desarrollado específicamente para su aplicación en un tipo de proyecto y no debe ser utilizado para proyectos de otra naturaleza.

Este proceso se desarrolló entre mayo y junio del año 2024, el trabajo se ha realizado de forma participativa con equipos de la Unidad de Infraestructura de Paemfe, con el apoyo del Grupo de Infraestructura Social del BID y consultores BID, lo que ha involucrado una serie de reuniones y talleres de trabajo.

1 Basado en ISO 19650-1 (2018)

2 www.planbim.cl





2. Objetivos de implementación BIM

Asegurar la gestión de información y datos oportuna y confiable al servicio de la toma de decisiones durante el desarrollo del proyecto, para prevenir o disminuir la variabilidad de costos, tiempos, calidad y alcance.

2.1. Objetivos específicos

- Desarrollar, actualizar, mantener y gestionar los modelos y entregables BIM, para asegurar el desarrollo del alcance del contrato.
- Promover la comunicación y colaboración entre los diferentes actores relacionados con el proyecto para tener una respuesta ágil a las necesidades del proyecto y evitar o reducir atrasos de obra.
- Documentar las buenas prácticas y lecciones aprendidas e incidencias sobre procedimientos, soluciones técnicas o materiales utilizados en obra para mejorar la calidad de la ejecución y evitar repetir errores.
- Asegurar que el replanteo, desarrollo y actualización del proyecto para construcción sea consistente y coordinado para evitar sobre tiempos y uso ineficiente de recursos.
- Verificar la viabilidad de la ejecución de las obras planificadas en el terreno, asegurando la gestión de las restricciones y adecuaciones necesarias para evitar atrasos en la ejecución y asegurar la calidad de la obra.
- Desarrollar registro durante la construcción de los cambios o ajustes en la materialización del proyecto ejecutado para obtener un conforme a obra veraz y fidedigno a cómo fue construido.



3. Etapas

En la siguiente tabla se indican las subetapas del proyecto, las cuales están relacionadas con el desarrollo de la información durante el contrato.

Tabla 1. Subetapas del proyecto

Etapa	Subetapa	Avance de proyecto
Construcción	Perfeccionamiento de contrato	PDC
	Inicio de obra	IDO
	Desarrollo de obra	DDO
	Etapa final de obra	EFO

Fuente: Talleres para implementación BIM Paemfe - ANEP

4. Usos BIM

Uno de los puntos principales a definir es el alcance de BIM para el proyecto. A continuación, se indican los usos BIM³ y sus objetivos, que debe desarrollar y gestionar la contratista, con el fin de facilitar el cumplimiento de los objetivos generales y específicos del proyecto. A través de la utilización de usos BIM, se asegurará proporcionar información acotada y correcta, teniendo en cuenta las distintas funciones y roles que deberá desempeñar la empresa adjudicataria a lo largo de este contrato.

Tabla 2. Usos BIM y objetivos

Uso BIM	Objetivos operativos
Uso 02 Estimación de cantidades y costos	Cuantificar mensualmente el avance de obra física en el modelo BIM.
	Documentar mensualmente el avance de obra física desde el modelo BIM para generar el certificado de avance de obra.
Uso 16 Planificación de obra	Generar el cronograma de obra previo al inicio de la obra y, de ser necesario, en instancias o solicitudes de reprogramación, para planificar el avance mensual y la coordinación de los diferentes frentes de trabajo.
	Visualizar quincenalmente en las reuniones de visita a obra los diferentes frentes de trabajo por medio de modelos y entregables BIM para coordinar y gestionar las restricciones con el fin de optimizar la planificación operativa de las próximas cuatro semanas.
Uso 19 Control de obra	Visualizar en las visitas de obra los trabajos ejecutados en conformidad por medio de modelos y entregables BIM para obtener información con el fin de verificar la calidad del trabajo y su avance.
	Documentar mensualmente en los modelos y entregables BIM los avances de los trabajos ejecutados para llevar un registro organizado y trazable del avance de obra.
Uso 20 Conforme a obra	Registrar y actualizar mensualmente la documentación y modelos BIM durante el transcurso de la obra con los cambios o ajustes materializados al proyecto, para asegurar que la información del expediente conforme a obra sea fidedigna a lo materializado en terreno.
	Asegurar la accesibilidad futura a la información de los modelos BIM de conforme a obra.

Fuente: Talleres para implementación BIM Paemfe - ANEP

3 Ver Anexo 1 del Estándar BIM para Proyectos Públicos.



5. Entregables BIM

Los requerimientos fijados en el presente anexo forman parte de los entregables fijados en los documentos del contrato, desarrollan con mayor precisión los objetivos, requisitos y requerimientos que deben cumplir para el desarrollo de la metodología BIM, sus modelos y entregable BIM para este contrato.

Será responsabilidad exclusiva de la contratista desarrollar, actualizar, mantener y gestionar los modelos y entregables BIM para asegurar el desarrollo del alcance del contrato en conformidad al plan de trabajo e hitos indicados en los recaudos del llamado y el Plan de Ejecución BIM aprobado por Paemfe.

Para efectos de este contrato, se entenderán por «Entregables BIM» a los documentos, grupos de datos, información, modelos BIM y cualquier otro producto desarrollado con las herramientas, o aquellos necesarios para su desarrollo, y los protocolos y procesos de trabajo BIM establecidos, los que se entenderán en los siguientes grupos:

- Plan de Ejecución BIM
- Modelos BIM
- Documentos BIM

5.1. Plan de Ejecución BIM⁴

A los efectos de este contrato, la definición que se utilizará es la desarrollada en el *Estándar BIM para proyectos públicos. Intercambio de información entre solicitante y proveedores*, realizado por PlanBIM Corfo, publicado en junio 2019, en Santiago de Chile.⁵

Por esto se entenderá que el Plan de Ejecución BIM (PEB) será desarrollado por el oferente y deberá incorporar los aspectos señalados en el presente documento y complementarse en aquellos que sean necesarios del mencionado estándar. El PEB dará cuenta del cómo se realizará la gestión en torno a las temáticas de modelado, gestión, desarrollo, actualización y manejo de datos e información, aportará la definición de roles y responsabilidades para las distintas tareas y actividades del proyecto, la indicación de protocolos y estándares a utilizar, el desarrollo de los procesos y procedimientos mediante los cuales se llevará adelante el trabajo, las capacidades de los equipos de trabajo, la estrategia de colaboración del proyecto y la infraestructura tecnológica mediante la cual se soportará el desarrollo y colaboración en el proyecto.

- Definición del proceso de ejecución de los modelos.
- Definición del modelo de gestión de información del proyecto.

⁴ Basado en la definición de BIM Dictionary <https://bimdictionary.com/en/bim-execution-plan/1/>

⁵ www.planbim.cl



- Detallar los procedimientos de intercambio de información y sus responsables.
- Detallar la infraestructura tecnológica con la cual se hará cargo para realizar la gestión encomendada.
- Definición de las competencias con que cuenta el personal involucrado, en la cadena de servicios, para el desarrollo del modelado y gestión de la información en las distintas fases del proyecto.
- Definición de los protocolos de acceso a la información y modelos del personal autorizado de Paemfe, durante todo el contrato.

Por tratarse de un proceso de licitación, deberán respetar el formato entregado en los recaudos, el cual deberá ser desarrollado por el adjudicatario.

5.2. Modelos BIM

«Un Modelo BIM es una representación digital tridimensional (3D) basada en entidades, rica en datos, creada por un participante del proyecto utilizando una herramienta de software BIM».⁶ En términos del siguiente requerimiento, se entenderá que un modelo BIM puede producirse o gestionarse durante cualquier etapa de ciclo de vida del proyecto, entendidas desde la fase de planificación hasta la de operación y mantenimiento.

Para asegurar el correcto modelado, se deberá cumplir las consideraciones del Anexo III **Manual básico de entrega de información MEI**⁷ del Estándar BIM para proyectos públicos de PlanBIM de Corfo, como estándar mínimo de la calidad de entrega de modelos.

Con el objeto de asegurar el desarrollo y actualización de la información de los Modelo BIM requeridas en el contrato, se exigirá a la contratista desarrollar y mantener actualizados los modelos BIM, cumpliendo con el nivel de información y parámetros mínimos requeridos para los grupos de entidades de los modelos. La contratista es la responsable del desarrollo y actualización de los modelos BIM que se utilizarán durante la construcción. Los modelos y entregables serán propiedad de Paemfe.

Para garantizar la factibilidad de uso de la información de los modelos BIM solicitados en todo el ciclo de vida, estos deben ser entregados en un formato que permita la reutilización de la información incluso fuera del software BIM utilizado para su creación. Por esto se requerirá que los modelos BIM sean entregados en:

- Formato IFC 4 (o superior) el Model View Definition (MVD) corresponderá al objetivo que se busca satisfacer, según la información a compartir y lo establecido en el Plan de Ejecución BIM de contrato aprobado.
- Formato nativo de los softwares BIM de autoría en la versión acordada.
- Esto debe ser explícitamente reforzado como parte del proceso y desarrollo de los entregables en el Plan de Ejecución del contrato.

⁶ Billal Succar. BIM Dictionary. <https://bimdictionary.com/es/bimmodel/1/>

⁷ Enlace de descarga: <https://planbim.cl/documentos/mei-bim/>

5.2.1. Modelos requeridos

Los modelos BIM solicitados se refieren a las especialidades principales del proyecto, donde existe mayor posibilidad de generación de valor al implementar la metodología BIM, para el cumplimiento de los objetivos y los entregables. Estos modelos deberán contar con las entidades, parámetros e información mínima solicitados para cada uno de ellos, por lo que se solicita el desarrollo de los siguientes modelos según las subetapas del contrato.

Tabla de modelos requeridos

Especialidades	Modelo	Sigla	PDC	IDO	DDO	EFO
Agrimensura y topografía	Topografía	TOP	-	X	X	X
Arquitectura	Arquitectura	ARQ	-	X	X	X
Estructura	Estructura	EST	-	X	X	X
Sanitaria	Sanitario	SAN	-	X	X	X
Eléctrica	Eléctrico	ELE	-	X	X	X
Registro y actualización	Conforme a obra	COB	-	-	X	X

Fuente: Talleres para implementación BIM Paemfe - ANEP

5.2.2. Organización de los modelos

Para lograr el correcto flujo de información en el desarrollo del proyecto, es necesario compartir información estructurada. Contar con modelos que cumplan requisitos mínimos de estandarización permite asegurar la disponibilidad de información de manera eficiente y eliminar pérdidas de tiempo en el proceso.

La empresa adjudicataria deberá presentar en de su Plan de Ejecución BIM cómo se organizan los modelos, tomando en consideración al menos los siguientes aspectos:

- Estructuración de modelos
- Codificación, nomenclaturas y colores
- Sistemas de clasificación



5.2.3. Entidades de los modelos

Los modelos BIM se conforman a través de diferentes entidades (objetos o componentes). Para lograr dar claridad a las entidades solicitadas en cada uno de los modelos, en la siguiente tabla se presentan las entidades que debe contener cada modelo, esperando que los subniveles (tipo, modelo, etcétera) sean desarrollados por el autor del modelo. De ser necesario, el autor del modelo agregará las entidades que considere necesarias para el correcto desarrollo de estos.

Tabla de entidades por modelos requeridos

Entidades	TOP	ARQ	EST	SAN	ELE	COB
Proyecto (metadata)	X	X	X	X	X	X
Infraestructura	X	-	-	-	-	X
Terreno	X	-	-	-	-	X
E. Civiles	X	-	-	-	-	X
E. Geográficos	X	-	-	-	-	X
Fundaciones	-	-	X	-	-	X
Zonas	-	X	-	-	-	X
Espacios	-	X	-	-	-	X
Pilar	-	X	X	-	-	X
Vigas	-	X	X	-	-	X
Losas	-	X	X	-	-	X
Muros	-	X	X	-	-	X
Muros cortina	-	X	-	-	-	X
Ventanas	-	X	-	-	-	X
Puertas	-	X	-	-	-	X
Cubierta	-	X	X	-	-	X
Cielo raso	-	X	-	-	-	X
Sistemas de circulación	-	X	X	-	-	X
Escaleras	-	X	X	-	-	X
Rampas	-	X	X	-	-	X
Artefactos sanitarios	-	X	-	-	-	X
Equipos de iluminación	-	X	-	-	-	X
Mueble	-	X	-	-	-	X
Sistema de muebles	-	X	-	-	-	X
E. Eléctricos	-	-	-	-	X	X
E. Hidráulicos	-	-	-	X	-	X
E. Mecánicos	-	X	-	-	X	X
Controladores	-	-	-	X	X	X
Distribución y tuberías	-	-	-	X	X	X

Fuente: Talleres para implementación BIM Paemfe - ANEP



5.2.4. Exclusiones de modelado 3D

Para los modelos BIM no se deberá considerar el modelado 3D de los siguientes elementos:

- Acero de refuerzo, armadura y pernos
- Anclajes de soporte de bandejas y equipos mecánicos
- Alambres de circuitos eléctricos (wires)
- Soportes, anclajes y elementos de fijación de ductos, tuberías, canaletas del proyecto sanitario
- Soportes, anclajes y elementos de fijación de canalizaciones y bandejas del proyecto eléctrico

Para su representación en planos y detalles, estos elementos serán representados por familias de detalle 2D o de anotación.

5.3. Nivel de información necesaria

El nivel de información necesaria es un marco que permite definir el alcance y detalle de la información gráfica y no gráfica de una entidad, componente o entregable conforme su objetivo, la progresión de las etapas del proyecto y el avance, y la actualización de la información.

La información aumenta en certeza y definición en directa relación al nivel requerido.

Es por esto que la contratista deberá desarrollar los modelos, entidades y entregables tomando en cuenta lo indicado y asegurar que los datos e información desarrollada y actualizada es apropiada en cuanto a calidad, cantidad y granularidad⁸ para la etapa y entregable; se entiende que lo presentado en este documento es el mínimo de parámetros requeridos para desarrollar.

⁸ La granularidad representa el nivel de detalle al que se desea almacenar y presentar los datos en un sistema de información. A modo de ejemplo, y solo como ejemplo, no es lo mismo contar el tiempo por horas (grano fino) que por semanas (grano grueso) o, para el caso de una dimensión como la fecha (con las jerarquías de año y trimestre), tiene granularidad en el nivel trimestral, pero no tiene información para los días o meses individuales.



5.3.1. Grupos de entidades

Para simplificar la comunicación de los parámetros definidos para las entidades de los modelos a desarrollar, estas fueron agrupadas por similitud, dado las características y los parámetros solicitados. Aquellas entidades que tenían lógicas propias se presentarán de manera singular.

El listado de entidades finalmente se agrupará:

Proyecto	Contendrá los datos del proyecto y edificios.
Terreno	Entidad singular, el terreno describe la topografía tridimensional y las características de un sitio. Incluye entidades geográficas típicas, como árboles u otros elementos del paisaje del proyecto y los elementos civiles existentes.
Entidades constructivas	Grupo de entidades por parámetros y objetivos del proyecto similares. En este grupo se encuentran entidades tales como elementos civiles, fundaciones, columnas, vigas, losas o contrapisos, muros o tabiques, muros cortina, cubiertas, cielos rasos, escaleras, rampas, estructuras especiales.
Espacio	Entidad singular que puede ser definida a través de espacios, recintos o habitaciones en un programa dado. Este elemento de relleno o volumen permite la asignación de datos a un espacio delimitado.
Entidades arquitectónicas	Grupo de entidades por parámetros y objetivos del proyecto similares. En este grupo se encuentran entidades tales como ventanas, puertas y artefactos sanitarios, mobiliario fijo que generalmente se instala como una pieza permanente en un proyecto y el mobiliario.
Equipos	Grupo de entidades por parámetros y objetivos del proyecto similares. En este grupo se encuentran entidades tales como equipos sanitarios, equipos eléctricos, equipos de protección contra incendios y otros equipos que sirven como elemento de funcionamiento de sistemas de instalaciones del proyecto.
Sistemas de distribución	Grupo de entidades por parámetros y objetivos del proyecto similares. En este grupo se encuentran entidades tales como tuberías, ductos, canaletas, conductos u otras entidades que permiten la conexión de distintos sistemas de instalaciones del proyecto, tales como sistemas de distribución eléctrico, sistemas de distribución sanitaria, sistemas de distribución de clima, entre otros.

Fuente: Talleres para implementación BIM Paemfe - ANEP

5.3.2. Nivel de información (NDI)

A los efectos de este contrato, la definición que se utilizará es «grados de profundidad que puede tener tanto la información geométrica como no geométrica contenida en las entidades de los modelos BIM, según el Estado de Avance de la Información de los Modelos en que se requiera».⁹

Tabla de entidades por modelos requeridos

NDI 1	Información inicial general Información inicial, que puede ser estimativa, acerca de área, altura, volumen, localización y orientación de los elementos generales.
NDI 2	Información básica aproximada Información básica del tamaño, forma, localización, cantidad y orientación de los sistemas y elementos generales y su ensamblaje.
NDI 3	Información detallada Información detallada del tamaño, forma, localización, cantidad y orientación que sea relevante para el montaje de los elementos.
NDI 4	Información detallada y coordinada Información detallada y coordinada respecto del tamaño, forma, localización, cantidad, orientación e interacción entre los sistemas de construcción y sus elementos de montaje específico.
NDI 5	Información detallada de la fabricación y montaje Información detallada de la fabricación y montaje, considerando el tamaño, localización, cantidad, orientación e interacción entre los elementos.
NDI 6	Información detallada de lo construido y su puesta en marcha Información detallada del tamaño, forma, localización, cantidad, orientación y de la puesta en marcha de los elementos construidos. ¹⁰

Fuente: Basado en la revisión realizada por PlanBIM, de G202-2013

⁹ «Estándar BIM para proyectos públicos. Intercambio de información entre solicitante y proveedores», realizado por PlanBIM Corfo, publicado en junio 2019, en Santiago de Chile.

¹⁰ Basado en la revisión realizada por PlanBIM, de G202-2013 - Project Building Information Modeling Protocol Form de AIA y en el Level of Development Specification de BIMForum USA.

A continuación, se explican los niveles de información que tienen estos grupos de entidades BIM según los estados de avance del proyecto.

Tabla de NDI por grupo de entidades

Etapas	Grupo de entidades						
	Proyecto	Terreno	Entidades constructivas	Espacio	Entidades arquitectónicas	Equipos	Sistemas de distribución
IDO	NDI 4	NDI 4	NDI 4	NDI 4	NDI 4	NDI 4	NDI 4
DDO	NDI 4	NDI 5	NDI 5	NDI 5	NDI 5	NDI 5	NDI 5
EFO	NDI 4	NDI 5	NDI 5	NDI 5	NDI 5	NDI 6	NDI 5

Fuente: Talleres para implementación BIM Paemfe - ANEP

5.3.3. Parámetros mínimos para entidades de modelos

Esta matriz de parámetros de entidades está basada en la revisión de la Matriz de US Veterans Affairs y la Matriz de Parámetros desarrollada por PlanBIM de Corfo¹¹ y se refiere a los datos y parámetros de información no gráfica de construcción y metadata del proyecto que serán verificados durante el proyecto.

Las tablas permiten dar mayor precisión sobre la información y datos que deberán contener las entidades y objetos de los modelos, para ello se agrupan según su tipo de información (TDI) y su nivel de información (NDI) señalados precedentemente en este documento. Los parámetros entregados deberán ser nombrados en idioma inglés, respetando su nombre original respetando lo requerido para poder interoperar los modelos e información bajo el estándar Open BIM (IFC).

El contratista deberá establecer los métodos y procesos necesarios para el desarrollo y actualización de la información necesaria de las entidades y modelos, considerando la aplicación de los estándares Open BIM de interoperabilidad para asegurar la accesibilidad a la información.

A continuación, se indican las matrices de parámetros **mínimos exigidos** por grupo de entidad BIM, y se indica en letra cursiva y resaltado amarillo aquellos parámetros deseables (no exigidos) de ser incorporados. La contratista podrá incluir otros parámetros que a su juicio sean importantes a ser considerados, lo cual deberá ser presentado a la supervisión para su aprobación previa.

¹¹ www.planbim.cl



Ficha de entidad			Proyecto	
			Descripción: Contendrá los datos del proyecto y edificios	
NDI	Tipo de información		Parámetro (español)	Parámetro (inglés)
NDI 4	TDI-A	Metadata del proyecto	Nombre de instalación	Facility Name
			Dirección de instalación	Facility Address
			Número de proyecto	Project No
			Nombre de proyecto	Project Name

Fuente: Talleres para implementación BIM Paemfe - ANEP

Ficha de entidad			Terreno	
			Descripción: entidad singular, el terreno describe la topografía tridimensional y las características de un sitio. Incluye entidades geográficas típicas, como árboles u otros elementos del paisaje del proyecto y los elementos civiles existentes.	
NDI	Tipo de información		Parámetro (español)	Parámetro (inglés)
NDI 4	TDI-C	Propiedades geográficas y de localización espacial de objetos y elementos	Posición GPS	Posición GPS
			Tipo de posición	Tipo de Posición
NDI 5	TDI-L	Requerimientos de fases, secuencia de tiempo y calendarización	Secuencia de instalación	Installation Sequence
			Fecha de inicio de instalación	Installation Start Date
			Fecha de término de instalación	Installation End Date
			Aprobado por	ApproveBy
			Entregado por	DeliverBy
	TDI-M	Logística de construcción y secuencia	Estado del trabajo	JobStatus
			Inicio de trabajo	JobStart

Fuente: Talleres para implementación BIM Paemfe - ANEP



Ficha de entidad			Entidades constructivas	
			Descripción: Grupo de entidades por parámetros y objetivos del proyecto similares. En este grupo se encuentran entidades tales como elementos civiles, fundaciones, columnas, vigas, losas o contrapisos, muros o tabiques, muros cortina, cubiertas, cielos rasos, escaleras, rampas, estructuras especiales.	
NDI	Tipo de información		Parámetro (español)	Parámetro (inglés)
NDI 4	TDI-B	Propiedades físicas de objetos y elementos	Estatus del elemento (nuevo, existente, demolición, etc.)	ElementStatus
			Capacidad de carga	Capacity
	TDI-C	Propiedades geográficas y de localización espacial de objetos y elementos	De uso en exterior	IsExternal
			Número de piso	Storey Number
	TDI-D	Requerimientos específicos de información para el fabricante	Tipo	Type
			Material	Material
NDI 5	TDI-L	Requerimientos de fases, secuencia de tiempo y calendarización	Secuencia de instalación	Installation Sequence
			Fecha de inicio de instalación	Installation Start Date
			Fecha de término de instalación	Installation End Date
			Aprobado por	ApproveBy
			Entregado por	DeliverBy
	TDI-M	Logística de construcción y secuencia	Estado del trabajo	JobStatus
			Inicio de trabajo	JobStart

Fuente: Talleres para implementación BIM Paemfe - ANEP

Ficha de entidad			Espacios	
			Descripción: Entidad singular, que puede ser definida a través de espacios, recintos o espacios en un programa dado. Este elemento de relleno o volumen permite la asignación de datos a un espacio delimitado.	
NDI	Tipo de información		Parámetro (español)	Parámetro (inglés)
NDI 4	TDI-B	Propiedades físicas de objetos y elementos	Estatus del elemento (nuevo, existente, demolición, etc.)	ElementStatus
	TDI-C	Propiedades geográficas y de localización espacial de objetos y elementos	Número de piso	Storey Number
			Nombre del espacio	Space Name
NDI 5	TDI-L	Requerimientos de fases, secuencia de tiempo y calendarización	Secuencia de instalación	Installation Sequence
			Fecha de inicio de instalación	Installation Start Date
			Fecha de término de instalación	Installation End Date
			Aprobado por	ApproveBy
			Entregado por	DeliverBy
	TDI-M	Logística de construcción y secuencia	Estado del trabajo	JobStatus
			Inicio de trabajo	JobStart

Fuente: Talleres para implementación BIM Paemfe - ANEP



Ficha de entidad			Entidades arquitectónicas	
			Descripción: Grupo de entidades por parámetros y objetivos del proyecto similares. En este grupo se encuentran entidades tales como: ventanas, puertas y artefactos sanitarios, mobiliario fijo que generalmente se instala como una pieza permanente en un proyecto y el mobiliario.	
NDI	Tipo de información		Parámetro (español)	Parámetro (inglés)
NDI 4	TDI-B	Propiedades físicas de objetos y elementos	Estatus del elemento (nuevo, existente, demolición, etc.)	ElementStatus
	TDI-C	Propiedades geográficas y de localización espacial de objetos y elementos	De uso en exterior	IsExternal
			Número de piso	Storey Number
	TDI-D	Requerimientos Específicos de Información para el Fabricante	Tipo	Type
Material			Material	
NDI 5	TDI-L	Requerimientos de fases, secuencia de tiempo y calendarización	Secuencia de instalación	Installation Sequence
			Fecha de inicio de instalación	Installation Start Date
			Fecha de término de instalación	Installation End Date
			Aprobado por	ApproveBy
			Entregado por	DeliverBy
	TDI-M	Logística de construcción y secuencia	Estado del trabajo	JobStatus
			Inicio de trabajo	JobStart

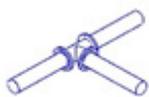
Fuente: Talleres para implementación BIM Paemfe - ANEP



Ficha de entidad			Equipos	
			Descripción: Grupo de entidades por parámetros y objetivos del proyecto similares. En este grupo se encuentran entidades tales como equipos sanitarios, equipos eléctricos, equipos de protección contra incendios y otros equipos que sirven como elemento de funcionamiento de sistemas de instalaciones del proyecto.	
NDI	Tipo de información		Parámetro (español)	Parámetro (inglés)
NDI 4	TDI-B	Propiedades físicas de objetos y elementos	Estatus del elemento (nuevo, existente, demolición, etc.)	ElementStatus
	TDI-C	Propiedades geográficas y de localización espacial de objetos y elementos	De uso en exterior	IsExternal
			Número de piso	Storey Number
	TDI-D	Requerimientos específicos de información para el fabricante	Tipo	Type
NDI 5	TDI-D	Requerimientos específicos de información para el fabricante	Número de modelo	Model Number
	TDI-L	Requerimientos de fases, secuencia de tiempo y calendarización	Secuencia de instalación	Installation Sequence
			Fecha de inicio de instalación	Installation Start Date
			Fecha de término de instalación	Installation End Date
			Aprobado por	ApproveBy
			Entregado por	DeliverBy
	TDI-M	Logística de construcción y secuencia	Estado del trabajo	JobStatus
Inicio de trabajo			JobStart	
NDI-6	TDI-D	Requerimientos específicos de información para el fabricante	Proveedor del servicio de garantía	Servicer

Fuente: Talleres para implementación BIM Paemfe - ANEP



Ficha de entidad			Sistemas de circulación	
			<p>Descripción: Grupo de entidades por parámetros y objetivos del proyecto similares. En este grupo se encuentran entidades tales como tuberías, ductos, canaletas, conductos u otras entidades que permiten la conexión de distintos sistemas de instalaciones del proyecto, tales como sistemas de distribución eléctrico, sistemas de distribución sanitaria, sistemas de distribución de clima, entre otros.</p>	
NDI	Tipo de información		Parámetro (español)	Parámetro (inglés)
NDI 4	TDI-B	Propiedades físicas de objetos y elementos	Estatus del elemento (nuevo, existente, demolición, etc.)	ElementStatus
	TDI-D	Requerimientos específicos de información para el fabricante	Tipo	Type
Material			Material	
NDI 5	TDI-L	Requerimientos de fases, secuencia de tiempo y calendarización	Secuencia de instalación	Installation Sequence
			Fecha de inicio de instalación	Installation Start Date
			Fecha de término de instalación	Installation End Date
			Aprobado por	ApproveBy
			Entregado por	DeliverBy
	TDI-M	Logística de construcción y secuencia	Estado del trabajo	JobStatus
Inicio de trabajo			JobStart	

Fuente: Talleres para implementación BIM Paemfe - ANEP



5.4. Documentos

Los documentos y entregables serán producidos directamente desde los modelos BIM, para asegurar que no haya discrepancias. Toda la documentación del contrato o parte de esta (planos, cuadros, tablas, esquemas, detalles) que fueron producidos a partir de los modelos BIM deberán indicarlo claramente. Esto deberá estar indicado en el Plan de Ejecución BIM del contrato. Los siguientes documentos son los mínimos que se espera entreguen para el desarrollo del proyecto, como resultado del uso de BIM.

Entregables BIM	Etapas			
	PDC	IDO	DDO	EFO
a) Plan de Ejecución BIM de contrato	X	X	X	X
b) Modelos BIM	PDC	IDO	DDO	EFO
Modelos BIM actualizados, según lo requerido en ítem 5.2. Modelos BIM		X	X	X
c) Reporte trimestral de buenas prácticas y lecciones aprendidas de la aplicación de metodología BIM			X	X
d) Planificación de obra	PDC	IDO	DDO	EFO
Plan de trabajo de la obra ¹²	X	X	X	
Actualización del plan de trabajo de la obra, con el detalle del total de avance mensual y el total de avance acumulado		X	X	X
Informe de avance mensual y el total de avance acumulado, con comparativa con la planificación de obra, que incluya justificación de ajustes o atrasos del programa y su recuperación		X	X	X
Listado mensual de tareas y actividades planificadas y efectivamente desarrolladas		X	X	X
Simulación de la planificación de obra y sus actualizaciones mensuales		X	X	X
e) Plan de inversión y certificación de avance de obra	PDC	IDO	DDO	EFO
Programa de inversiones de la obra	X			
Actualización de programa de inversiones de la obra, con el detalle del total de avance mensual y el total de avance acumulado		X	X	X
Certificación de medición de avance mensual de obras y total acumulado		X	X	X

¹² Para etapas de IDO y DDO será requerido solo de cumplirse con las condiciones previstas en el contrato o de ser requerido por la Supervisión.



f) Cuadros y listas	PDC	IDO	DDO	EFO
Listado de planimetría		X	X	
Listado de equipamiento		X	X	
g) Planimetría (plantas, cortes, elevaciones)	PDC	IDO	DDO	EFO
Planimetría para construcción y sus actualizaciones:				
Planos y detalles para construcción		X	X	
Planos de construcción de estructuras		X	X	
Plano de construcción sanitario y desagües		X	X	
Plano de construcción electricidad, fuerza, iluminación y corrientes débiles		X	X	
Plano y detalles de ajuste o cambios al proyecto		X	X	
Planos de trazado y replanteo de obra		X	X	
Planos de encofrados y despieces		X	X	
Planos de arranque de pavimentos		X	X	
Planos de replanteo de revestimientos		X	X	
Planimetría para permiso y recepción:				
Planos permiso de construcción		X		
Plano para aprobación de ascensor (Paemfe/ Intendencia)			X	X
Proyecto para presentar ante la Dirección Nacional de Bomberos		X		X
Plano de construcción electricidad, fuerza, iluminación y corrientes débiles para coordinar con Ceibal		X		X
Planos de habilitación final			X	X
Planimetría conforme a obra:				
Planimetría topografía			X	X
Planimetría de arquitectura			X	X
Planimetría de estructuras			X	X
Planimetría de sanitaria y desagües			X	X
Planimetría eléctrica			X	X

Nota: Es responsabilidad de la empresa adjudicada mantener la información y entregables actualizados durante la ejecución de la obra.



5.5. Formatos de entrega

Toda la documentación (planimetría, cuadros, plantillas u otros) que sean producto del trabajo con modelos o estén insertos en ellos serán entregados en formato de impresión digital, tales como PDF y DWF o DWFX para el caso de las planimetrías.

Los listados, cuadros y planillas con datos e información generada desde los modelos BIM serán entregadas en formato de hojas de cálculo (XLSx) y PDF.

Para garantizar la factibilidad de uso de la información de los modelos BIM solicitados en todo el ciclo de vida, estos deben ser entregados en un formato que permita la reutilización de la información incluso fuera del software BIM utilizado para su creación. Por esto se requerirá que los modelos BIM sean entregados en:

- Formato IFC 4 (o superior) y el Model View Definition (MVD) corresponderá al objetivo que se busca satisfacer, según la información a compartir
- Formato nativo de los softwares BIM de autoría en la versión acordada
- Esto debe ser explícitamente reforzado como parte del proceso y de los entregables en el Plan de Ejecución BIM (BEP)

Todos los formatos que lo permitan deberán incluir la contratista digital del responsable de la información.

Junto con ello se deben considerar el respaldo de los entregables en un medio físico, como DVD, USB flash, disco duro o similar; debe contener las etiquetas respectivas y una clara organización de los archivos, incluyendo un índice que contenga el nombre, ubicación, versión, software nativo y formato.

La empresa contratada deberá entregar acceso a las herramientas y plataformas necesarias para el análisis, revisión y visualización de los modelos y entregables BIM durante toda la ejecución del contrato para el supervisor y los colaboradores que Paemfe indique, y así mismo deberá considerar una capacitación inicial en uso y funcionalidades para la comunicación, colaboración y revisión y el soporte respectivo durante el desarrollo del contrato, para dicho equipo.

5.6. Acceso a la información

La firma contratista deberá implementar desde un comienzo un entorno común de datos o CDE por sus siglas en inglés (common data environment), el cual deberá cumplir con lo requerido en estas materias por la serie ISO 19.650, por lo cual será un repositorio central que almacene la información del proyecto de construcción.

Este espacio digital deberá permitir el acceso, visualización y revisión de la información y facilitar que los miembros del equipo de trabajo puedan compartir y colaborar en torno a la información del proyecto.

Los contenidos no serán limitados únicamente a los generados por un entorno BIM, y por lo tanto incluye documentación, archivos de modelo gráficos y no gráficos.



Algunas consideraciones que se deberán tener en cuenta para la implementación del CDE son:

- El CDE es un entorno de gestión de la información y deberá permitir almacenar, gestionar y compartir información entre el equipo del proyecto.
- No toda la información de un proyecto puede ser originada, extraída o administrada en un formato BIM. Dicha información también necesita ser administrada de forma consistente y estructurada, para asegurar eficiencia en el intercambio de información.
- El administrador del CDE de la contratista proporcionará cuentas de acceso a los especialistas, la supervisión y fiscalizadores del contratante, según este último defina.
- El CDE debe permitir almacenamiento y colaboración de la información basada en la nube.
- El CDE debe permitir acceder a la información desde una aplicación de escritorio o desde una plataforma web.
- El CDE debe permitir gestionar los permisos por carpetas, subcarpetas y documentos específicos.
- El CDE debe integrarse eficientemente con el desarrollo e integración de modelos BIM-3D de una forma colaborativa y debe poder integrarse apropiadamente con modelos IFC de otros proveedores de softwares.
- La estructuración de carpetas, subcarpetas y espacios de colaboración debe cumplir con los requisitos de organización indicados en el ISO 19.650.

El administrador del CDE de la firma contratista deberá administrar y mantener el contenido a almacenar en la plataforma del CDE y los accesos. Asimismo, deberá proporcionar las cuentas de accesos necesarios a la supervisión y el mandante para que pueda revisar la información compartida del CDE.

La empresa contratada deberá asegurar la entrega de las herramientas necesarias para la visualización y revisión de las entregas y deberá considerar la capacitación de dicha plataforma al personal que el mandante designe para realizar las funciones de revisión y fiscalización y deberá brindar el soporte respectivo durante el desarrollo del contrato.



ANEP

CONSEJO
DIRECTIVO
CENTRAL

PROGRAMA
PAEMFE



Encuadre



Zoom



Órbita



Primera
persona



Me