



UNIVERSITAT
POLITÈCNICA
DE VALÈNCIA



UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Caminos,
Canales y Puertos

Optimización del proceso de mediciones y presupuestos en
ingeniería civil mediante la aplicación de la metodología
BIM

Trabajo Fin de Máster

Máster Universitario en Planificación y Gestión en Ingeniería Civil

AUTOR/A: Toscano Calderón, Alejandro

Tutor/a: Llopis Camps, Carlos

CURSO ACADÉMICO: 2024/2025



TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE INGENIEROS DE
CAMINOS, CANALES Y PUERTOS

*Optimización del proceso de mediciones y presupuestos en
ingeniería civil mediante la aplicación de la metodología BIM*

Presentado por

Toscano Calderón, Diego Alejandro

Para la obtención del

Máster Universitario en Planificación y Gestión en Ingeniería Civil

Curso: 2024/2025

Fecha: febrero 2025

Tutor: Llopis Camps, Carlos



Resumen

La eficiencia y precisión para la medición y el presupuesto de proyectos de ingeniería son aspectos fundamentales para una planificación y ejecución óptimas. Tradicionalmente, estos procesos han dependido de métodos manuales y herramientas convencionales que, si bien han sido ampliamente utilizados, presentan limitaciones significativas en términos de precisión, interoperabilidad y consumo de tiempo. En respuesta a estas problemáticas, la presente investigación analiza la implementación de mejoras en los procesos de medición mediante la adopción de la metodología Building Information Modeling (BIM) y el uso del formato Industry Foundation Classes (IFC).

Este estudio compara tres enfoques distintos de medición aplicados a un proyecto de ingeniería. Se analizan los métodos utilizados actualmente con el programa Revit como lo son la exportación de tablas de planificación y el uso del complemento Cost-it, en contraste con una metodología optimizada basada en archivos IFC. A través de un proceso experimental, se examinan las diferencias entre estos métodos en términos de fiabilidad, tiempo, sencillez, y coste de recursos.

Los resultados obtenidos indican que la utilización de archivos IFC reduce significativamente los tiempos de procesamiento en comparación con las dos metodologías analizadas, haciendo que este proceso sea más eficiente y escalable, y a su vez, permite una integración más efectiva con herramientas de presupuestación como Presto, optimizando la trazabilidad de la información y minimizando errores humanos.

Además, el uso de archivos IFC promueve una interoperabilidad superior entre distintos softwares, facilitando la colaboración interdisciplinaria y garantizando una mejor gestión de datos en todo el ciclo de vida del proyecto. Concluyendo así, que la implementación de BIM 5D mediante archivos IFC representa un avance para la planificación y gestión de proyectos de ingeniería, estableciendo un modelo más eficiente y preciso para la obtención de mediciones y presupuestos en el sector de la construcción.



Abstract

Efficiency and accuracy for the measurement and budgeting of engineering projects are critical for optimal planning and execution. Traditionally, these processes have relied on manual methods and conventional tools that, although widely used, have significant limitations in terms of accuracy, interoperability, and time consumption. In response to these issues, this research analyzes the implementation of improvements in measurement processes through the adoption of Building Information Modeling (BIM) methodology and the use of the Industry Foundation Classes (IFC) format.

This study compares three different measurement approaches applied to an engineering project. The methods currently used with the Revit program, such as the export of planning tables and the use of the Cost-it add-on, are analyzed in contrast to an optimized methodology based on IFC files. Through an experimental process, the differences between these methods are examined in terms of reliability, time, simplicity, and resource cost.

The results obtained indicate that the use of IFC files significantly reduces processing times compared to the two methodologies analyzed, making this process more efficient and scalable, and in turn, allows a more effective integration with budgeting tools such as Presto, optimizing the traceability of information and minimizing human errors.

In addition, the use of IFC files promotes superior interoperability between different software, facilitating interdisciplinary collaboration and ensuring better data management throughout the project life cycle. In conclusion, the implementation of 5D BIM using IFC files represents a breakthrough for the planning and management of engineering projects, establishing a more efficient and accurate model for obtaining measurements and budgets in the construction sector.



Resum

L'eficiència i precisió per al mesurament i el pressupost de projectes d'enginyeria són aspectes fonamentals per a una planificació i execució òptimes. Tradicionalment, aquests processos han depés de mètodes manuals i eines convencionals que, si bé han sigut àmpliament utilitzats, presenten limitacions significatives en termes de precisió, interoperabilitat i consum de temps. En resposta a aquestes problemàtiques, la present investigació analitza la implementació de millores en els processos de mesurament mitjançant l'adopció de la metodologia *Building *Information *Modeling (*BIM) i l'ús del format *Industry *Foundation *Classes (*IFC).

Aquest estudi compara tres enfocaments distints de mesurament aplicats a un projecte d'enginyeria. S'analitzen els mètodes utilitzats actualment amb el programa *Revit com ho són l'exportació de taules de planificació i l'ús del complement *Cost-*it, en contrast amb una metodologia optimitzada basada en arxius *IFC. A través d'un procés experimental, s'examinen les diferències entre aquests mètodes en termes de fiabilitat, temps, senzillesa, i cost de recursos.

Els resultats obtinguts indiquen que la utilització d'arxius *IFC redueix significativament els temps de processament en comparació amb les dues metodologies analitzades, fent que aquest procés siga més eficient i escalable, i al seu torn, permet una integració més efectiva amb eines de pressupost com a Prest, optimitzant la traçabilitat de la informació i minimitzant errors humans.

A més, l'ús d'arxius *IFC promou una interoperabilitat superior entre distints *softwares, facilitant la col·laboració interdisciplinària i garantint una millor gestió de dades en tot el cicle de vida del projecte. Concloent així, que la implementació de *BIM 5D mitjançant arxius *IFC representa un avanç per a la planificació i gestió de projectes d'enginyeria, establint un model més eficient i precís per a l'obtenció de mesuraments i pressupostos en el sector de la construcció.

Resumen ejecutivo

<p>TÍTULO DEL TRABAJO DE FIN DE MÁSTER: OPTIMIZACIÓN DEL PROCESO DE MEDICIONES Y PRESUPUESTOS EN INGENIERÍA CIVIL MEDIANTE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM</p>	
<p>AUTOR: Diego Alejandro Toscano Calderón</p>	
<p><u>RESUMEN EJECUTIVO</u></p>	
<p>1. Planteamiento del problema a resolver:</p>	<p>La eficiencia y precisión en la medición y presupuestación de proyectos de ingeniería son esenciales para garantizar una planificación y ejecución óptimas. Tradicionalmente, estos procesos han dependido de métodos manuales y herramientas convencionales que presentan limitaciones en términos de precisión, interoperabilidad y tiempo de procesamiento. Este estudio analiza la adopción de la metodología BIM 5D y el uso del formato Industry Foundation Classes (IFC) para optimizar estos procesos. Se busca reducir errores, mejorar la integración de datos y optimizar los tiempos que toma realizar el proceso de la medición de un proyecto</p>
<p>2. Objetivos:</p>	<p>Objetivo General</p> <ul style="list-style-type: none"> • Implementar la metodología Building Information Modeling (BIM), con enfoque en archivos IFC, en un proyecto de ingeniería. <p>Objetivos Específicos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Exportar el modelo 3D de Revit en formato IFC • Realizar mediciones y obtener un presupuesto detallado en Presto utilizando el archivo IFC generado en Revit. • Obtener las mediciones y el presupuesto del modelo 3D utilizando métodos actuales como tablas de planificación y el plugin Cost-It de Revit. • Comparar las mejoras en términos de fiabilidad, tiempo, sencillez y coste de recursos entre las mediciones con un archivo IFC y la metodología tradicional, usando una matriz de factores ponderados.
<p>3. Estructura del Proyecto</p>	<p>El estudio se estructura en varias etapas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Introducción: Justificación del trabajo, objetivos, alcance y metodología. 2. Marco Teórico: Explicación de la metodología BIM, el formato IFC y los tipos de familias de Revit. 3. Metodología de medición actual: Descripción de métodos utilizados actualmente y sus limitaciones. 4. Propuesta de medición con archivos IFC: Aplicación de la medición con archivo IFC en un caso de estudio. 5. Resultados y análisis: Se realizó la comparación de los métodos en términos de fiabilidad, tiempo, sencillez y coste de recursos a través de una matriz de valores ponderados. 6. Conclusiones: La aplicación de BIM 5D mediante IFC

	<p>representa un avance significativo en la planificación y gestión de proyectos de ingeniería, estableciendo un modelo más eficiente y preciso para la obtención de mediciones y presupuestos.</p> <p>7. Limitaciones y recomendaciones: Problemas con el tema de compatibilidad entre softwares, con la resistencia al cambio por parte de los profesionales.</p>
4. Método	<ul style="list-style-type: none"> • Modelo BIM • Métodos de medición y presupuestación analizados • Evaluación de métodos • Análisis de resultados y comparación
5. Cumplimiento de objetivos	<ul style="list-style-type: none"> • Se logró implementar la metodología Building Information Modeling (BIM), con enfoque en archivos IFC, en un proyecto de ingeniería. • Se pudo exportar el modelo 3D de Revit en formato IFC • Se realizó las mediciones y se obtuvo un presupuesto detallado en Presto utilizando el archivo IFC generado en Revit. • Se obtuvo las mediciones y el presupuesto del modelo 3D utilizando métodos actuales como tablas de planificación y el plugin Cost-It de Revit. • Se pudo comparar las mejoras en términos de fiabilidad, tiempo, sencillez y coste de recursos entre las mediciones con un archivo IFC y la metodología tradicional, usando una matriz de factores ponderados.
6. Contribuciones	<p>El estudio contribuye al sector de la ingeniería civil proporcionando un modelo más eficiente para la gestión de mediciones y presupuestos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Se presenta un modelo más eficiente para la gestión de mediciones y presupuestos en ingeniería civil. • Se demuestra la viabilidad de los archivos IFC como una alternativa superior a los métodos tradicionales. • Se ofrece un marco metodológico replicable para futuros proyectos de construcción.
7. Recomendaciones	<p>Se recomienda la adopción de archivos IFC en proyectos de ingeniería para optimizar la eficiencia en la presupuestación y medición.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Adopción de archivos IFC en proyectos de ingeniería para optimizar la eficiencia en la presupuestación y medición. • Automatización de procesos para reducir errores humanos. • Capacitar a los profesionales en el uso de herramientas BIM e IFC para mejorar la integración de datos.
8. Limitaciones	<p>El estudio se centra exclusivamente en los procesos de medición y presupuestación aplicado a un proyecto ingeniería civil, dejando fuera aspectos como el diseño inicial de modelos BIM o regulaciones específicas de costos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • No se evalúan otras dimensiones BIM más allá del 5D. • No se abordan normativas locales específicas en la



	<p>presupuestación de obra.</p> <ul style="list-style-type: none">• El análisis está limitado a la medición de elementos estructurales y de cimentación.
--	--

Tabla de contenido

1	Introducción.....	13
1.1	Justificación.....	14
1.2	Objetivo general	14
1.3	Objetivos específicos.....	14
1.4	Alcance.....	15
1.5	Metodología.....	15
1.5.1	Modelo BIM.....	16
1.5.2	Métodos de Medición y Presupuestación Analizados	16
1.5.3	Evaluación de los Métodos	16
1.5.4	Análisis de Resultados y Comparación.....	16
2	Marco Teórico.....	17
2.1	Metodología BIM.....	17
2.2	Formato IFC	19
2.3	Tipos de familias en Revit	21
3	Metodología de medición actual.....	21
3.1	Parámetros compartidos en familias.....	22
3.2	Parámetros compartidos en el proyecto.....	23
3.3	Tipos de parámetros:	25
3.4	Método de exportación de tablas desde Revit	27
3.4.1	Limitaciones.....	27
3.5	Método Cost-it.....	28
3.5.1	Exportación con Cost-It Layout.....	28
3.5.2	Procedimiento en Presto.....	30
3.5.3	Limitaciones.....	31
4	Propuesta de método de medición con archivo IFC	31
4.1	Descripción del proyecto.....	31
4.2	Parámetros de código que deben cumplir las familias de Revit para el proyecto.	32
4.3	Parámetros de mediciones que deben cumplir para el proyecto.....	34
4.4	Exportar un archivo IFC desde Revit	38
4.5	Metodología para mediciones de un archivo IFC en presto	43
4.6	Open-IFC.....	43
4.7	Cost-IFC	44
5	Resultados y análisis.....	54
5.1	Comparación de los métodos.....	54
5.2	Primer método (Exportación de tablas desde Revit)	54
5.3	Segundo método (Cost-it).....	56
5.4	Tercer método (IFC)	59
5.5	Discusión de hallazgos	60



5.6	Matriz de valores ponderados.....	62
6	Conclusiones.....	65
7	Limitaciones y recomendaciones.....	66
8	Bibliografía.....	69
9	Anejos.....	70
9.1	Tablas para mediciones.....	70



Índice de Tablas

Tabla 1: Archivos IFC	20
Tabla 2: Códigos de partidas	25
Tabla 3: Parámetros de Ubicación	25
Tabla 4: Códigos de geometría	26
Tabla 5: Código por elemento.....	26
Tabla 6: Parámetros para familias cargables.....	36
Tabla 7: Parámetros familias de sistema	37
Tabla 8: Tiempo de exportación	60
Tabla 9: Tiempo de exportación con plantilla	61
Tabla 10: Tiempo de exportación sin plantilla.....	61
Tabla 11: Tiempo total	61
Tabla 12: Presupuesto final.....	62
Tabla 13: Porcentaje de diferencia entre métodos	62
Tabla 14: Matriz de valores ponderados	63



Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Dimensiones BIM.....	19
Ilustración 2: Diagrama de flujo modelo Revit	22
Ilustración 3: Tabla de planificación	27
Ilustración 4: Tabla de mediciones BOQ	28
Ilustración 5: Configuración Cost-it	29
Ilustración 6: Categorías Cost-it	30
Ilustración 7: Consideraciones en Script.....	30
Ilustración 8: Consideraciones en Script.....	30
Ilustración 9: Modelo 3D Proyecto	31
Ilustración 10: Parámetros de perfil de acero HEB.....	33
Ilustración 11: Modelo 3D Revit.....	38
Ilustración 12: Losa de cimentación Revit.....	39
Ilustración 13: Losa de cimentación IFC	39
Ilustración 14: Losa de cimentación IFC	40
Ilustración 15: Configuración general archivo IFC.....	41
Ilustración 16: Additional Content.....	41
Ilustración 17: Property Sets	42
Ilustración 18: Códigos en archivo txt.	42
Ilustración 19: Modelo 3D en Cost-IFC	44
Ilustración 20: Cost-IFC	44
Ilustración 21: Clasificación de elementos	45
Ilustración 22: Propiedades y partidas	45
Ilustración 23: Duplicar clases	46
Ilustración 24: Partidas a seleccionar	46
Ilustración 25: Elección de código.....	47
Ilustración 26: Asignar propiedades	47
Ilustración 27: Duplicar elementos	48
Ilustración 28: Códigos de partidas.....	48
Ilustración 29: Clasificación de parámetros.....	48
Ilustración 30: Multiplicar propiedades	49
Ilustración 31: Copiar comentario de propiedades.....	49
Ilustración 32: Guardar y cargar perfil	50
Ilustración 33: Traspasar presupuesto	50
Ilustración 34: Reestructurar por partidas	51
Ilustración 35: Unidades y coste de proyecto.....	51
Ilustración 36: Reestructurar por partidas	52
Ilustración 37: Presupuesto reestructurado	52



Ilustración 38: ID Zone	53
Ilustración 39: Ubicación de elementos en modelo 3D	53
Ilustración 40: DiRoots	54
Ilustración 41: Tabla de Revit a Excel	55
Ilustración 42: Sumatoria de mediciones	55
Ilustración 43: Sumatoria de volumen	56
Ilustración 44: Valores de Excel en Presto	56
Ilustración 45: Elementos del modelo	57
Ilustración 46: Layout Cost-it	58
Ilustración 47: Tiempo de exportación Cost-it.....	58
Ilustración 48: Partidas en Presto	59
Ilustración 49: Tiempo total en gráfica de barras	61
Ilustración 50: Puntuación Final	65

1 Introducción

En el ámbito de la ingeniería civil, la precisión y eficiencia en la medición y presupuestación de proyectos es fundamental para garantizar su viabilidad técnica y económica. Estos procesos tradicionalmente se han realizado a través de métodos en su mayoría manuales y herramientas tradicionales, lo que a menudo se traduce en error humano e inconsistencia en los datos, además de un tiempo considerable. Dado el avance en las tecnologías digitales, es esencial que se adopten metodologías mucho más avanzadas para optimizar tales procesos y mejorar la calidad de la información en la gestión de proyectos.

En este contexto, la metodología Building Information Modeling (BIM) ha revolucionado la industria de la construcción al permitir la creación y gestión de modelos digitales detallados de edificaciones e infraestructuras. Dentro de este ecosistema digital, el uso del formato Industry Foundation Classes (IFC) ha adquirido gran relevancia, ya que proporciona un estándar abierto y neutral que facilita el intercambio de información entre distintos softwares y disciplinas. Gracias a esta interoperabilidad, los archivos IFC permiten una integración más eficiente y precisa de los datos de un proyecto, reduciendo errores y mejorando la trazabilidad de las mediciones.

La presente investigación se centra en la implementación de mejoras en los procesos de medición dentro de proyectos de ingeniería mediante la utilización de archivos IFC. Para ello, se comparan distintos métodos empleados en la industria, desde la exportación de tablas manuales hasta el uso de herramientas específicas como Cost-it. Se busca determinar en qué medida la incorporación de BIM e IFC puede optimizar la obtención de mediciones y presupuestos en términos de precisión, eficiencia y fiabilidad.

El caso de estudio seleccionado para esta investigación es un proyecto de grandes dimensiones que representa un entorno idóneo para analizar la aplicabilidad de los métodos evaluados. A partir del modelo 3D desarrollado en Autodesk Revit, se explorarán distintas estrategias de exportación y procesamiento de datos, con especial énfasis en la integración con el software Presto, utilizado para la elaboración de presupuestos y gestión de costos en el sector de la construcción.

La digitalización de los procesos de medición no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también permite una mejor coordinación entre los diferentes actores involucrados en el proyecto. La automatización de cálculos y la reducción de la manipulación manual de datos minimizan los errores, lo que se traduce en una mayor calidad en la planificación y ejecución de los proyectos. Además, la adopción de estándares abiertos como IFC fomenta una mayor compatibilidad entre herramientas digitales, evitando la pérdida de datos y facilitando la colaboración interdisciplinaria.

A través de este estudio, se busca demostrar que el uso de archivos IFC no solo representa una mejora en los procesos de medición y presupuestos, sino que también constituye una solución viable y escalable para la industria de la construcción. La aplicación de esta metodología permite avanzar hacia una



gestión de proyectos más eficiente, transparente y alineada con las tendencias digitales del sector, optimizando recursos y reduciendo incertidumbres en el proceso de planificación y ejecución de obras.

1.1 Justificación

En el presente trabajo se intentará evaluar y comparar la eficiencia de los métodos de medición y presupuestación en proyectos de ingeniería civil. El análisis se basará en la posibilidad de utilizar los archivos IFC en el software de presupuesto Presto. Por consiguiente, a partir de la investigación experimental se podrá determinar en qué medida dicha metodología puede permitir la reducción de los tiempos de procesamiento, la minimización de los errores y la mejora de la trazabilidad, en comparación con los métodos tradicionales mencionados anteriormente.

Desde un punto de vista académico y profesional, este estudio contribuye a la generación de conocimiento en el campo de la ingeniería civil, proporcionando evidencia sobre los beneficios de la adopción de IFC en procesos de medición y presupuesto. Asimismo, ofrece una metodología replicable para futuros proyectos, promoviendo la estandarización del uso de BIM 5D en la industria de la construcción.

En términos prácticos, la implementación de esta metodología puede traducirse en un ahorro significativo de tiempo y recursos, beneficiando a empresas constructoras y consultoras al mejorar la precisión en la planificación y control de costos. Además, al fomentar el uso de estándares abiertos como IFC, se impulsa una mayor colaboración interdisciplinaria y una integración más efectiva entre las distintas fases del proyecto.

1.2 Objetivo general

- Implementar la metodología Building Information Modeling (BIM), con enfoque en archivos IFC, en un proyecto de ingeniería.

1.3 Objetivos específicos

- Exportar el modelo 3D de Revit en formato IFC
- Realizar mediciones y obtener un presupuesto detallado en Presto utilizando el archivo IFC generado en Revit.
- Obtener las mediciones y el presupuesto del modelo 3D utilizando métodos actuales como tablas de planificación y el plugin Cost-It de Revit.
- Comparar las mejoras en términos de fiabilidad, tiempo, sencillez y coste de recursos entre las mediciones con un archivo IFC y la metodología tradicional, usando una matriz de factores ponderados.

1.4 Alcance

Este trabajo de fin de máster se centra en la optimización de los procesos de medición y presupuestación en proyectos de ingeniería mediante la aplicación de la metodología Building Information Modeling (BIM) con el uso del formato Industry Foundation Classes (IFC). Se busca evaluar la eficiencia de este enfoque en comparación con los métodos usados actualmente, aplicándolo en un proyecto de ingeniería.

El estudio abarca la medición y presupuestación dentro del marco de BIM 5D, donde se integran las dimensiones de geometría y costos. Se parte de un modelo 3D desarrollado en Autodesk Revit, del cual se genera un archivo IFC que se procesará en Presto para obtener mediciones y presupuestos. Adicionalmente, se realizarán mediciones utilizando dos métodos expuestos a continuación:

- Exportación de tablas de planificación desde Revit, con procesamiento manual en Excel y Presto.
- Uso del complemento Cost-it, que automatiza la generación de mediciones y presupuestos dentro de Revit.

El alcance de esta investigación se delimita a la medición y presupuestación de los elementos estructurales y de cimentación del proyecto, excluyendo aspectos arquitectónicos, instalaciones y acabados. Se analizarán las diferencias entre los métodos mencionados en términos de:

- Precisión y fiabilidad de los datos obtenidos en cada metodología.
- Tiempo requerido para la obtención y procesamiento de las mediciones.
- La sencillez sobre qué tan fácil es de implementar cada método
- Coste de recursos para realizar todo el proceso.

La investigación no aborda el diseño del modelo BIM desde su fase inicial ni la implementación de otros niveles de BIM más allá del 5D. Tampoco se incluyen aspectos relacionados con la normativa específica de costos o regulaciones locales sobre presupuestación de obra.

Este estudio busca demostrar que la adopción de archivos IFC reduce los tiempos de procesamiento y mejora la trazabilidad de la información, facilitando la realización de presupuestos en el sector de la construcción, en proyectos de gran magnitud de elementos.

1.5 Metodología

Para llevar a cabo esta investigación, se ha seguido un enfoque comparativo y experimental, con el objetivo de evaluar diferentes métodos de medición y presupuestación en proyectos de ingeniería. La metodología se estructura en varias etapas, desde la selección del caso de estudio hasta el análisis de resultados, permitiendo obtener conclusiones basadas en datos concretos.

1.5.1 Modelo BIM

Se parte de un modelo 3D creado en Autodesk Revit, donde se estructuran los elementos con parámetros de medición y códigos de partidas. Este modelo servirá como base para la generación de archivos de medición mediante distintos métodos.

1.5.2 Métodos de Medición y Presupuestación Analizados

Se comparan tres enfoques distintos para la obtención de mediciones y presupuestos:

Método 1: Exportación manual de tablas desde Revit

- Se generan tablas de planificación en Revit.
- Se exportan los datos a Excel.
- Se introducen manualmente en Presto para elaborar el presupuesto.

Método 2: Uso del complemento Cost-it en Revit

- Se genera un archivo de medición desde Cost-it.
- Se exportan los datos automáticamente a Presto.
- Se analiza la fiabilidad y tiempos de procesamiento.

Método 3: Generación y uso de archivos IFC (Método propuesto)

- Se exporta el modelo 3D en formato IFC 2x3 Coordination View.
- Se configuran los parámetros de medición y partidas presupuestarias en el archivo IFC.
- Se procesa el archivo IFC en Presto utilizando Cost-IFC para extraer las mediciones y elaborar el presupuesto.

1.5.3 Evaluación de los Métodos

Cada método se evaluará con base en los siguientes criterios:

- **Precisión:** Diferencias entre los valores obtenidos y los datos de referencia del proyecto.
- **Tiempo de procesamiento:** Duración del proceso desde la exportación del modelo hasta la generación del presupuesto.
- **Facilidad de uso:** Complejidad de cada metodología y curva de aprendizaje.
- **Coste de recursos:** Coste que requiere la utilización del método.

1.5.4 Análisis de Resultados y Comparación

Se realizará un análisis cuantitativo y cualitativo de los resultados obtenidos con cada método. Para ello, se elaborará una matriz valores ponderados donde se valorarán los indicadores de precisión, tiempos de procesamiento, facilidad de uso y coste de recursos.

2 Marco Teórico

2.1 Metodología BIM

Building Information Modeling (BIM) es un proceso que permite gestionar información en un proyecto de construcción a lo largo de su ciclo de vida (Hamil, 2021). El uso de BIM empieza con un modelo en 3D y se expande a variables como el tiempo, el coste, la parte ambiental, de mantenimiento, etc. La ventaja de esta metodología es la reducción de costes de operación en los proyectos (buidingSMART, 2015).

La metodología BIM supone ventajas sobre el método tradicional ya que cuenta con toda la información del proyecto en un modelo 3D lo que permite una mejor toma de decisiones. Y las diferentes dimensiones de BIM aparecen por la necesidad poder saber la diferencia entre el modelado geométrico entre dos y tres dimensiones. A continuación, se describe cada una de las dimensiones BIM (Hamil, 2021).

BIM 2D: Es un modelo geométrico digital que compone un eje X y un eje Y ligado a información adicional. Antiguos sistemas CAD eran modelos 2D, donde planos y secciones se podían hacer en computadoras mucho más rápido y preciso que si se lo hiciera a mano.

A pesar de que modelos más actuales permiten añadir parámetros, restricciones y conceptos a los modelos 2D, la mayoría de la industria no considera a estos modelos geométricos 2D como BIM.

BIM 3D: Es un modelo geométrico digital que compone un eje X, Y y Z ligado a información adicional.

Un modelo 3D no significa que sea algo netamente visual, dentro de este también se puede hacer lo siguiente:

- Se pueden generar vistas geométricas 2D con diferentes niveles de detalle, a partir de un modelo 3D.
- Es posible generar tablas con información de los diferentes objetos que existen en el modelo 3D.
- Se pueden combinar diferentes tipos de modelos 3D para poder reportar algún conflicto geométrico.

Todas estas características ayudan a mejorar la eficiencia y la precisión resultando en la reducción del riesgo de que puedan ocurrir errores en un proyecto. Además, cuando se vincula a estos modelos o se les añade información específica, se pueden ver beneficios adicionales.

BIM 4D: En esta dimensión BIM se le añade la variable del tiempo al modelo 3D, con esto dentro del modelo es más fácil para el equipo poder visualizar los plazos de ejecución de la obra. Y desde la perspectiva del contratista esto es algo importante.

Cuando esta dimensión BIM apareció, significó un gran avance dentro de la industria de la construcción, ya que, gracias a esta fue posible que entre el equipo de diseño y construcción exista una colaboración en la coordinación y el intercambio de modelos 3D. Dentro de las posibilidades del BIM 4D se tiene las siguientes:

- Planificación de la ejecución de la obra.
- Control de los plazos y de la logística de la obra.
- Simulaciones de la ejecución de obra.

BIM 5D: Esta dimensión BIM añade el tema de costes al modelo 3D. Dentro de las posibilidades de esta dimensión BIM se tiene las siguientes:

- Generación de presupuesto.
- Estimación de costes.
- Estudio de viabilidad económica.

BIM 6D: Esta dimensión BIM se basa en la evaluación de la sostenibilidad, esta no necesariamente es solo ambiental ya que también puede ser económica, en el contexto de derecho a generar ingresos y trabajo, y también social, refiriéndose a la generadora de bienestar para una persona (BibLus, 2018).

- Entre los beneficios del BIM 6D se encuentran los siguientes:
- Gestión de recursos durante la construcción del proyecto.
- El análisis del impacto que tendrían las soluciones a problemas económicos y operativos en el proyecto.

BIM 7D: Esta dimensión BIM permite la gestión el ciclo de vida de un proyecto. El proyecto no acaba cuando finaliza su construcción, ya que este necesita un mantenimiento durante su vida útil, por lo tanto, es un aspecto que no se puede obviar. Algunos de los aspectos que permite esta dimensión BIM son los siguientes:

- Gestionar el mantenimiento del proyecto
- Optimizar costes de mantenimiento mediante el uso de sistemas de monitorización continuos.
- Análisis del ciclo de vida del proyecto



Ilustración 1: Dimensiones BIM

Fuente: (buidingSMART, 2015)

2.2 Formato IFC

En los principios de los años setenta los programas CAD en dos dimensiones eran usados para representar los componentes de estructuras. Hoy en día los programas CAD se han transformado en un sistema que permite representar diseños 3D con programas BIM (AutoCAD, ArchiCAD, Revit, etc.). La metodología BIM ha cambiado de una manera positiva a la industria AEC (Architecture, Engineering, and Construction) y junto con el formato de archivo abierto IFC para componentes de estructuras, proporciona un método estándar para la representación computacional de una estructura (Bayram & Hasan, 2020).

Dentro de un proyecto lo más normal es que se encuentre un ingeniero, un arquitecto, el constructor, el contratista, etc. Y cada uno con su disciplina e interés particular. Por lo tanto, es fundamental que todas estas personas las cuales trabajan para un mismo proyecto puedan intercambiar información y colaborar entre sí. Para esto es necesario un formato estándar que permita la interoperabilidad de datos, sin errores ni con pérdida de información. Y esta es la finalidad del formato IFC.

Industry Foundation Classes (IFC) es un estándar de datos abierto y neutral y fue desarrollado en 1994 por Industry Alliance for Interoperability (IAI), que en 2005 cambió su nombre por buildingSMART. El objetivo principal del formato IFC es facilitar la interoperabilidad dentro del sector de la construcción y se utiliza en proyectos basados en BIM.

Los elementos IFC están pensados para describir los componentes de edificios en una estructura que se basa en la semántica, en las relaciones y las propiedades. Y tiene tres formatos disponibles que son los siguientes:

- **.ifc:** es un formato de archivo IFC más utilizado que se basa en el estándar ISO-STEP y tiene la ventaja de un tamaño compacto y un texto legible.
- **.ifcXML:** Tiene su codificación basada sobre el lenguaje XML y es un formato IFC no tan utilizado debido a tamaño que es más grande.
- **.ifczip:** Este es un archivo comprimido de unos de estos formatos que puede ser leído por la mayoría de los softwares compatibles con IFC. También pueden contener material adjunto como PDF o imágenes.

Las diferentes versiones IFC se han publicado desde 1996 para poder mejorar la interoperabilidad entre la industria AEC. Todas estas versiones se muestran en la siguiente tabla de resumen.

(Año - mes)	Nombre
1996-12	IFC1.0
1998-01	IFC1.5
1998-08	IFC1.5 ADD1
1999-10	IFC2.0
2000-10	IFC2x
2001-10	IFC2x ADD1
2003-05	IFC2x2
2004-07	IFC2x2 ADD1
2005-12	IFC2x3
2007-07	IFC2x3 TC1
2013-02	IFC4
2015-06	IFC4 ADD1
2016-07	IFC4 ADD2
2017-10	IFC ADD2 TC1
2018-06	IFC4.1
2019-04	IFC4.2

Tabla 1: Archivos IFC

Fuente: (Bayram & Hasan, 2020)

La selección del archivo IFC va a depender de su intención de uso:

- IFC4: es el formato más actual y por lo tanto el que menos compatibilidad tiene.
- IFC2X3: actualmente el formato más compatible y estable, certificado en Revit y recomendado para su producción.

- IFC2X2: es recomendado cuando el destinatario del archivo no dispone de un software compatible con IFC2x3 o IFC4.

2.3 Tipos de familias en Revit

El modelo 3D en el que se va a trabajar se lo realizó en Revit, por lo tanto, es importante conocer los aspectos que influyen en tener un modelo 3D completo, el cual cuente con toda la información posible. Por esta razón es importante conocer los diferentes tipos de familia de Revit.

Revit tiene tres tipos de familias, y estas son:

- Familias de sistema
- Familias cargables
- Familias in situ

Las que más se utilizan son las familias de sistema y familias cargables.

- **Familias de sistema:** Este tipo de familia se usa para elementos básicos como serían muros, suelos, techos, entre otros. Los elementos de esta familia se cargan por defecto en los proyectos de Revit.
- **Familias cargables:** Estas familias se generan a través de un archivo externo de Revit con extensión.rfa los que se cargan al proyecto. Estas familias son muy personalizables y se las modifica en Revit.
- **Familias in situ:** Este tipo de familia se las usa para componentes exclusivos del proyecto, con elementos con una geometría o características específicas.

3 Metodología de medición actual

Antes de poder trabajar con el modelo 3D, este se debe modelar correctamente, ya que cualquier error en el mismo va a causar que las mediciones y el presupuesto final no sea preciso.

A continuación, se presenta un diagrama de flujo donde se describe cómo se debe desarrollar el modelo antes de poder medirlo.

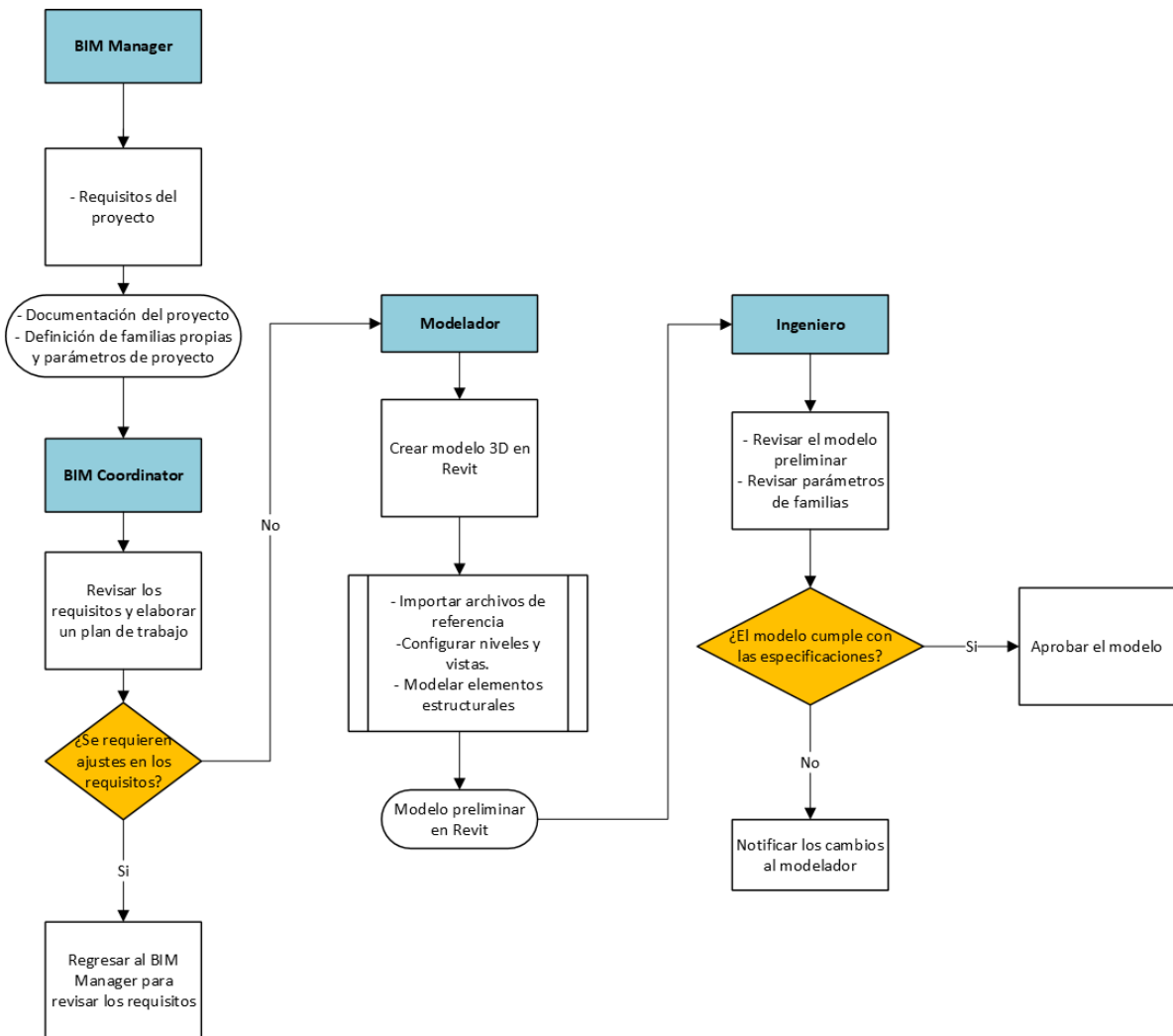


Ilustración 2: Diagrama de flujo modelo Revit

Fuente: Propia

3.1 Parámetros compartidos en familias

Los parámetros compartidos son especificaciones de parámetros que pueden ser incorporados a familias o proyectos. Las especificaciones de parámetros compartidos se guardan en un archivo separado de cualquier archivo de familia o proyecto de Revit, lo que permite el acceso al archivo desde diferentes familias o proyectos. Un parámetro compartido es una especificación de un recipiente para la información que puede ser utilizada en múltiples familias o proyectos. La información definida para una familia o proyecto a través de un parámetro compartido no se aplica automáticamente a otra familia o proyecto que utilice el mismo parámetro compartido (AUTODESK Revit, 2023).

Para que la información de un parámetro se utilice en una etiqueta, este debe ser un parámetro compartido. Los parámetros compartidos también son beneficiosos cuando se quiere crear una tabla de planificación que muestre varias categorías de familia; esto es imposible sin un parámetro compartido. Pero si se crea un parámetro compartido y se añade a algunas categorías de familia, se puede crear una

tabla de planificación con estas categorías. Esto se conoce en Revit como la creación de una tabla de planificación de multicategoría.

Cuando utilizar parámetros compartidos:

- Pueden ser utilizados para crear una tabla de planificación que muestre varias categorías de familia.
- Pueden ser beneficiosos al reutilizar parámetros. En lugar de crear un parámetro independiente para cada tipo de elemento o equipo, se puede utilizar un solo parámetro compartido para varios elementos de un modelo.
- Pueden permitir actualizaciones automáticas de anotaciones en un modelo.

3.2 Parámetros compartidos en el proyecto

Respecto a los parámetros compartidos creados para el proyecto, estos se cargan en las familias de las categorías relativas a la disciplina, y se rellenan en las propias familias, cuando posteriormente estas familias se cargan en los proyectos, ya cuentan con estos parámetros, con sus valores rellenos.

Estos parámetros compartidos pueden aparecer en las tablas de planificación que se crean en los proyectos, de tal modo que no hace falta cargarlos también en el proyecto, basta con que estén cargados en las familias.

Estos parámetros compartidos que se cargan en las familias sirven fundamentalmente para obtener datos inherentes a las propias familias. Es decir, datos de cantidades (cantidad de hormigón, cantidad estimada de acero de armado para un determinado volumen de hormigón) o de dimensiones (perímetro, área, longitud).

Estos parámetros compartidos que se usan en las familias rellenan sus valores de diferentes formas, y empiezan todos para este proyecto, por el prefijo SNR_:

- Parámetros cuyos valores son valores calculados (como resultado de fórmulas que operan con los valores de otros parámetros de las familias).
- Parámetros de informe.
- Parámetros cuyos valores se rellenan a mano.

Respecto a los parámetros compartidos, que se cargan en el proyecto y se asignan a las categorías adecuadas de la disciplina, hay que especificar, cuando se cargan en el proyecto:

- Si se asignan a todas las categorías de la disciplina, o sólo a algunas de ellas.
- Si son de tipo o de ejemplar.
- El grupo de parámetros en el que se quieren agrupar.



Estos parámetros compartidos que se cargan en el proyecto sirven fundamentalmente para introducir los valores relativos a los códigos de las partidas de la Base de Precios que se va a usar en cada proyecto.

Los datos relativos a la Base de Precios dependen de la Base de Precios que se vaya a usar en cada proyecto, por lo que varían de un proyecto a otro.

Por ejemplo, una misma partida tendrá un código determinado en una determinada base de precios (Base de Precios Centro), y sin embargo tendrá otro código distinto en otra base de precios (Base de Datos de la Construcción de la Comunidad de Madrid). Cada proyecto usará la Base de Precios especificada por el cliente, o en su defecto, la definida por quien lo use.

Estos parámetros compartidos que se cargan en los proyectos para albergar información sobre los códigos de los conceptos de una Base de Precios empiezan todos por el prefijo SNR_BOQ.

Los parámetros compartidos que se introducen en las familias tienen la finalidad de reportar datos de cantidades para obtener mediciones, y esto es algo que depende de las familias. Las familias deberán ser las mismas, usadas en diferentes proyectos. Independientemente del proyecto en el que se cargue la familia, sus valores respecto a sus dimensiones y cantidades dependerán de las propias familias (alto, largo, ancho). Por este motivo, estos parámetros se cargan dentro de las familias y se rellenan en las familias.

Sin embargo, los parámetros compartidos que se cargan en los proyectos tienen la finalidad de albergar los códigos que servirán para relacionarlos con una determinada base de precios (partidas, capítulos, etc.). Esto es algo que cambia dependiendo de cada proyecto. Por este motivo, estos parámetros se cargan dentro de los proyectos y se rellenan en los proyectos.

Los valores de estos últimos parámetros servirán para conectar con los conceptos correspondientes a la base de precios definida para cada proyecto, a través del PlugIn Cost-It, de Presto.

Por otra parte, dentro de los proyectos, se crearán tablas de planificación, de las categorías adecuadas, en las que se mostrarán todos los parámetros compartidos necesarios (tanto los que vienen de las familias, como los que han sido cargados en el proyecto y asignados a las categorías adecuadas). Estas tablas sirven para asignar de forma ágil, códigos a los distintos tipos de las familias, que servirán para conectar con la base de precios utilizada en el proyecto.

3.3 Tipos de parámetros:

Dentro de cada proyecto, independientemente del tipo de su estructura se va a tener que modelar con secciones que cuenten con sus parámetros correspondientes. A continuación, se muestran diferentes tablas donde se describe el nombre del parámetro, y a que corresponde:

- En la siguiente tabla se tienen los **SNR_BOQCode**: parámetros de texto donde se encuentran los códigos de partidas y capítulo de Presto.

Códigos Partidas				
Parameter Name	Discipline	Type of Parameter	Group	Instance/Type
SNR_BOQChapter	Common	Text	Data	Instance
SNR_BOQCodeBlinding	Common	Text	Data	Type
SNR_BOQCodeConcrete	Common	Text	Data	Type
SNR_BOQCodeFormwork	Common	Text	Data	Type
SNR_BOQCodePileRock	Common	Text	Data	Type
SNR_BOQCodePileSoil	Common	Text	Data	Type
SNR_BOQCodePrestressed	Common	Text	Data	Type
SNR_BOQCodeReinforcement	Common	Text	Data	Type
SNR_BOQCodeScaffolding	Common	Text	Data	Type
SNR_BOQCodeSteel	Common	Text	Data	Type
SNR_BOQCodeSteelSurface	Common	Text	Data	Type
SNR_BOQCodeWaterproof	Common	Text	Data	Type
SNR_BOQItemCode	Common	Text	Data	Type
SNR_BOQCodePrecast	Common	Text	Data	Type
SNR_BOQCodePrecastArea	Common	Text	Data	Type

Tabla 2: Códigos de partidas

Fuente: Propia

- En la siguiente tabla se tienen parámetros **SNR_Id** que también son de texto, pero se los utiliza para identificación y localización.
-

Parámetros Ubicación				
Parameter Name	Discipline	Type of Parameter	Group	Instance/Type
SNR_IdBuilding	Common	Text	Identity Data	Instance
SNR_IdFase	Common	Text	Identity Data	Instance
SNR_IdType	Common	Text	Identity Data	Instance
SNR_IdZone	Common	Text	Identity Data	Instance

Tabla 3: Parámetros de Ubicación

Fuente: Propia

- Parámetros compartidos de familias cargables.

SNR_Description *Division Geometry*: Para la obtención de valores a operar.

Códigos Partidas				
Parameter Name	Discipline	Type of Parameter	Group	Instance/Type
SNR_Unit	Common	Integer	Division Geometry	Type
SNR_Length	Common	Length	Division Geometry	Type
SNR_Perimeter	Common	Length	Division Geometry	Type
SNR_Area	Common	Area	Division Geometry	Type
SNR_Volume	Common	Volume	Division Geometry	Type
SNR_Weight	Structural	Mass	Division Geometry	Type
SNR_Multiplier	Common	Integer	Division Geometry	Type

Tabla 4: Códigos de geometría
Fuente: Propia

- En la siguiente tabla se muestran los parámetros SNR_Description, para resultados de mediciones. Estos son parámetros de Familias de sistema y solo se añaden como parámetros compartidos de proyecto.

Cimentaciones				
Parameter Name	Discipline	Type of Parameter	Group	Instance/Type
SNR_PileLengthSoil	Common	Length	Model Properties	Instance
SNR_PileLengthRock	Common	Length	Model Properties	Instance
SNR_Blinding	Common	Volume	Model Properties	Instance
SNR_Waterproof	Common	Area	Model Properties	Instance
Elementos de hormigón				
Parameter Name	Discipline	Type of Parameter	Group	Instance/Type
SNR_Concrete	Common	Volume	Model Properties	Instance
SNR_Formwork	Common	Area	Model Properties	Instance
SNR_Reinforcement	Structural	Mass	Model Properties	Instance
SNR_Prestressed	Common	Mass	Model Properties	Instance
SNR_Scaffolding	Common	Volume	Model Properties	Instance
SNR_ScaffoldingHeight	Common	Length	Model Properties	Instance
SNR_RebarRatioByVolume	Common	Mass Density	Model Properties	Instance
SNR_RebarRatioByArea	Structural	Mass per Unit Area	Model Properties	Instance
SNR_RebarRatioByLength	Structural	Mass per Unit Length	Model Properties	Instance
SNR_RebarRatioByUnit	Structural	Mass	Model Properties	Instance
Elementos de Acero				
Parameter Name	Discipline	Type of Parameter	Group	Instance/Type
SNR_SurfaceAreaByLength	Structural	Surface Area per Unit Length	Model Properties	Type
SNR_SteelWeightByLength	Structural	Mass per Unit Length	Model Properties	Type
SNR_SteelWeight	Structural	Mass	Model Properties	Instance
SNR_SteelSurface	Common	Area	Model Properties	Instance
Elementos Prefabricados				
Parameter Name	Discipline	Type of Parameter	Group	Instance/Type
SNR_PrecastConcreteLength	Common	Length	Model Properties	Instance
SNR_PrecastConcreteArea	Common	Area	Model Properties	Instance

Tabla 5: Código por elemento

Fuente: Propia

3.4 Método de exportación de tablas desde Revit

En este método es el más manual, aquí primero se crean las tablas de planificación dentro de Revit, donde se tiene la información del elemento, sus parámetros de códigos de partidas, parámetros de ubicación, de descripción y de geometría. Se exportan las tablas de planificación con Diroots desde Revit ya que así se pueden exportar todas las tablas al mismo tiempo sin la necesidad de entrar una por una, también nos permite importar una tabla previamente exportada a la que se le rellenó información.

En la imagen a continuación se puede ver una parte de lo que contiene una tabla de planificación, es este caso específico para las vigas de hormigón. En la primera columna está de viga, en la segunda columna un comentario que nos da más información sobre ese tipo. En las siguientes columnas ya podemos ver los parámetros de ubicación como el de SNR_IdZone, donde nos indica en qué parte del edificio se encuentra ese elemento. Y también se tienen los parámetros como el de SNR_Concrete donde nos da el volumen de hormigón para cada elemento.

<BOQ_Structural Framing SPC ReinforcedConcrete>										
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Type	Comentarios	Structural Material	SNR_Chapter	SNR_IdZone	Nivel	Length	SNR_BOQCodeCon	Voluma	SNR_Concrete	SNR_BOQCodeReinforcement
Ss_20_20-ReinforcedConcreteBeam-Rectangular										
0.30x0.30-(ZUNCHO)		P223_InSituConcrete			P00	1.940		0.05 m³	0.13 m³	05HAC00015_S
BLOQUE QUIRÚRGICO										
Ss_20_20-ReinforcedConcreteBeam-Rectangular										
0.30x0.25-(ZUNCHO)	ZUNCHOS EMBEBIDOS-NO COMPUTA HORMIGON	P223_InSituConcrete	05HHU	BLOQUE QUIRÚRGICO	P05	318.599		23.86 m³	23.82 m³	05HAC00015_S
0.30x0.25-(ZUNCHO)	ZUNCHOS EMBEBIDOS-NO COMPUTA HORMIGON	P223_InSituConcrete	05HHU	BLOQUE QUIRÚRGICO	P07	286.319		16.53 m³	21.35 m³	05HAC00015_S
0.30x0.30-(ZUNCHO)	ZUNCHOS EMBEBIDOS-NO COMPUTA HORMIGON	P223_InSituConcrete	05HHU	BLOQUE QUIRÚRGICO	P03	6.920		0.59 m³	0.62 m³	05HAC00015_S
0.30x0.30-(ZUNCHO)	ZUNCHOS EMBEBIDOS-NO COMPUTA HORMIGON	P223_InSituConcrete	05HHU	BLOQUE QUIRÚRGICO	P04	662.901		57.81 m³	59.26 m³	05HAC00015_S
0.30x0.30-(ZUNCHO)	ZUNCHOS EMBEBIDOS-NO COMPUTA HORMIGON	P223_InSituConcrete	05HHU	BLOQUE QUIRÚRGICO	P05	267.723		23.46 m³	23.76 m³	05HAC00015_S
0.30x0.30-(ZUNCHO)	ZUNCHOS EMBEBIDOS-NO COMPUTA HORMIGON	P223_InSituConcrete	05HHU	BLOQUE QUIRÚRGICO	P07	122.969		10.92 m³	11.05 m³	05HAC00015_S
0.30x0.38-XC1 (ZUNCHO)	ZUNCHOS EMBEBIDOS-NO COMPUTA HORMIGON	P223_InSituConcrete	05HHU	BLOQUE QUIRÚRGICO	P06	500.684		56.53 m³	55.92 m³	05HAC00015_S
0.30x0.40-XC1 (ZUNCHO)	ZUNCHOS EMBEBIDOS-NO COMPUTA HORMIGON	P223_InSituConcrete	05HHU	BLOQUE QUIRÚRGICO	P06	11.574		1.32 m³	1.31 m³	05HAC00015_S
0.30x0.60-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	P223_InSituConcrete	05HHU	BLOQUE QUIRÚRGICO	P04	7.160	05HHU00160_S	1.08 m³	1.23 m³	05HAC00015_S
0.40x1.20-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	P223_InSituConcrete	05HHU	BLOQUE QUIRÚRGICO	P04	36.480	05HHU00160_S	17.42 m³	17.51 m³	05HAC00015_S
0.40x1.20-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	P223_InSituConcrete	05HHU	BLOQUE QUIRÚRGICO	P05	36.480	05HHU00160_S	13.13 m³	17.51 m³	05HAC00015_S
0.40x1.20-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	P223_InSituConcrete	05HHU	BLOQUE QUIRÚRGICO	P06	36.480	05HHU00160_S	17.42 m³	17.51 m³	05HAC00015_S
0.40x1.20-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	P223_InSituConcrete	05HHU	BLOQUE QUIRÚRGICO	P07	36.480	05HHU00160_S	13.13 m³	17.51 m³	05HAC00015_S
0.45x0.60-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	P223_InSituConcrete	05HHU	BLOQUE QUIRÚRGICO	P03	40.700	05HHU00160_S	10.98 m³	10.89 m³	05HAC00015_S
0.45x0.60-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	P223_InSituConcrete	05HHU	BLOQUE QUIRÚRGICO	P04	40.700	05HHU00160_S	10.99 m³	10.89 m³	05HAC00015_S
0.45x0.60-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	P223_InSituConcrete	05HHU	BLOQUE QUIRÚRGICO	P05	40.700	05HHU00160_S	10.99 m³	10.89 m³	05HAC00015_S
0.45x0.60-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	P223_InSituConcrete	05HHU	BLOQUE QUIRÚRGICO	P06	40.700	05HHU00160_S	10.99 m³	10.89 m³	05HAC00015_S

Ilustración 3: Tabla de planificación

Fuente: Propia

Estas tablas de planificación se exportan a Excel, en Excel se realizan las mediciones respectivas y los valores de Excel se introducen en Presto.

Este es normalmente el caso habitual, ya que las exportaciones de los modelos pesados son lentas, lo que ocasiona que no se cierran a tiempo de la entrega, por lo que no se puede trabajar después de exportar con los valores obtenidos.

3.4.1 Limitaciones

La exportación de las tablas no toma mucho tiempo, pero el problema con este método es que todo es muy manual por lo que se puede tener equivocaciones al momento de traspasar la información, lo que se traduce en mediciones erróneas.

3.5 Método Cost-it

Cost-it es un complemento de Revit que genera las mediciones y le presupuesto a partir del modelo BIM (RIB Spain, 2023). Es un método más automático, pero previamente se tiene que tratar la información que se quiere exportar.

En la siguiente imagen se muestra las tablas de mediciones BOQ a revisar previo a la exportación.

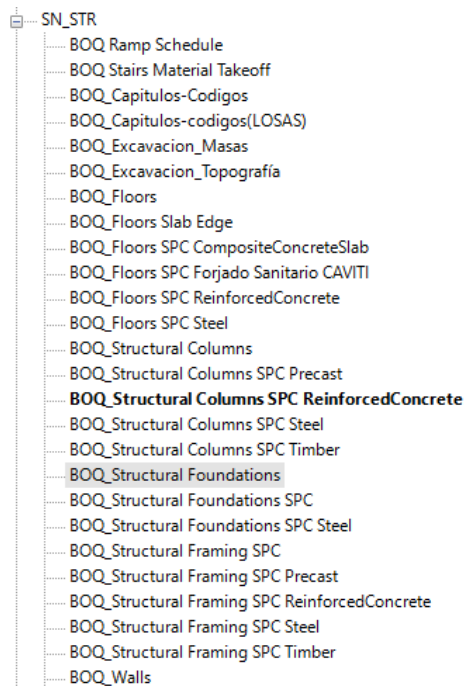


Ilustración 4: Tabla de mediciones BOQ

Fuente: Propia

La vista activa debe ser un 3D donde se vea todo lo que se quiera exportar. Se recomienda exportar solo el contenido de cada modelo por separado y unir las mediciones en Presto.

Exportar desde el 3D por defecto donde todas las categorías están activadas. Se añaden también los elementos:

- Que se hayan ocultado aplicando un filtro o mediante la caja de sección.
- Que no sean visibles al "Ocultar/Aislar temporalmente".
- Que pertenecen a un subproyecto oculto.
- Que pertenecen a una opción de diseño distinta de la activa, para que las demás opciones se puedan utilizar después en Presto.

Si hay elementos seleccionados, solo se exportan estos elementos.

3.5.1 Exportación con Cost-It Layout

En la siguiente imagen se muestra la configuración previa con Cost-it:

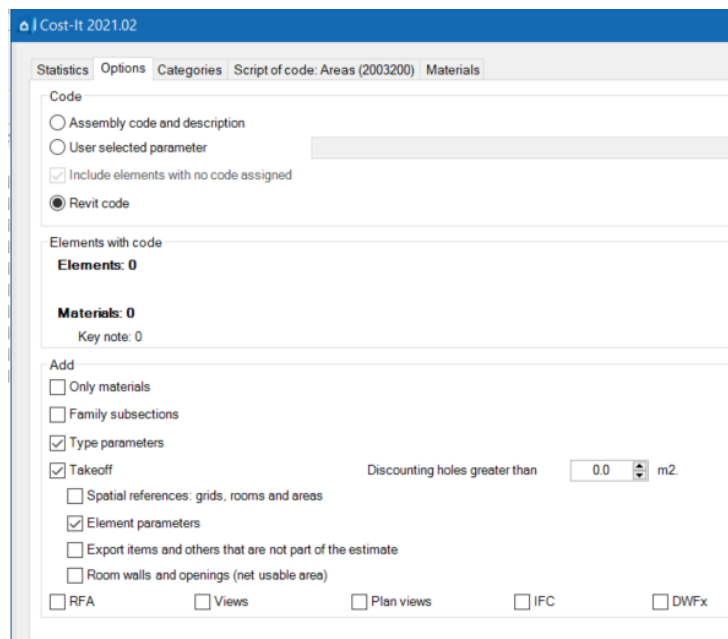


Ilustración 5: Configuración Cost-it

Fuente: Propia

Lo primero que se tiene después de haber seleccionado los elementos que se van a exportar es la ventana de estadísticas, la cual clasifica los elementos del modelo y nos dice la cantidad de estos.

En la siguiente ventana de opciones para la selección de código, se tiene lo siguiente:

“Incluir elementos sin código de unidad de obra asignado” exporta todos los elementos medibles, aunque el parámetro elegido no tenga contenido. Se elige la opción de Código de Revit que siempre existe y es un valor diferente para cada tipo.

La sección de elementos con código calcula el número de elementos y materiales que se va a exportar.

También se eligen las opciones de Parámetros de Tipo. No se selecciona nada en el apartado de descontar los huecos ya que en el área de mediciones de estructuras no es muy común, eso se lo utiliza más en la parte de arquitectura con respecto a los huecos que se generarían por puertas o ventanas en un muro.

Los parámetros de elemento exportan los parámetros de cada elemento, asociados a su línea de medición.

Las pestañas con más importancia en la configuración van a ser la de “Categorías” y la de “Script Code”. En la parte de categorías se va a tener que duplicar, por ejemplo, un pilar de hormigón para cada código diferente que tenga, que en su caso va a ser SNR_BOQCodeConcrete, SNR_BOQCodeFormwork y SNR_BOQCodeReinforcement. Por lo tanto, se duplica 3 veces. En esta ventana también se va a elegir de qué manera se van a tomar las mediciones, en el caso de que el parámetro sea SNR_BOQCodeConcrete, las mediciones las tomará de SNR_Concrete.

ID	Category	Tag	Sub	Elements	Code	Discriminator	Materials	Color	Unit	Measurement	N	Length	Width
31	2001330 Structural Columns	Model		0				12582906	m3	Volume	1		b[OD]Diameter BarDiameter
32	2001330 Structural Columns SN...	Model		0	}\${SNR_BOQCodeConcrete}\$			12582906	m3	User	1	SNR_Concrete	
34	2001330 Structural Columns SN...	Model		0	}\${SNR_BOQCodeReinforcement}\$			12582906	Kg	User	1	SNR_Concrete	SNR_RebarRatioByVolume
35	2001330 Structural Columns SN...	Model		0	}\${SNR_BOQCodeFormwork}\$			12582906	m2	User	1	SNR_Formwork	

Ilustración 6: Categorías Cost-it

Fuente: Propia

Para que Cost-it pueda clasificar qué línea de medición va a tomar según el código del elemento se introducen unos códigos en la ventana de Script of code.

- Consideraciones en Scripts

Aquí se tienen ejemplos de cómo se ven los fragmentos de código y su interpretación:

```

${SNR_BOQCodeConcrete}$ != "" ? ${SNR_BOQCodeConcrete}$ : null
    
```

Ilustración 7: Consideraciones en Script

Fuente: Propia

- `}${SNR_BOQCodeConcrete}$!= "" ? ${SNR_BOQCodeConcrete}$: null`

Se lee como si SNR_BOQCodeConcrete este relleno con un valor distinto a nada, su medición ira a la partida SNR_BOQCodeConcrete, en caso contrario no se mide.

```

Result = null;
if (${SNR_BOQCodeConcrete}$ != "" && ${Comentarios de tipo}$ != "FOUNDATION SLAB")
{
    Result = ${SNR_BOQCodeConcrete}$;
}
    
```

Ilustración 8: Consideraciones en Script

Fuente: Propia

- `Result = null; if (${SNR_BOQCodeConcrete}$!= "" && ${Type Comments}$!= "FOUNDATION SLAB"){ Result = ${SNR_BOQCodeConcrete}$;}`

Se lee como **BOQCodeConcrete** este relleno y **type Comments** es igual a **FOUNDATION SLAB** su medición ira a la partida SNR_BOQCodeConcrete, en caso contrario no se mide.

3.5.2 Procedimiento en Presto

Una vez se exporta con Cost-it se realizan los siguientes pasos:

1. El primer paso es actualizar los conceptos, para esto se selecciona una plantilla donde se tiene toda la información a la que se quiere actualizar.

2. Después se debe "Reestructurar por partidas" aquí también se elige una plantilla de la cual va a tomar la información con respecto a los códigos de partida.
3. Vista en Árbol con esquema de Capítulo y Partidas.
4. Mediciones Reestructurar.

3.5.3 Limitaciones

El mayor inconveniente con este método es el tiempo que se tarda en exportar la información desde Revit hacia Presto, ya que, al tratarse de proyectos grandes con muchos elementos, el proceso puede tardar horas, lo que representa un problema de eficiencia.

4 Propuesta de método de medición con archivo IFC

Conociendo los métodos actuales y sus inconvenientes, lo que se propone es poder medir y obtener el presupuesto del proyecto con un archivo IFC, exportado desde un modelo 3D en el programa Revit. Esto se pretende hacer para poder conocer las ventajas de este método y poder compararlo con los métodos actuales.

4.1 Descripción del proyecto

La elección de este proyecto, un edificio de grandes dimensiones se fundamenta en la complejidad estructural que presenta, dado el elevado número de vigas, columnas tanto de hormigón como de acero. Elementos como muros, pilotes, losas, etc. Esta característica permite realizar un análisis comparativo más amplio y detallado entre los diferentes métodos utilizados para la medición y elaboración del presupuesto.

- **Estructura:** El edificio estará dividido en cuatro torres con 15 plantas cada una (12 sobre rasante y tres sótanos). Se distribuirá en once áreas funcionales: Ambulatoria, Quirúrgica, Hospitalización, Cuidados Intensivos, Urgencias, Radioterapia, Diagnóstica, Apoyo Clínico, Investigación y Docencia, Atención al Paciente y Áreas no asistenciales.

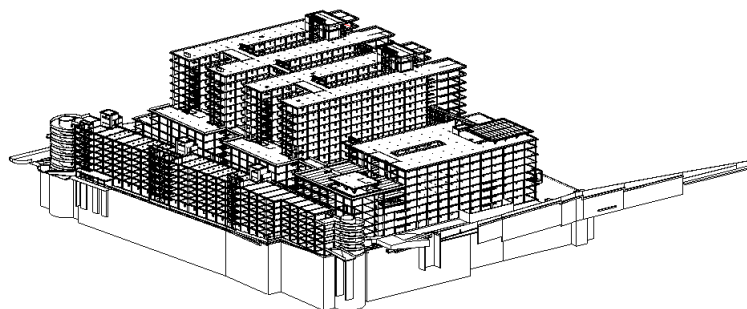


Ilustración 9: Modelo 3D Proyecto

Fuente: Propia

4.2 Parámetros de código que deben cumplir las familias de Revit para el proyecto.

Para realizar la comparación las mediciones y presupuesto con los 3 diferentes métodos, se va a realizar solamente con la parte de Estructura y Cimentación del proyecto de ingeniería. Por lo que no se va a incluir el edificio de aparcamiento.

Cada parámetro SNR_BOQCode tiene la información de los códigos de partidas a la que pertenece cada elemento del proyecto.

Por ejemplo, el parámetro SNR_BOQCodeConcrete para una viga de hormigón tiene la partida:

- **05HHP00160_S**: *HORMIGÓN PARA ARMAR HA/45/F/20/XC1 EN PILARES EN INTERIOR.*

De esta misma forma todos los diferentes parámetros van a tener sus respectivas partidas.

Los parámetros de texto que se necesitan para el proyecto son:

Vigas y columnas de acero

En Revit se tienen familias de sistema, cargables e in situ, como se mencionó previamente. En el caso de las vigas y columnas de acero, se utilizan familias cargables que fueron previamente modificadas para que cumplan con los parámetros necesarios para poder exportarlo a un archivo IFC y que este cuente con la información de cada tipo de perfil.

En la siguiente imagen se pueden ver los parámetros que tiene un perfil de acero de una viga tipo HEB 280, donde los principales para medirlo correctamente son: "SNR_BOQCodeSteelSurface" y "SNR_BOQCodeSteelWeight", estos parámetros cuentan con los códigos de partidas para la medición de la superficie y el peso del perfil. Con estos parámetros se va a poder medir los kg de acero y la superficie de recubrimiento de pintura.

Properties	
Ss_20_20-SteelBeam-HEB-1 HEB 280	
Structural Framing (Other) (1) Edit Type	
Structural	
Stick Symbol Location	Center of Geometry
Start Connection	None
End Connection	None
Cut Length	3.4615
Structural Usage	Other
Camber Size	
Number of studs	
SE_EtiquetasEjemplar	
SE_NombreParaEtiqueta	
Enable Analytical Model	<input checked="" type="checkbox"/>
Dimensions	
DimensionsLength	3.1835
DimensionsLengthCut	3.4615
Length	3.1835
Volume	0.044
Elevation at Top	33.5400
Elevation at Bottom	33.2600
Identity Data	
Image	
Comments	STEEL
Mark	
SNR_IdZone	HELIPUERTO
Workset	SN-EST-VIGAS METÁLICAS
Edited by	
Phasing	
Phase Created	Nueva construcción
Phase Demolished	None
Model Properties	
SNR_SteelSurface	5.815 m ²
SNR_SteelWeight	356.881 kg
SNR_Concrete	
SNR_RebarRatioByVolume	
SNR_Reinforcement	
SNR_Formwork	
SNR_PrecastConcreteLength	

Ilustración 10: Parámetros de perfil de acero HEB

Fuente: Propia

Vigas y columnas de hormigón

Para este caso se tiene los parámetros: SNR_BOQCodeConcrete, SNR_BOQCodeReinforcement y SNR_BOQCodeFormwork, lo que se va a medir es el *volumen* de hormigón, los m^2 de encofrado y los kg de acero de refuerzo.

Cimentaciones profundas

Para los micropilotes se requiere los parámetros: SNR_BOQCodeReinforcement y SNR_BOQCodePileSoil, ya que se requiere medir los kg de acero de refuerzo y los m de camisa de acero.

Escalera

Para la escalera de hormigón se necesitan los parámetros: SNR_BOQCodeConcrete, SNR_BOQCodeReinforcement y SNR_BOQCodeFormwork. Aquí se va a medir el *volumen* de hormigón, los m^2 de encofrado y los kg de acero de refuerzo.

Para las escaleras metálica solamente se utiliza el parámetro: SNR_BOQCodeSteelSurface.

Forjado y losa

Para los siguientes elementos que son losas, suelos, muros se utiliza familias de sistema.

Para no tener familias in situ, a esta se la crea en una familia modelada in situ ya sea de un elemento de viga o pilar y se convierte en una familia cargable.

Para el forjado y losa se necesitan los parámetros: SNR_BOQCodeConcrete, SNR_BOQCodeReinforcement, SNR_BOQCodeFormwork y SNR_BOQCodeSteelSurface. Aquí se va a medir el *volumen* de hormigón, los m^2 de encofrado, los *kg* de acero de refuerzo y la superficie de acero.

Para el forjado de chapa también se utiliza el parámetro SNR_BOQCodeConcrete, pero en ese caso se lo mide en m^2 .

Solera

Para la solera que en este proyecto es el hormigón de limpieza se requiere el parámetro: SNR_BOQCodeBliding ya que lo que se requiere medir es el *volumen* de hormigón.

Muros

Para los muros se necesitan los parámetros: SNR_BOQCodeConcrete, SNR_BOQCodeReinforcement y SNR_BOQCodeFormwork y para algunos muros el de SNR_BOQCodeWaterproof. Aquí se va a medir el *volumen* de hormigón, los m^2 de encofrado (en el caso de Formwork y Waterproof) y los *kg* de acero de refuerzo.

4.3 Parámetros de mediciones que deben cumplir para el proyecto.

Los parámetros de mediciones tipo SNR que se necesarios para el proyecto:

Estructura de hormigón:

- SNR_Concrete
- SNR_Reinforement
- SNR_Formwork
- SNR_RebarRatioByVolume

Cimentaciones profundas (Pilotes)

- SNR_PileLenghtSoil
- SNR_Bliding
- SNR_RebarRatioByVolume
- SNR_Waterproof

Estructura metálica:

- SNR_SteelWeight



- SNR_SteelSurface

También existen los parámetros propios de Revit que se necesitan para la medición de elementos como muros, losas, suelos, etc. Estos son los siguientes:

- Volume
- Area
- Length

A continuación, se presenta una tabla de resumen con el tipo de familia, los elementos del modelo, sus parámetros de código, de medición y sus respectivas unidades:



Familia		Elemento	Parámetro de texto	Parámetro de medición	Unidades
FAMILIAS CARGABLES	STRUCTURAL FRAMING	Viga de hormigón	SNR_BOQCodeConcrete	Volume	m3
			SNR_BOQCodeReinforcement	SNR_Reinforcement	kg
			SNR_BOQCodeFormwork	SNR_Formwork	m2
		Viga de acero	SNR_BOQCodeSteelSurface	SNR_SteelSurface	m2
			SNR_BOQCodeSteelWeight	SNR_SteelWeight	kg
	STRUCTURAL COLUMNS	Columna de hormigón	SNR_BOQCodeConcrete	SNR_Concrete	m3
			SNR_BOQCodeReinforcement	SNR_Reinforcement	kg
			SNR_BOQCodeFormwork	SNR_Formwork	m2
		Columna de acero	SNR_BOQCodeSteelSurface	SNR_SteelSurface	m2
			SNR_BOQCodeSteelWeight	SNR_SteelWeight	kg
	STRUCTURAL FOUNDATIONS	Pilotes	SNR_BOQCodeReinforcement	Volume * SNR_RebarRatioByVolume	kg
			SNR_BOQCodePileSoil	SNR_PileLengthSoil	m

Tabla 6: Parámetros para familias cargables



Familia		Elemento	Parámetro de texto	Parámetro de medición	Unidades
FAMILIAS DE SISTEMA	BASIC WALL	Muro	SNR_BOQCodeConcrete	Volume	m3
			SNR_BOQCodeReinforcement	Volume * SNR_RebarRatioByVolume	
			SNR_BOQCodeFormwork	Area	m2
			SNR_BOQCodeWaterproof	Area	
	STRUCTURAL FOUNDATIONS	Hormigón de limpieza	SNR_BOQCodeBliding	Volume	m3
		Losa de cimentación	SNR_BOQCodeConcrete	Volume	m3
			SNR_BOQCodeReinforcement	Volume * SNR_RebarRatioByVolume	kg
			SNR_BOQCodeFormwork	Area	m2
			SNR_BOQCode_SteelSurface	SNR_SteelSurface	m2
	FLOOR	Forjados de hormigón	SNR_BOQCodeConcrete	Volume	m3
			SNR_BOQCodeReinforcement	Volume * SNR_RebarRatioByVolume	kg
			SNR_BOQCodeFormwork	SNR_Formwork	m2
		Forjados de chapa colaborante	SNR_BOQCodeConcrete	Area	m2
	STAIRS	Escalera de hormigón	SNR_BOQCodeConcrete	Volume	m3
			SNR_BOQCodeReinforcement	Volume * SNR_RebarRatioByVolume	kg
			SNR_BOQCodeFormwork	SNR_Formwork	m2
Escalera metálica		SNR_BOQCodeSteelSurface	SNR_SteelSurface	m2	

Tabla 7: Parámetros familias de sistema

4.4 Exportar un archivo IFC desde Revit

Se va a trabajar con el modelo 3D de Revit, donde lo primero es tener una vista en la que solo se tiene los elementos que se quiere exportar en el IFC, que en este caso solo se va a medir la estructura y cimentación, por lo tanto, se desactivan categorías del modelo como la topografía, también las categorías de anotación como los niveles o las secciones de cajón, se debe tener el modelo lo más "limpio" posible.

También se debe tomar en cuenta si el proyecto en Revit está hecho por fases, ya que, si es necesario medir objetos que son temporales o que se van a demoler, se tendrá que exportar las diferentes fases del proyecto. O si es que solo se quiere medir lo "nuevo" cómo en este caso, solo se elige la fase de nueva construcción para su exportación.

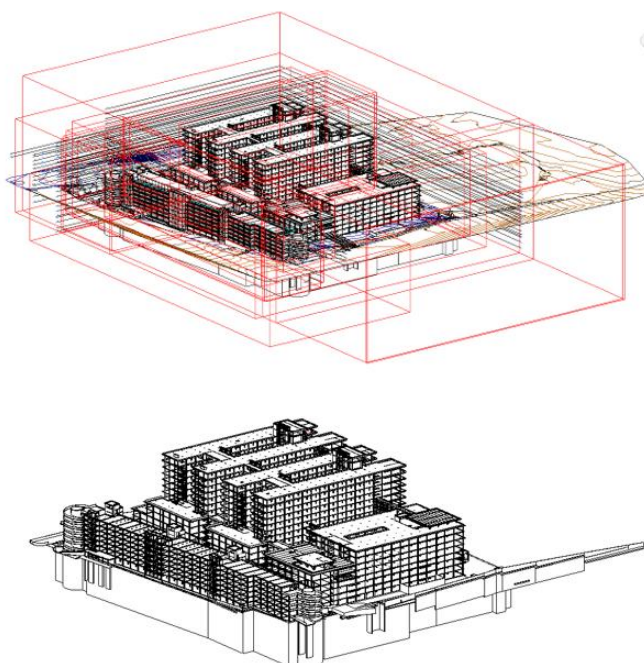


Ilustración 11: Modelo 3D Revit

Fuente: Propia

Algo a tener en cuenta antes de exportar el modelo, es que, si los suelos no están modelados correctamente, al momento de la exportación se los va a exportar por separado con sus mismos valores. Por ejemplo, dentro del modelo en Revit se tiene esta losa de cimentación de 800 mm, se puede ver cómo las dos partes (de color azul) son un mismo elemento y tienen como volumen total 2885,396 m³.

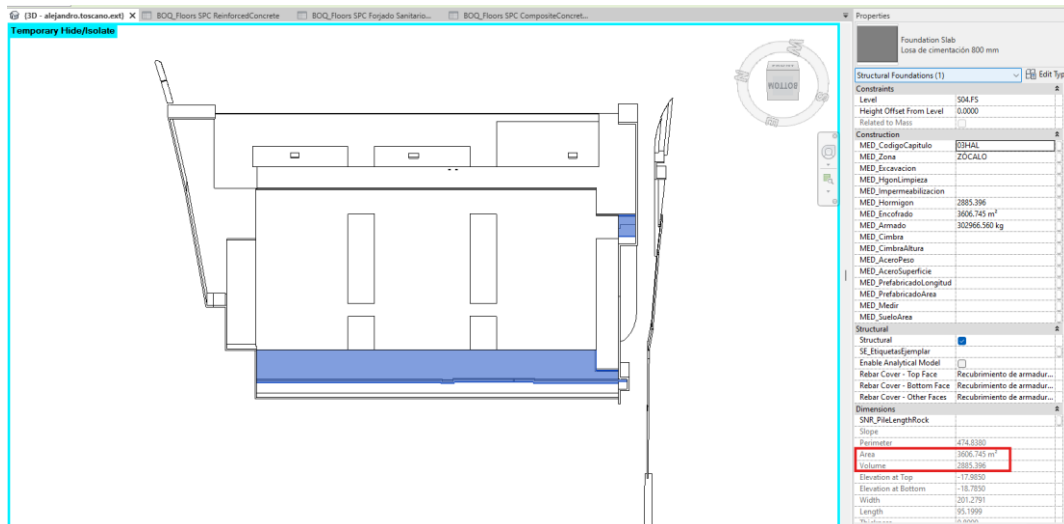


Ilustración 12: Losa de cimentación Revit

Fuente: Propia

Pero, al momento de exportarlo como un archivo IFC, como se ve en la imagen a continuación, lo que se hace es que se separa a la losa como si fueran 2 elementos diferentes, pero cada uno tiene el mismo volumen, lo que está incorrecto y al momento de traspasarlo al presupuesto va a resultar en un error ya que se lo mide como si fueran dos losas.

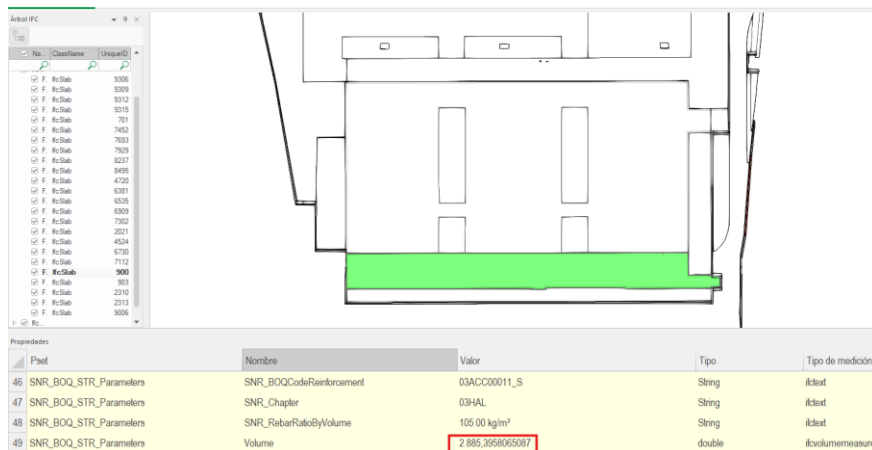


Ilustración 13: Losa de cimentación IFC

Fuente: Propia

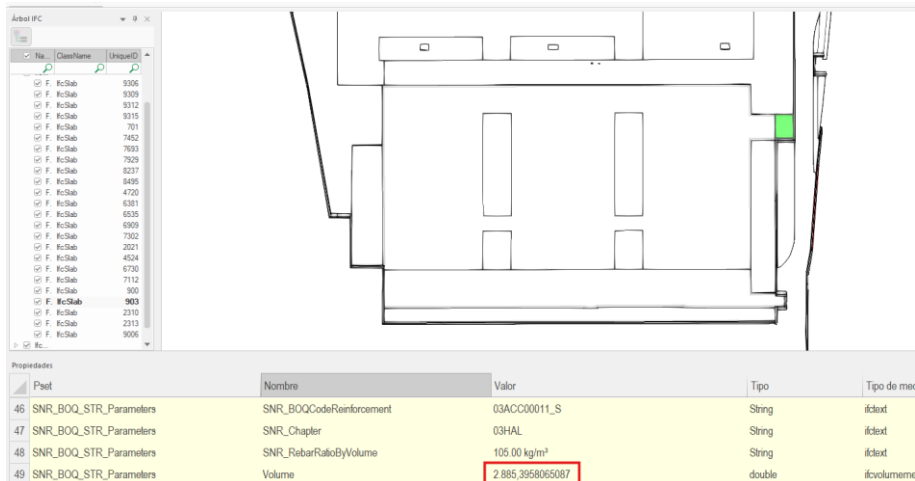


Ilustración 14: Losa de cimentación IFC

Fuente: Propia

Después de realizar pruebas se confirmó que esto solo ocurre en elementos de suelo, pero no en muros ni techos. Sin embargo, es importante revisar que el modelo esté bien hecho antes de la exportación para evitar errores en las mediciones, como se muestra en el diagrama de flujo.

Una vez se tiene listo el modelo 3D se va a configurar las propiedades del IFC, donde se puede elegir una plantilla de Revit, o se puede crear una propia, para este caso se va a crear una propia para posteriormente utilizarla en otros proyectos con los parámetros SNR.

La configuración posterior va a depender de las necesidades de cada proyecto, pero en aspectos generales como el tipo de versión IFC se elige el "IFC 2X3 Coordination View" ya que como se explicó previamente esta versión es la más utilizada para trabajar con Revit. Ya que cada proyecto se modela en coordenadas específicas, se selecciona "Shared Coordinates" para que esta información también se encuentre en el archivo IFC a exportar. Y también ya que este proyecto cuenta con elementos de acero, se elige la opción en la que incluye este tipo de elementos.

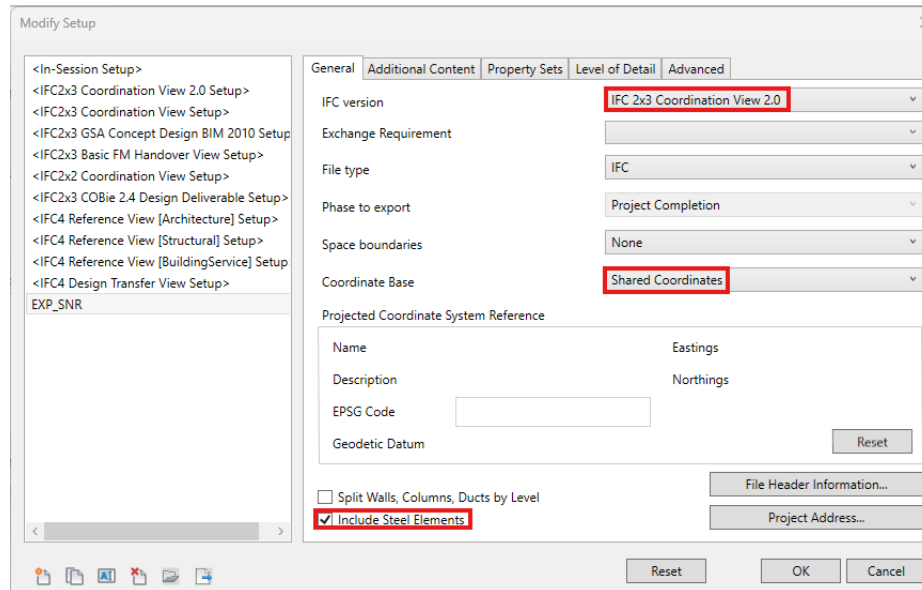


Ilustración 15: Configuración general archivo IFC

Fuente: Propia

En la ventana de "Additional Content" se tacha únicamente la opción de exportar solo los elementos visibles en la vista 3D, ya que previamente se "limpio" el proyecto y se elegio únicamente los elementos que se necesita medir.

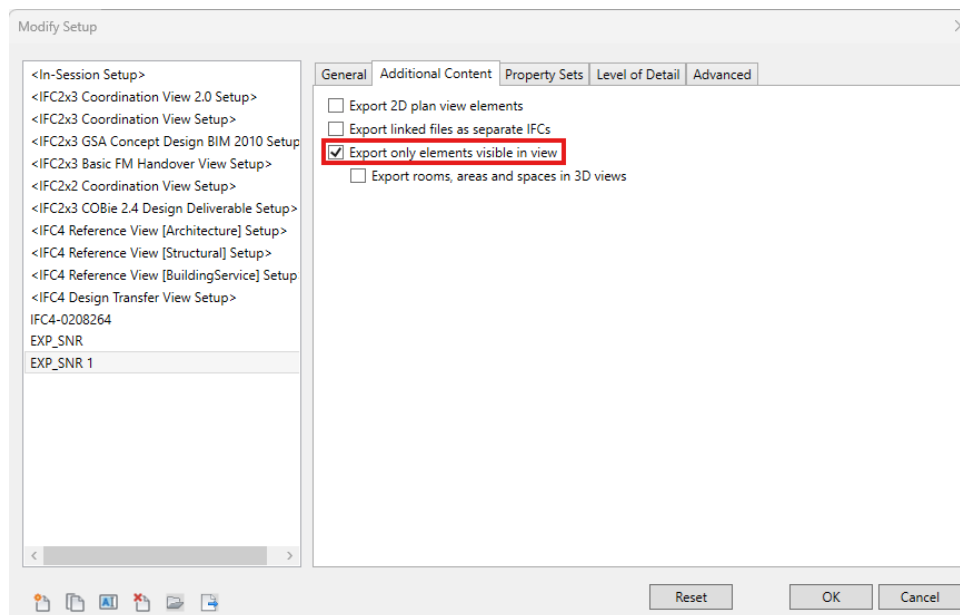


Ilustración 16: Additional Content

Fuente: Propia

En la ventana de "Property Sets" es donde se va a poder elegir los parámetros de códigos y mediciones explicados previamente, esto se lo hace mediante un archivo .txt donde se encuentra toda la información.

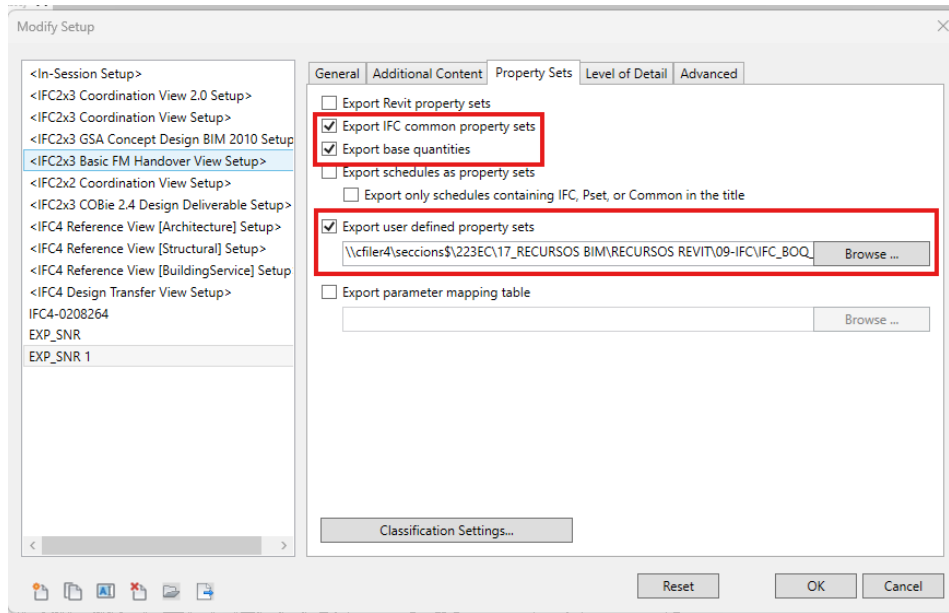


Ilustración 17: Property Sets

Fuente: Propia

Este paso es fundamental ya que, si falta algún parámetro de texto, de medición o de ubicación en el archivo .txt al momento de exportar el IFC esta información se va a perder y por lo tanto las mediciones van a ser incorrectas.

Este archivo .txt se lo va a poder utilizar para cualquier proyecto ya que los proyectos usan familias con parámetros compartidos.

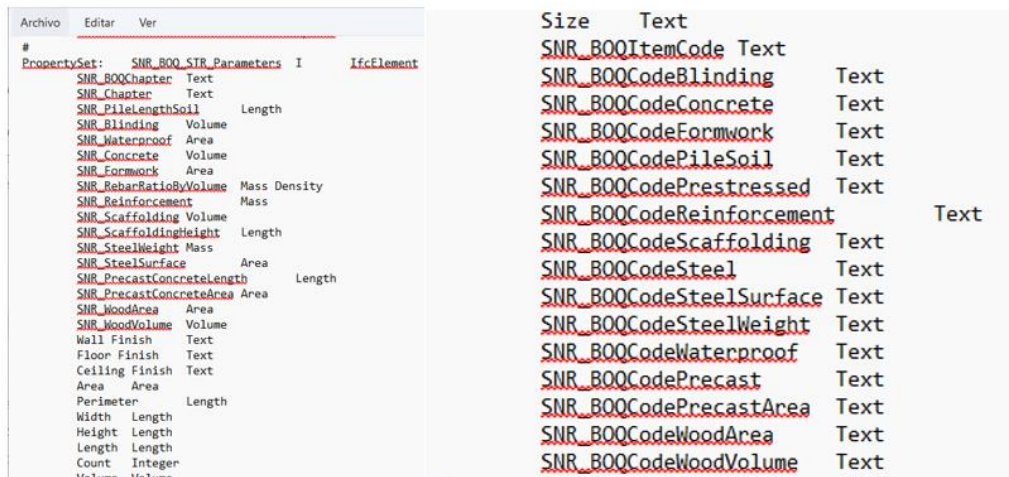


Ilustración 18: Códigos en archivo txt.

Fuente: Propia

Una vez definidos los parámetros que se quieren exportar, la configuración está completa. Es mejor tener todos los parámetros existentes, ya que una vez se exporte el programa clasifica que elementos tienen o no esos parámetros y con esto no se pierde información.

Por ejemplo, para una viga de hormigón solamente se va a tomar los siguientes parámetros de SNR_BOQCodeConcrete, SNR_BOQCodeReinforcement y SNR_BOQCodeFormwork. Y no tomaría el parámetro SNR_BOQCodeWoodArea, ya que este es solo para elementos de madera.

4.5 Metodología para mediciones de un archivo IFC en presto

Presto IFC soporta las versiones IFC2x3, IFC4 e IFC4x3 en el formato de archivo de texto conocido como Step Physical File. Presto IFC se ha probado, entre otros, con los siguientes programas:

- Graphisoft: ArchiCAD
- Nemetschek: Allplan, VectorWorks
- Bentley: OpenBuildings Designer
- Autodesk: Revit, Civil 3D
- ACCA: Edificius
- ISTRAM
- Aplitop
- Tekla
- DDS-CAD
- SolidWorks

Presto IFC tiene dos componentes:

- Open-IFC, visualizador integrado con todas las versiones de Presto
- Cost-IFC, que extrae las mediciones y requiere una licencia independiente.

4.6 Open-IFC

Open-IFC es un visualizador que nos ayudará a analizar el modelo, podremos ver todos los elementos, sus propiedades, etc.

Esta sería la vista del archivo IFC dentro del visualizador de Presto. Este visualizador se lo puede trabajar junto con Cost-IFC, donde se podrá seleccionar elementos y ver donde se encuentra dentro del modelo 3D.

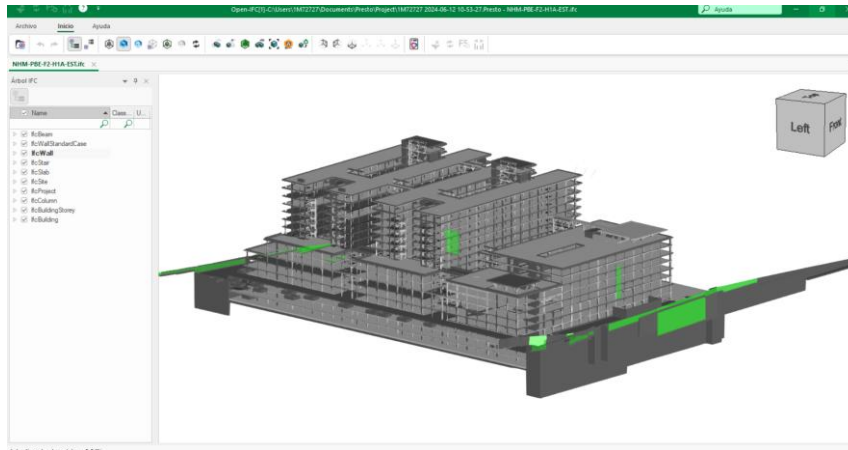


Ilustración 19: Modelo 3D en Cost-IFC

Fuente: Propia

4.7 Cost-IFC

En Cost-IFC es donde se va a poder realizar el presupuesto.

Después de abrir el archivo IFC en el cual vamos a trabajar será necesario abrir otro archivo nuevo de Presto donde se tendrá una plantilla en la cual se tenga los códigos de partidas con los que se va a trabajar. Esto servirá para extraer la información de los códigos desde el Presto donde se tiene el IFC.

Código	NatC	Resumen	CanPres	Ud	Pres	ImpPres
HMF2_V00		HOSPITAL DE MÁLAGA FASE 2 V01	1			
1 02	☐	ACONDICIONAMIENTO DE TERRENOS	1		0	0
2 03	☐	CIMENTACIONES	1		0	0
3 05	☐	ESTRUCTURAS	1		0	0

Ilustración 20: Cost-IFC

Fuente: Propia

Una vez abierto el archivo IFC en Cost-IFC se tiene la siguiente pantalla donde clasifica todos los elementos del proyecto (vigas, pilares, losas, muros, escaleras), como se puede ver en la imagen el Código IfcBeam nos dice que hay 8804 objetos de vigas, independientemente de su material. Para este proyecto en específico solo existen vigas de acero y de hormigón.

Exp	Clase	Código	Resumen	Objetos	Partidas	GuidAux	Comentario	Mark	RedParc	Ud
1	lfcBeam	lfcBeam	Viga	8804	1				3	
2	lfcBuilding	lfcBuilding	Construcción	1	1				3	
3	lfcBuildingEle...	lfcProxy	Elemento constructivo indeterminado	33	1				3	
4	lfcBuildingSto...	lfcBuildingStorey	Nivel (Planta)	20	1				3	
5	lfcColumn	lfcColumn	Pilar	6052	1				3	
6	lfcPlate	lfcPlate	Placa	64	1				3	
7	lfcSite	lfcSite	Lugar, emplazamiento, solar, terreno	1	1				3	
8	lfcSlab	lfcSlab	Forjado, losa, solera	451	1				3	
9	lfcStair	lfcStair	Escalera	92	1				3	
10	lfcWall	lfcWall	Muro	30	1				3	
11	lfcWallStand...	lfcWallStandardCase	Caso de muro estándar	2283	1				3	

Ilustración 21: Clasificación de elementos

Fuente: Propia

En la misma pantalla se abren las ventanas de "Propiedades" y de "Partidas".

En la parte de "Propiedades" se tiene toda la información de cada elemento, la columna Pset son los grupos o el conjunto de propiedades al que pertenece esa propiedad. Luego se tiene la columna de Propiedad donde se encuentran todos los parámetros, aquí se podrán encontrar los parámetros SNR que se habían puesto en el archivo .txt previo a la exportación del archivo IFC. Se podrá también ver el tipo de variable de propiedad, su unidad de medición el número de valores distintos para cada parámetro y por último todos los valores de cada parámetro.

En la ventana de "Partidas" se tiene el código de la unidad de obra y el resumen que se va a generar.

Exp	Clase	Código	Resumen	Objetos	Partidas	GuidAux	Comentario	Mark	RedParc	Ud	A-N	B-Longitud	C-Anchura	D-Altura	Formula	Cantidad	BIM/Long	BIM/Sup	BIM/Vol	BIM/P	
1	lfcBeam	lfcBeam	Viga	8783	4				3												
2	lfcBuilding	lfcBuilding	Construcción	1	1				3												
3	lfcBuildingStorey	lfcBuildingStorey	Nivel (Planta)	20	1				3												
4	lfcColumn	lfcColumn	Pilar	5990	1				3												
5	lfcSite	lfcSite	Lugar, emplazamiento, solar, terreno	1	1				3												
6	lfcSlab	lfcSlab	Forjado, losa, solera	444	1				3												
7	lfcStair	lfcStair	Escalera	90	1				3												
8	lfcWall	lfcWall	Muro	29	1				3												
9	lfcWallStandard	lfcWallStandardCase	Caso de muro estándar	2285	1				3												

UO	Pset	Propiedad	Tipo	TipoMedición	N	Nuevos Tipos	Valor	Exp	Linea	Código	Resumen	SNR_BOQ_STR_Parameter
40	Pset_BeamCommon	Reference	String	íctabel	87	MEN		1	1254	05H-U00160_S	05H-U00160_S	05H-U00160_S
41	Pset_BeamCommon	Slope	double	DEGREE	94	NA		2	3	05H-U00161_S	05H-U00161_S	05H-U00161_S
42	Pset_BeamCommon	Span	double	íctpositivele...	1217	NA		3	35	05H-U00162_S	05H-U00162_S	05H-U00162_S
43	Pset_ProductRequirements	Category	String	íctabel	1	Strud		4	7491	NA	NA	NA
44	SNR_BOQ_STR_Parameters	Length	double	METRE	1182	NA						
45	SNR_BOQ_STR_Parameters	SNR_BOQCodeConcrete	String	íctest	4	05HH						
46	SNR_BOQ_STR_Parameters	SNR_BOQCodeFormwork	String	íctest	2	05HE						
47	SNR_BOQ_STR_Parameters	SNR_BOQCodeReinforcement	String	íctest	3	05HA						
48	SNR_BOQ_STR_Parameters	SNR_BOQCodeSteelSurface	String	íctest	3	05AW						
49	SNR_BOQ_STR_Parameters	SNR_BOQCodeSteelWeight	String	íctest	3	05AC						
50	SNR_BOQ_STR_Parameters	SNR_Chapter	String	íctest	2	05AC						
51	SNR_BOQ_STR_Parameters	SNR_Concrete	double	CUBIC_ME...	984	NA						

Ilustración 22: Propiedades y partidas

Fuente: Propia

Se tiene diferentes parámetros de mediciones *SNR* para cada elemento del modelo ya sea de hormigón o de acero, como por ejemplo *SNR_Concrete*, *SNR_Reinforcement*, *SNR_SteelSurface*, etc. Entonces, para poder poner todas estas propiedades se debe duplicar la clase según cuantos tipos de propiedades se tenga.

Para esto, se va a la fila que se quiere duplicar, se da clic derecho y se elige la opción de duplicar clase.

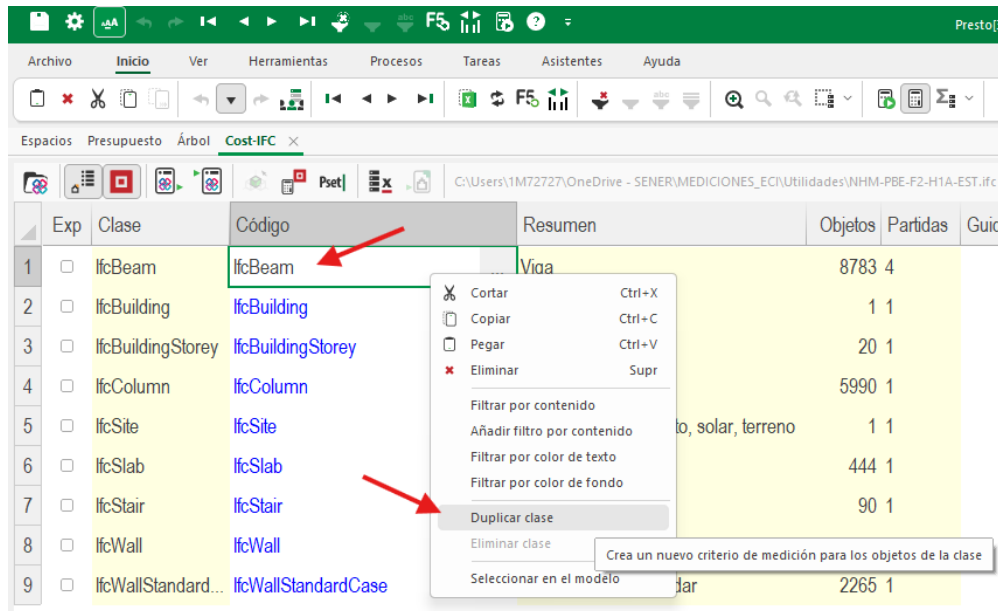


Ilustración 23: Duplicar clases

Fuente: Propia

Después en la ventana de "Propiedades" se selecciona la casilla de "SNR_BOQCode...", y se seleccionan las partidas que corresponden al parámetro que elegimos.

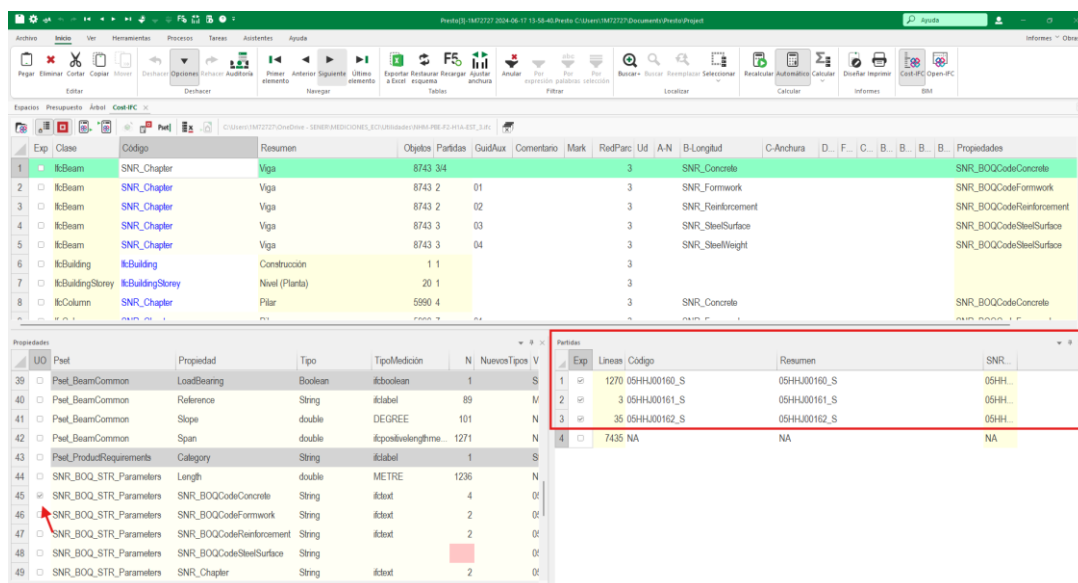


Ilustración 24: Partidas a seleccionar

Fuente: Propia

En los casos en los que el de "SNR_BOQCode...", tiene más de una partida, lo que se hace es ir a los tres puntos en la columna de código y se va a desplegar una ventana donde se encuentre la información de la partida, sus unidades y su resumen. De esta forma se podrá saber a qué medición pertenece cada partida y se podrá elegir correctamente el parámetro de medición correspondiente. Esta información la toma de la plantilla que se abrió previamente.

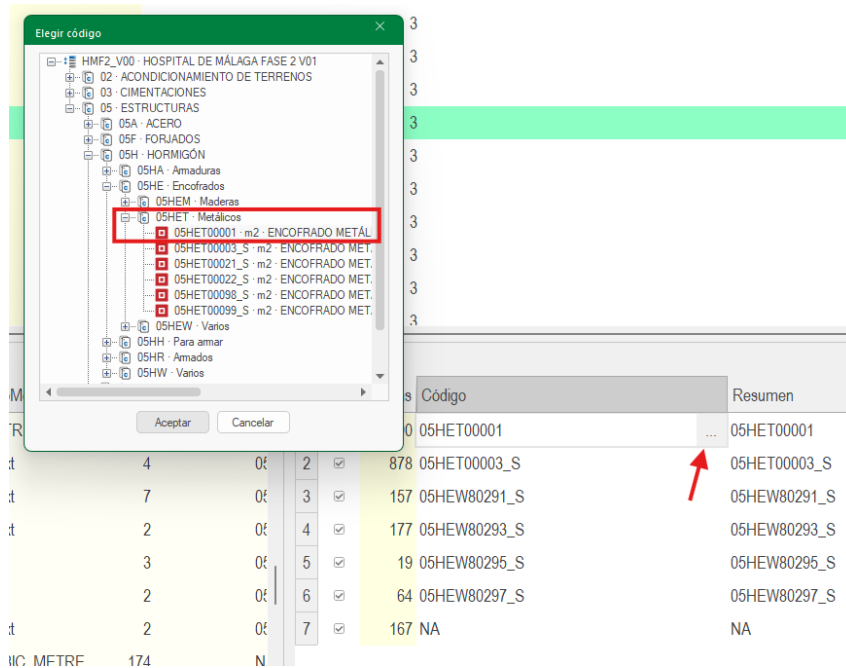


Ilustración 25: Elección de código

Fuente: Propia

Una vez hecho esto, se vuelve a la pantalla de "Propiedades" y se elige el parámetro SNR que tendrá las mediciones, damos clic derecho y elegimos *B-Longitud* (O cualquier columna de medición).

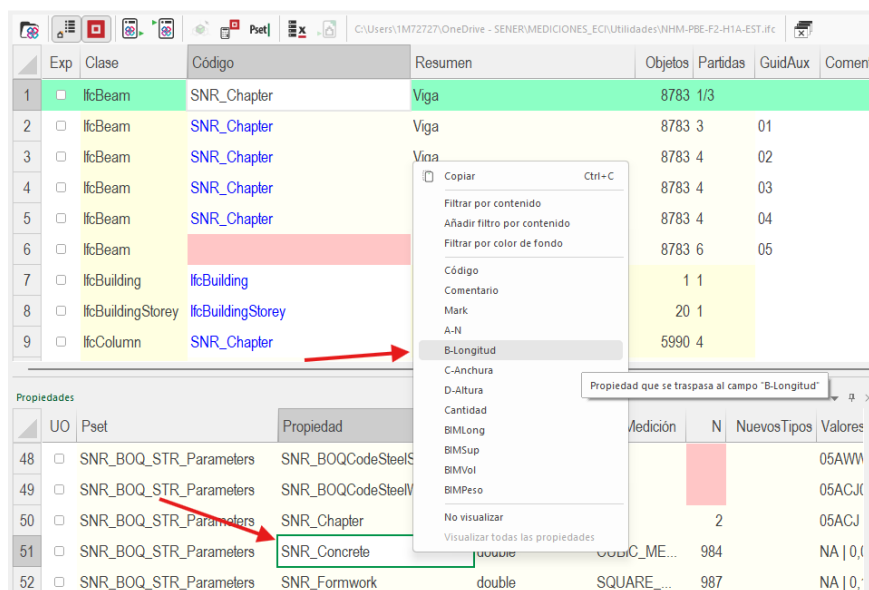


Ilustración 26: Asignar propiedades

Fuente: Propia

Por ejemplo, en este caso el proyecto cuenta con vigas de hormigón y de acero. En una viga de hormigón lo que interesa medir es su volumen de hormigón, sus m^2 de encofrado y su acero de refuerzo, y en una viga de acero se mide su peso en kg y su superficie de pintura. Por lo tanto, se tiene que duplicar la clase 5 veces y las propiedades que vamos a elegir van a ser: *SNR_Concrete*, *SNR_Formwork*, *SNR_Reinforcement*, *SNR_SteelSurface* y *SNR_SteelWeight*. Todas estas propiedades SNR deben ir en una fila diferente para posteriormente traspasarlo al presupuesto.

Exp	Clase	Código	Resumen	Objetos	Partidas	GuidAux	Comentario	Mark	RedParc	Ud	A-N	B-Longitud
1	lfcBeam	lfcBeam	Viga	8804	3/4		ObjectType			3		SNR_Concrete
2	lfcBeam	lfcBeam	Viga	8804	1/2	01	ObjectType			3		SNR_Formwork
3	lfcBeam	lfcBeam	Viga	8804	1/2	02	ObjectType			3		SNR_Reinforcement
4	lfcBeam	lfcBeam	Viga	8804	2/3	03	ObjectType			3		SNR_SteelSurface
5	lfcBeam	lfcBeam	Viga	8804	2/3	04	ObjectType			3		SNR_SteelWeight

Ilustración 27: Duplicar elementos

Fuente: Propia

Como se puede ver en la imagen, cada parámetro de texto va con su parámetro de medición correspondiente.

B-Longitud	C-Anchura	D...	F...	C...	B...	B...	B...	B...	Propiedades
SNR_Concrete									SNR_BOQCodeConcrete
SNR_Formwork									SNR_BOQCodeFormwork
SNR_Reinforcement									SNR_BOQCodeReinforcement
SNR_SteelSurface									SNR_BOQCodeSteelSurface
SNR_SteelWeight									SNR_BOQCodeSteelWeight

Ilustración 28: Códigos de partidas

Fuente: Propia

Puede que el parámetro "SNR_BOQCodeConcrete" tenga partidas con mediciones en m^3 , m^2 o m , y no siempre su parámetro va a llevar el mismo nombre, ya que el parámetro "Volume" también tiene sus mediciones en m^3 , el parámetro de "Area" tiene sus mediciones en m^2 y el parámetro de "Length" tiene sus mediciones en m , por lo tanto, el parámetro de "SNR_BOQCodeConcrete" podría tener el parámetro de medición "SNR_Concrete", "Volume", "Area" o "Length". Lo importante es saber que partidas lleva este parámetro y según eso escoger la medición correspondiente.

Clase	Código	Resumen	B-Longitud
lfcStair	SNR_Chapter	Escalera	86 3/4
lfcStair	SNR_Chapter	Escalera	86 1/2 01
lfcStair	SNR_Chapter	Escalera	86 1/4 02
lfcWall	SNR_Chapter	Muro	28 2
lfcWall	SNR_Chapter	Muro	28 1 01

Ilustración 29: Clasificación de parámetros

Fuente: Propia

Para casos donde se necesite multiplicar valores se deben colocar las mediciones en diferentes columnas, por ejemplo, para las losas la armadura no está en la propiedad de "SNR_Reinforcement", ya que es la multiplicación de el Ratio por el volumen, lo que nos da el peso en kg. Para esto debemos ir a "Propiedades" y seleccionamos "Volume" en "B-Longitud" y "SNR_RebarRatioByVolume" en "C-Anchura", así al momento de traspasarlo al presupuesto estos valores se van a multiplicar y darán la medición en la unidad requerida.

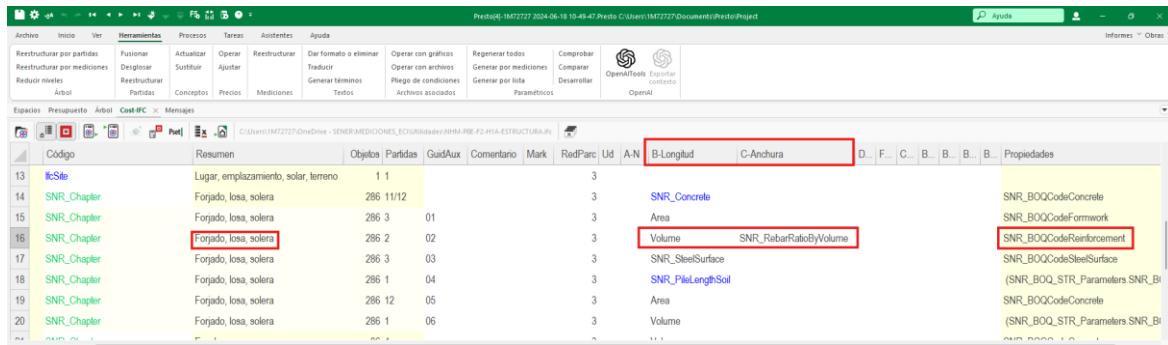


Ilustración 30: Multiplicar propiedades

Fuente: Propia

Una vez definidos todos los parámetros en la ventana de "Propiedades" se busca "SNR_GeneralParameters" la propiedad de "Type" u "ObjectType", se da clic derecho y se la traspasa a Comentario. Esto se realiza para todos los elementos. Con esto, se va a tener el resumen de cada elemento que se va a medir al momento de reestructurarlo con Presto.

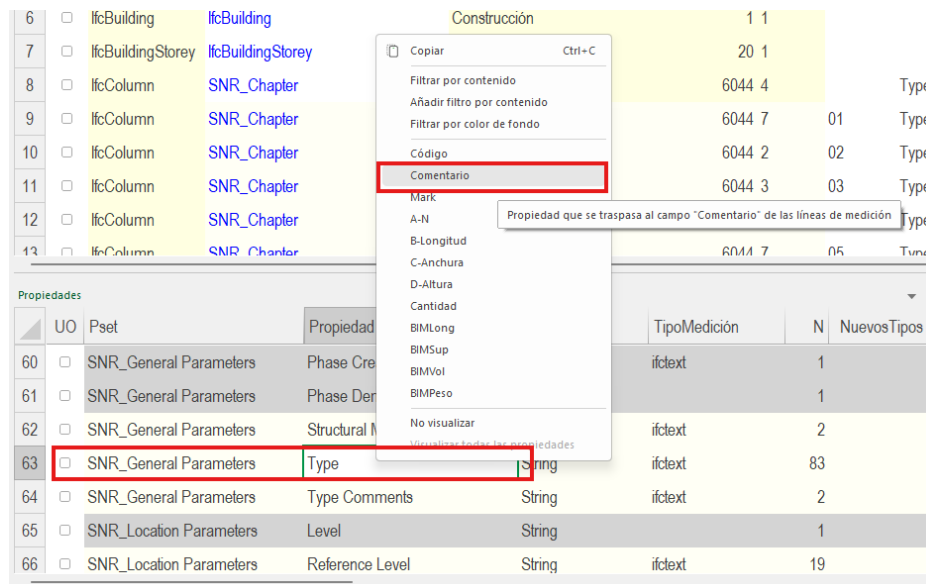


Ilustración 31: Copiar comentario de propiedades

Fuente: Propia

Para poder utilizar nuevamente la plantilla se tiene la opción de guardar, para esto se da clic en "Guardar Perfil" y con esto cada vez que se necesite modificar algo o si por alguna razón se actualizó el IFC del

proyecto con nuevos elementos se va a “Cargar Perfil” y se abre la plantilla que se había guardado, así no se tendrá que hacer todo desde cero. Esta plantilla se la puede utilizar en otro tipo de proyectos, ya que la gran mayoría, en la parte de estructuras va a contar con elementos de vigas, pilares, losas, escaleras, muros y en todos se mide lo mismo.

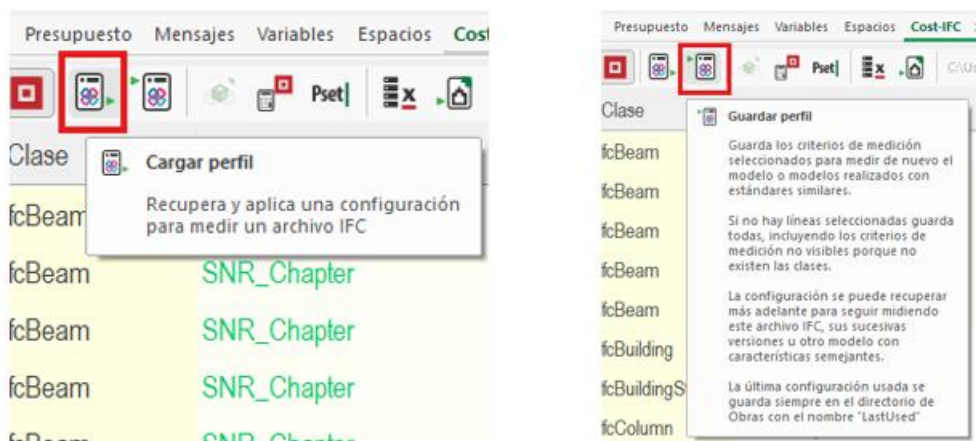


Ilustración 32: Guardar y cargar perfil

Fuente: Propia

Con todo esto realizado, se marcan las casillas de lo que vamos a traspasar y se da clic en “Traspasar al presupuesto”.

Exp	Clase	Código	Resumen	Objetos	Partidas	GuidAux	Comentario
<input checked="" type="checkbox"/>	lfcBeam	lfcBeam	Viga	8804	3/4		ObjectType
<input checked="" type="checkbox"/>	lfcBeam	lfcBeam	Viga	8804	1/2	01	ObjectType
<input checked="" type="checkbox"/>	lfcBeam	lfcBeam	Viga	8804	1/2	02	ObjectType
<input checked="" type="checkbox"/>	lfcBeam	lfcBeam	Viga	8804	2/3	03	ObjectType
<input checked="" type="checkbox"/>	lfcBeam	lfcBeam	Viga	8804	2/3	04	ObjectType
<input type="checkbox"/>	lfcBuilding	lfcBuilding	Construcción	1	1		
<input type="checkbox"/>	lfcBuildingEle...	lfcProxy	Elemento constructivo indeterminado	33	1		
<input type="checkbox"/>	lfcBuildingSto...	lfcBuildingStorey	Nivel (Planta)	20	1		
<input checked="" type="checkbox"/>	lfcColumn	lfcColumn	Pilar	6052	3/4		ObiectType

Ilustración 33: Traspasar presupuesto

Fuente: Propia

El siguiente paso es reestructurarlo por partidas, pero primero se lo debe actualizar, para esto se va a “Herramientas” y se elige “Actualizar”, dentro de esta ventana se elige la plantilla de la que se quiere obtener los datos, y se activa la opción de actualizar todo, y aceptar.

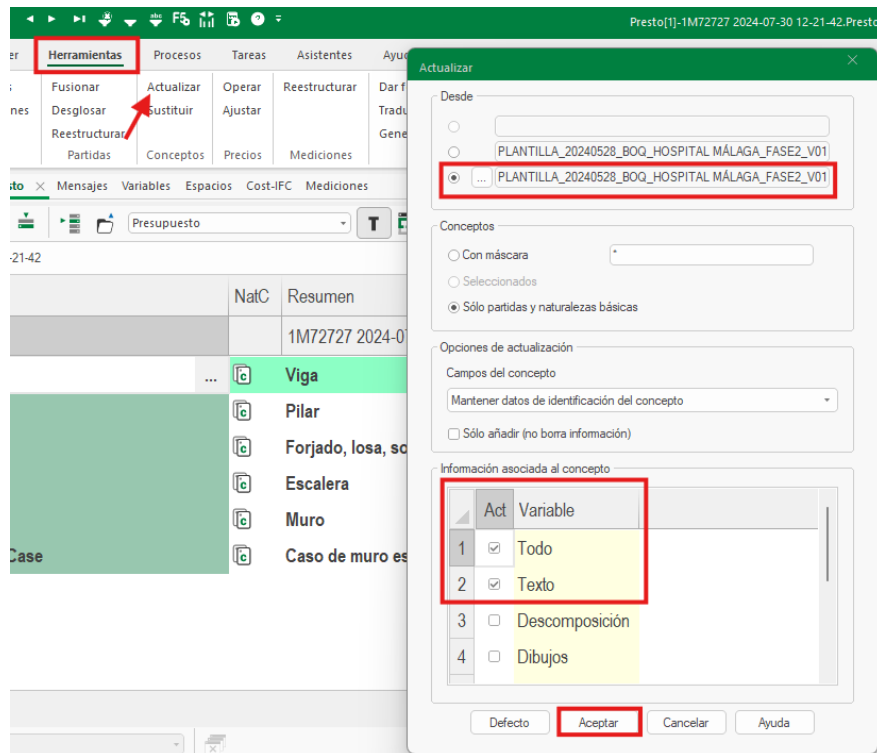


Ilustración 34: Reestructurar por partidas

Fuente: Propia

Una vez hecho esto, se tienen las unidades y el coste total de los elementos del proyecto.

	Código	NatC	Resumen	CanPres	Ud	Pres	ImpPres
	0		1M72727 2024-07-30 12-21-42	1		87.380.245,89	87.380.245,89
1	IfcBeam	...	Viga	1		5.791.782,19	5.791.782,19
2	IfcColumn		Pilar	1		7.644.491,71	7.644.491,71
3	IfcSlab		Forjado, losa, solera	1		59.570.010,20	59.570.010,20
4	IfcStair		Escalera	1		517.576,03	517.576,03
5	IfcWall		Muro	1		284.086,80	284.086,80
6	IfcWallStandardCase		Caso de muro estándar	1		13.572.298,96	13.572.298,96

Ilustración 35: Unidades y coste de proyecto

Fuente: Propia

Una vez hecho esto ya se lo puede reestructurar por partidas, para esto, en la misma pestaña de "Herramientas", y se va a la opción de "Reestructurar por partidas", se elige la plantilla y se da a aceptar.

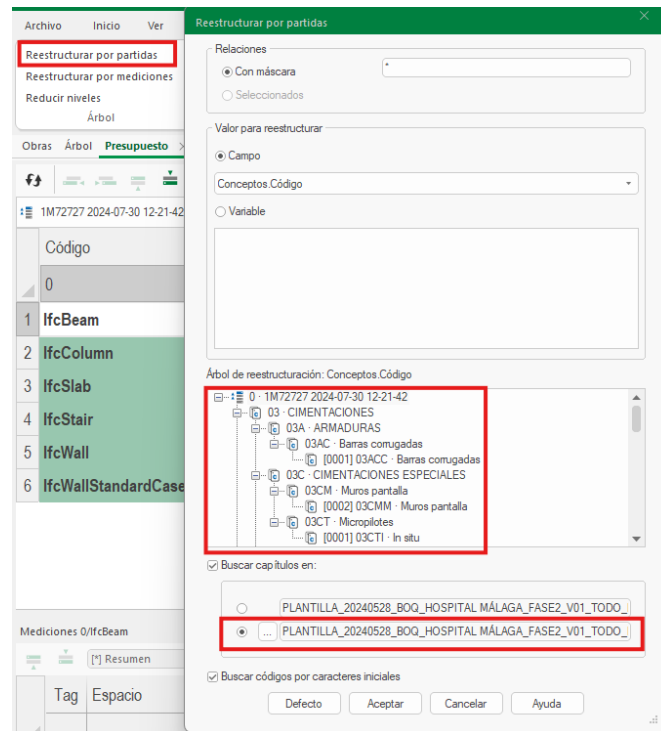


Ilustración 36: Reestructurar por partidas

Fuente: Propia

Y así queda el presupuesto una vez reestructurado, al tener los códigos por capítulo y por partida Pesto lo puede clasificar tal cual a la plantilla con la que trabajamos.

EDT	Código	NaC	Resumen	CanPres	Ud	Pres	ImpPres
1	0	1M72727 2024-07-30 12-21-42		1		87.382.206,77	87.382.206,77
2	03		CIMENTACIONES	1		24.281.713,34	24.281.713,34
3	03A		ARMADURAS	1,00		13.090.907,96	13.090.907,96
4	03C		CIMENTACIONES ESPECIALES	1,00		3.329.464,55	3.329.464,55
5	03E		ENCOFRADOS	1,00		251.877,04	251.877,04
6	03H		HORMIGONES	1,00		7.526.825,30	7.526.825,30
7	03W		VARIOS	1,00		82.638,49	82.638,49
8	05		ESTRUCTURAS	1		63.190.493,43	63.190.493,43
9	05A		ACERO	1,00		3.150.461,99	3.150.461,99
10	05F		FORJADOS	1,00		502.188,10	502.188,10
11	05H		HORMIGÓN	1,00		59.447.843,34	59.447.843,34

Ilustración 37: Presupuesto reestructurado

Fuente: Propia

Otra parte importante es saber dónde se encuentran dentro del proyecto lo que se está midiendo y presupuestando, por lo tanto, se tiene que ir a la pestaña de "Espacios" de la plantilla y se copia y pega los nombres de las ubicaciones en la ventana del Presto donde se va a sacar el presupuesto. Una vez hecho eso, se va a la ventana de "Mediciones" y se va a agregar la columna donde se encuentre la

información de la ubicación de los elementos, que en este caso es el parámetro de SNR_IdZone que como se mencionó previamente es uno de los parámetros que nos indica identificación y localización. Y finalmente se copian todos los valores de la nueva columna que se insertó y se pega en la columna de Espacio, de este modo se va a tener todos los elementos con la ubicación a la que corresponden dentro del modelo.

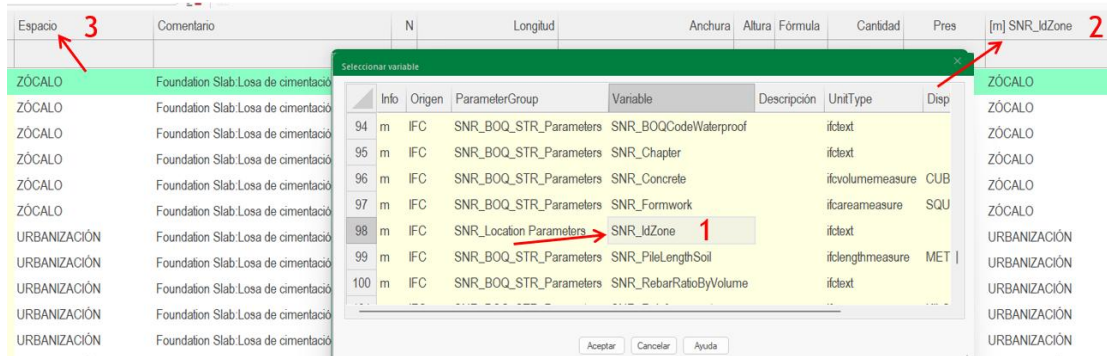


Ilustración 38: ID Zone

Fuente: Propia

Para comprobar esto, se puede abrir el archivo IFC en Open IFC de Presto y se elige cualquier elemento y se da la opción para poder visualizarlo en el modelo 3D. Como en la foto a continuación se muestran elementos de vigas de hormigón las cuales se encuentran en las Torres 1, 2, 3 y 4. Tal y como se puede ver en el modelo 3D.

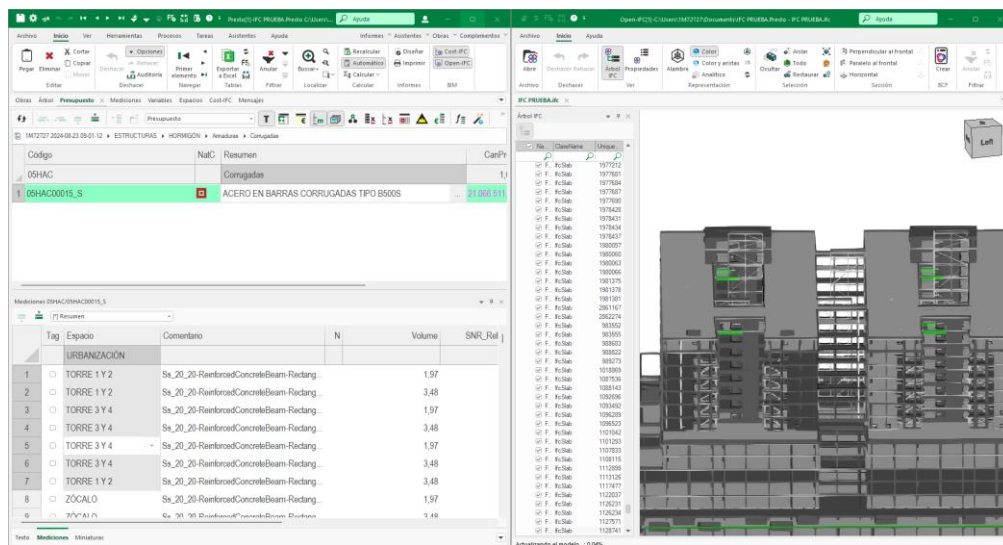


Ilustración 39: Ubicación de elementos en modelo 3D

Fuente: Propia

5 Resultados y análisis

5.1 Comparación de los métodos

Una vez que se conocen todos los métodos utilizados y el nuevo que se pretende implementar, se los compara utilizando el mismo proyecto, para poder ver los pros y contras de cada uno, y si vale la pena implementar el nuevo método de mediciones con archivos IFC.

5.2 Primer método (Exportación de tablas desde Revit)

Se empezó por el método más tradicional, es decir con el de las tablas de planificación. Las tablas de planificación que se van a exportar se las realiza en Revit, y estas cuentan con la información que se necesite obtener, que para este proyecto lo que se necesita es:

- Código de partida por capítulo
- Parámetros SNR_BOQCode
- Parámetros de mediciones
- Parámetros de ubicación
- Comentarios

Se realizó el proceso previamente explicado donde desde Revit y con la ayuda del plugin DiRootsOne se exportaban todas las tablas con los elementos a medir a un Excel. Como se puede ver en la imagen a continuación, en la parte de la izquierda se escogen todas las tablas de planificación que previamente se hicieron en Revit, y en la derecha se pueden ver todos los parámetros que contiene cada tabla, como lo son de volumen, área, superficie, ubicación, etc. Después de elegir todo, se da clic en exportar.

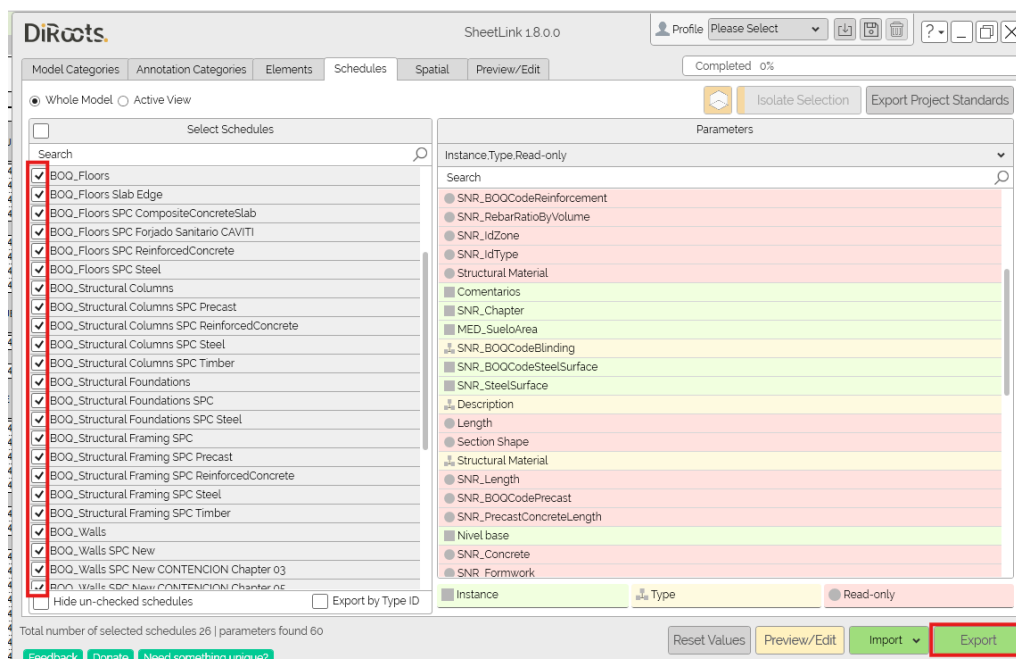


Ilustración 40: DiRoots

Fuente: Propia

Una vez se exporta, esta es la vista que se tiene de las tablas que pasaron de Revit a Excel, como se puede ver en la imagen, se tienen los parámetros de SNR_BOQCode y los valores de sus mediciones, en este caso de Volumen y Área.

Slab	Type ElementId Instance	Structural Material ElementId Type	Comentarios String Instance	SNR_Chapter String Instance	SNR_IdZone String Instance	Level ElementId Instance	Área Double Instance	Volumen Double Instance	MED_SueloArea Double Instance	SNR_BOQCodeConcrete String Instance
4	Ss_30_12-CompositeSlab-E= 200 mm	P223_InSituConcrete	HORM. EXTERIORES. AMBIENTE XC4+XS1	05FWW	HELIPUERTO	P08	104,48713	20,8974259	104,487	05FWW90097_S
5	Ss_30_12-CompositeSlab-E= 200 mm	P223_InSituConcrete	HORM. EXTERIORES. AMBIENTE XC4+XS1	05FWW	HELIPUERTO	P09	589,208713	117,841743	589,209	05FWW90097_S
6	Ss_30_12-CompositeSlab-E= 150 mm	P223_InSituConcrete	HORM. EXTERIORES. AMBIENTE XC4+XS1	05FWW	TORRE 1 Y 2	CUARTO DE MAQUINAS	25,7220429	3,85830643	25,722	05FWW90098_S
7	Ss_30_12-CompositeSlab-E= 150 mm	P223_InSituConcrete	HORM. EXTERIORES. AMBIENTE XC4+XS1	05FWW	TORRE 1 Y 2	CUARTO DE MAQUINAS	14,7757518	2,21636277	14,776	05FWW90098_S
8	Ss_30_12-CompositeSlab-E= 150 mm	P223_InSituConcrete	HORM. EXTERIORES. AMBIENTE XC4+XS1	05FWW	TORRE 1 Y 2	CUARTO DE MAQUINAS	14,8161891	2,2242836	14,816	05FWW90098_S
9	Ss_30_12-CompositeSlab-E= 150 mm	P223_InSituConcrete	HORM. EXTERIORES. AMBIENTE XC4+XS1	05FWW	TORRE 1 Y 2	CUBIERTA	21,9400044	3,29100065	21,94	05FWW90098_S
10	Ss_30_12-CompositeSlab-E= 150 mm	P223_InSituConcrete	HORM. EXTERIORES. AMBIENTE XC4+XS1	05FWW	TORRE 3 Y 4	P06	13,9320019	2,08980029	13,932	05FWW90098_S
11	Ss_30_12-CompositeSlab-E= 150 mm	P223_InSituConcrete	HORM. EXTERIORES. AMBIENTE XC4+XS1	05FWW	TORRE 3 Y 4	P08	23,3086053	3,49629079	23,309	05FWW90098_S
12	Ss_30_12-CompositeSlab-E= 150 mm	P223_InSituConcrete	HORM. EXTERIORES. AMBIENTE XC4+XS1	05FWW	TORRE 3 Y 4	CUARTO DE MAQUINAS	14,7757518	2,21636278	14,776	05FWW90098_S
13	Ss_30_12-CompositeSlab-E= 150 mm	P223_InSituConcrete	HORM. EXTERIORES. AMBIENTE XC4+XS1	05FWW	TORRE 3 Y 4	CUBIERTA	21,9700044	3,29550065	21,97	05FWW90098_S
14	Ss_30_12-CompositeSlab-E= 200 mm	P223_InSituConcrete	HORM. EXTERIORES. AMBIENTE XC4+XS1	05FWW	TORRE 3 Y 4	P08	65,3582045	13,0716409	65,358	05FWW90097_S

Ilustración 41: Tabla de Revit a Excel

Fuente: Propia

Ya que todo el proceso de pasar la información a Presto es manual, lo que se hizo para ahorrar tiempo fue en otro Excel hacer una sumatoria de los valores que se iban a meter en Presto. El procedimiento fue el siguiente:

Si se tenía la columna " SNR_BOQCodeConcrete " donde lo que se pretende es medir el volumen de hormigón se iba a la columna que tenga el valor en este caso de SNR_Concrete para familias cargables o de Volumen para familias de sistema y en otro Excel se suman esos valores para tener un total y ese valor pegarlo en la plantilla de Presto según el código de partida que corresponda.

SNR_IdZone String Instance	SNR_Chapter String Instance	Restricción de base ElementId Instance	Área Double Instance	Volumen Double Instance	SNR_BOQCodeConcrete String Instance	SNR_BOQCodeReinforcement String Instance	SNR_RebarRatioByVolume Double Instance
BIENTE XC2+XA1	URBANIZACIÓN	05HHM	0,5766544	0,11533071	05HHM00162_S	05HAC00015_S	83
BIENTE XC2+XA1	URBANIZACIÓN	05HHM	36,0679535	7,21302297	05HHM00162_S	05HAC00015_S	83
BIENTE XC2+XA1	URBANIZACIÓN	05HHM	0,68308241	0,13620296	05HHM00162_S	05HAC00015_S	83
BIENTE XC2+XA1	URBANIZACIÓN	05HHM	1,06961989	0,21358677	05HHM00162_S	05HAC00015_S	83
BIENTE XC2+XA1	URBANIZACIÓN	05HHM	6,45565594	1,29050029	05HHM00162_S	05HAC00015_S	83
BIENTE XC2+XA1	URBANIZACIÓN	05HHM	43,1670536	8,63341071	05HHM00162_S	05HAC00015_S	83
BIENTE XC2+XA1	URBANIZACIÓN	05HHM	36,3462388	9,08655969	05HHM00162_S	05HAC00015_S	83
BIENTE XC2+XA1	URBANIZACIÓN	05HHM	65,4398077	15,9051437	05HHM00162_S	05HAC00015_S	83
BIENTE XC2+XA1	URBANIZACIÓN	05HHM	63,8414207	15,9603551	05HHM00162_S	05HAC00015_S	83
BIENTE XC2+XA1	URBANIZACIÓN	05HHM	48,6557473	12,1639368	05HHM00162_S	05HAC00015_S	83
BIENTE XC2+XA1	URBANIZACIÓN	05HHM	21,8900001	5,47250003	05HHM00162_S	05HAC00015_S	83
BIENTE XC2+XA1	URBANIZACIÓN	05HHM	8,89200007	2,22300002	05HHM00162_S	05HAC00015_S	83
BIENTE XC2+XA1	URBANIZACIÓN	05HHM	3,44312471	0,86078118	05HHM00162_S	05HAC00015_S	83
BIENTE XC2+XA1	URBANIZACIÓN	05HHM	4,8	1,2	05HHM00162_S	05HAC00015_S	83
BIENTE XC2+XA1	URBANIZACIÓN	05HHM	15,7964763	3,91262957	05HHM00162_S	05HAC00015_S	83
BIENTE XC2+XA1	URBANIZACIÓN	05HHM	87,8304663	21,9576166	05HHM00162_S	05HAC00015_S	83
BIENTE XC2+XA1	URBANIZACIÓN	05HHM	67,5335677	16,8833919	05HHM00162_S	05HAC00015_S	83
BIENTE XC2+XA1	URBANIZACIÓN	05HHM	11,6641093	2,91599731	05HHM00162_S	05HAC00015_S	83
BIENTE XC2+XA1	URBANIZACIÓN	05HHM	40,5626309	9,84065456	05HHM00162_S	05HAC00015_S	83
BIENTE XC2+XA1	URBANIZACIÓN	05HHM	41,4946257	10,3736564	05HHM00162_S	05HAC00015_S	83
BIENTE XC2+XA1	URBANIZACIÓN	05HHM	98,6826257	24,6581251	05HHM00162_S	05HAC00015_S	83
BIENTF XC2+XA1	URBANIZACIÓN	05HHM	3,6389618	1,0912969	05HHM00162_S	05HAC00015_S	83

Ilustración 42: Sumatoria de mediciones

Fuente: Propia

Todos esos valores se los copiaron a un nuevo Excel, y se realizó la sumatoria para obtener un valor total de en este caso los m3 de hormigón para muros, específicamente para la partida 05HHM00162_S, que corresponde al hormigón armado para muros de contención.

	P	Q	R	S	T
Code Concrete					
		05HHM00162_S	0,77140015	894,8284112	m3
			0,77140015	894,8284112	
			0,12005826		
			0,12005826		
			0,11533071		
			7,24300007		

Ilustración 43: Sumatoria de volumen

Fuente: Propia

Con este valor ya se va a Presto, se busca la partida a la que pertenecen las mediciones y se copia el valor donde corresponde, como se ve en la imagen a continuación.

Código	NatC	Resumen	CanPres	Ud	Pres	ImpPres
05HHM		Muros	1,0000		2.554.599,21	2.554.5...
1 05HHM00160_S		HORMIGÓN PARA ARMAR HA-45F20/XC1 EN MUROS EN INTERIOR	12.879.5400	m3	128.59	1.772.0...
2 05HHM00161_S		HORMIGÓN PARA ARMAR HA-45F20/XC4+XS1 EN MUROS EN EXTERIORES	3.065.5100	m3	134.60	441.49...
3 05HHM00162_S		HORMIGÓN PARA ARMAR HA-45F20/XC2+XA1 EN MUROS CONTENCIÓN	894.8300	m3	136.10	130.60...
4 05HHM00200_S		HORMIGÓN PARA ARMAR ALTA DENSIDAD CON BARITA HA-40P12/XC1 EN MUROS	122.8700	m3	1.164.25	153.06...
5 05HHM00163_S		HORMIGÓN PARA ARMAR HA-45F20/XD2 EN TANQUES O ALIJIBES	349.9500	m3	153.14	67.342...

Tag	Espacio	Comentario	SNR_Concreto	Anchura	Altura	Fórmula	Cantidad	CanPres	Pres
1	ZÓCALO	Basic Wall: Sa_20_60-InSituConcreteWall-450mm-XC2+XA1	894.83				894.83	894.8300	894.83

Ilustración 44: Valores de Excel en Presto

Fuente: Propia

Y esto se hace con todas las partidas, lo normal sería copiar cada valor, con su comentario y su espacio, pero como se dijo previamente, son muchos elementos, por lo tanto, el tiempo para hacer todo esto sería mucho mayor.

Esto ayuda a acelerar el proceso, pero se pierde información ya que no se tiene la ubicación de cada uno de los elementos, todos los datos de medición, ni la descripción de cada uno, y al ser todo manual tampoco se puede ver en un modelo 3D, donde está cada elemento de Presto.

El tiempo total para realizar este proceso y obtener el presupuesto final fue de 12 horas.

5.3 Segundo método (Cost-it)

Como se explicó previamente, para este método se debe tener el modelo solo con los elementos que queremos medir, que en este caso solo es la estructura, por lo que se desactivan categorías del modelo como la topografía, categorías de anotación como el scope box, los links de Revit de igual forma, en general, todo lo que no se quiera medir, ya que lo que se seleccione se va a exportar. También se debe tener en cuenta que se deben desagrupar todos los elementos ya que si esto no se lo hace el programa

no los va a contar. Una vez con el modelo listo, se selecciona todos los elementos del modelo 3D en Revit y se procede a exportarlos con el plugin de Cost-it.

A continuación, se tiene una imagen donde se encuentra el total de todos los elementos del modelo, como se puede ver, clasifica las vigas, las columnas, los muros, losas, escaleras, etc.

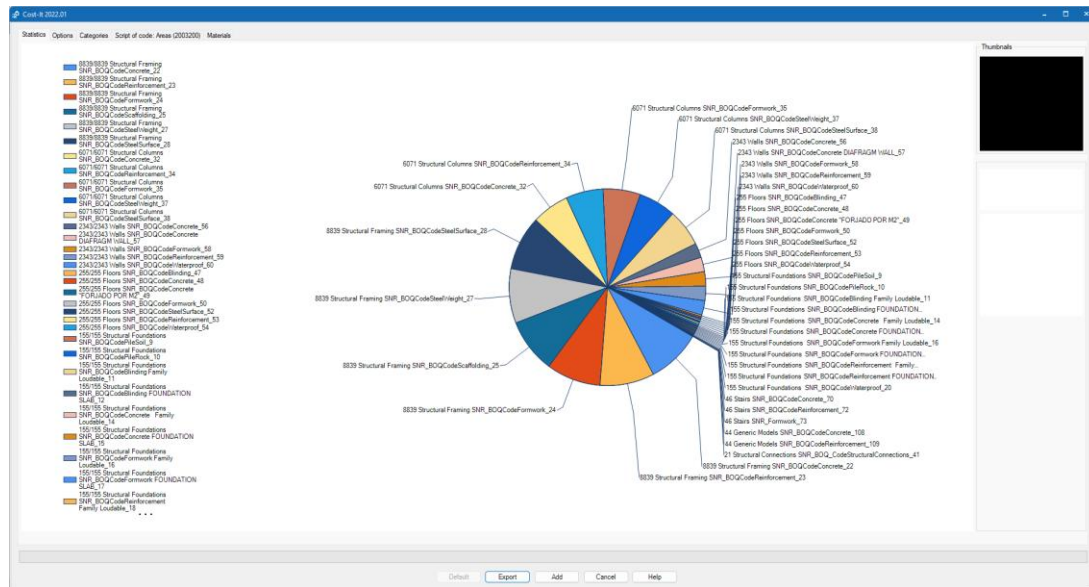


Ilustración 45: Elementos del modelo

Fuente: Propia

Como se explicó previamente, antes de exportar todo a Presto se tiene una plantilla donde están definidos todos los códigos para poder clasificar cómo van a ir las mediciones de cada elemento. Es importante revisar que todos los códigos estén correctos y seleccionar todas las filas que queremos que se exporten. También se debe tener en cuenta el idioma del programa, ya que, si todo dentro del modelo está en inglés, pero en el Layout de Cost-it todo está en español, al momento de exportar los elementos, no va a leer los parámetros que no estén escritos tal cual, en el Layout, por lo tanto, las mediciones van a ser incompletas.

acero. También se ve que se han medido en unidades de m², m³ y kg. Ya que para vigas de concreto se mide volumen de concreto (m³), encofrado (m²), y el peso para el caso del acero de refuerzo (kg). Y para vigas de acero se mide superficie de pintura (m²) y el peso (kg). Se ve que esto coincide con los requerimientos establecidos.

EDT	Código	Resumen	CanPres	Unid	Pres	ImpPres
1	Revit	PLANTILLA PROYECTO NUEVO HOSPITAL DE MALAGA	1		0	0
2	2001300	Structural Foundations	1		0	0
3	2000700	Material	1		0	0
4	2001320	Structural Framing	1		0	0
5	3.1 06HAC00015_S	Sa_20_20-ReinforcedConcreteBeam-Rectangular - 0.30x0.30- (ZUNCHO)	1,368.390,87	m2	0	0
6	3.2 06HEM00226_S	Sa_20_20-ReinforcedConcreteBeam-Rectangular - 0.30x0.30- (ZUNCHO)	40.842,93	m2	0	0
7	3.3 06HHJ00160_S	Sa_20_20-ReinforcedConcreteBeam-Rectangular - 0.30x0.30- XC1	2.173,28	m3	0	0
8	3.4 05ACJ00099_S	Sa_20_20-SteelBeam-HEB-1 - HEB 280	790.862,81	Kg	0	0
9	3.5 05AWW00099_S	Sa_20_20-SteelBeam-HEB-1 - HEB 280	5.342,10	m2	0	0
10	3.6 06WWW00016	Sa_20_20-SteelCellularBeam-CircularOpening_HE 800 B - ACB - HE 1000 B	6.600,17	m2	0	0
11	3.7 06HHJ00162_S	Sa_20_20-ReinforcedConcreteBeam-Rectangular - 0.80x1.00-XC2+XA1	695,27	m3	0	0
12	3.8 06HHJ00161_S	Sa_20_20-ReinforcedConcreteBeam-Rectangular - 0.30x0.27-XC4+XA1	18,94	m3	0	0

Tag	Espacio	Comentario	SNR_Concreto	SNR_RebarRateByVolume	Altura	Fórmula	Cantidad	CanPres	Pres
1	P11	-ZUNCHOS EMBEBIDOS-NO COMPUTA HORMIGON	1	0,69	250,00		172,50	1.368.390,87	
2	P11	-ZUNCHOS EMBEBIDOS-NO COMPUTA HORMIGON	1	1,50	250,00		375,00		
3	P11	-ZUNCHOS EMBEBIDOS-NO COMPUTA HORMIGON	1	0,79	250,00		197,50		
4	P11	-ZUNCHOS EMBEBIDOS-NO COMPUTA HORMIGON	1	0,26	250,00		65,00	810,00	

Ilustración 48: Partidas en Presto

Fuente: Propia

Cuando ya se tiene todo en Presto se procede a realizar lo que se explicó previamente en el procedimiento que es actualizarlo, reestructurarlo por partidas, copiar de la plantilla la ubicación de los elementos, etc. En realizar todo esto el tiempo fue de 10 minutos.

5.4 Tercer método (IFC)

Todo el procedimiento de este método se lo explicó paso a paso previamente, los tiempos para esto fueron los siguientes.

El tiempo de exportación de Revit a un archivo IFC fue de 25 minutos. El tiempo de trabajarlo con Cost-IFC, es decir, duplicar las clases según lo que se quiere medir, elegir cada código correspondiente con sus mediciones para cada elemento, etc. Fue de 17 minutos cuando se lo hacía desde cero y de 4 minutos cuando ya se tenía una plantilla.

El tiempo para traspasar toda esa información al presupuesto fue de 9 minutos. Y por último ya trabajarlo desde Presto, donde también se tenía que actualizar, reestructurar por partidas, etc. Fue de 5 minutos. Esto nos da un total de 56 minutos sin plantilla y de 43 minutos cuando se tiene una plantilla.

Cada proyecto que se tiene es diferente, así que una sola plantilla no podría servir para todos los proyectos, pero serviría como base ya que la mayoría de los proyectos va a contar con los elementos

principales que son vigas, columnas, muros, suelos, escaleras, los cuales usarían los mismos códigos y se los mediría de la misma forma.

5.5 Discusión de hallazgos

Como se pudo ver con la comparación, aplicar el primer método (Exportar con tablas desde Revit), es el menos eficiente para este proyecto ya que a pesar de que el tiempo de exportación de las tablas a Excel es rápido, se necesita que una persona se encuentre trabajando por horas copiando y pegando valores, lo que implica tiempo de mano de obra y también es muy propenso a equivocaciones ya que al ser tantos valores es muy fácil copiar algo mal, o incompleto.

El segundo método (Cost-it) tampoco es el más eficiente para el proyecto ya que el tiempo de exportación tomó mucho tiempo (35 horas), una ventaja con respecto al primer método es que las horas que toma exportar toda la información no requiere que alguien se encuentre trabajando en el proyecto en ese momento, se lo puede dejar en una computadora aparte y poder trabajar en otra cosa. Pero se debe tener en cuenta que mientras se esté exportando con Cost-it, no se puede utilizar Revit ni Presto en la computadora. Otra ventaja con este método es que una vez se tenga listo el presupuesto en Presto, se pueden visualizar los elementos desde Presto en Revit.

El tercer y último método (IFC) fue el más eficiente en términos de tiempo para este proyecto ya que en menos de una hora se pudo obtener las mediciones y el presupuesto de un modelo tan grande y con tantos elementos como es el de este edificio. Este método cuenta con Open-IFC que como el método de Cost-it nos permite visualizar los elementos desde Presto en un modelo 3D.

A continuación, se tiene una tabla de resumen con los tiempos para cada método.

Para Cost-it: El tiempo que tardó en exportar desde Revit hasta Presto.

Para Tablas: El tiempo que tardó en exportar las tablas de Revit a Excel.

Para IFC: El tiempo que tardó en exportar desde Revit el archivo IFC.

Tiempo de exportación		
Cost-it	35	hrs
Tablas	10	min
IFC	25	min

Tabla 8: Tiempo de exportación

Después se tiene una tabla con los tiempos dentro de Presto:

Con plantilla:

Con plantilla			
Cost-it	Trabajar dentro de Presto	6	min
Tablas	Pasar los datos de Excel a Presto	12	hrs
IFC	Trabajar dentro de Cost-IFC	4,00	min
	Traspasar al presupuesto	9,00	
	Trabajar dentro de Presto	5	

Tabla 9: Tiempo de exportación con plantilla

Sin plantilla para archivo IFC:

Sin plantilla			
IFC	Trabajar dentro de Cost-IFC	17,00	min
	Traspasar al presupuesto	9,00	
	Trabajar dentro de Presto	5	

Tabla 10: Tiempo de exportación sin plantilla

Y el tiempo total:

Tiempo total		
Cost-it	35	hrs
Tablas	12	hrs
IFC	43,00	min

Tabla 11: Tiempo total

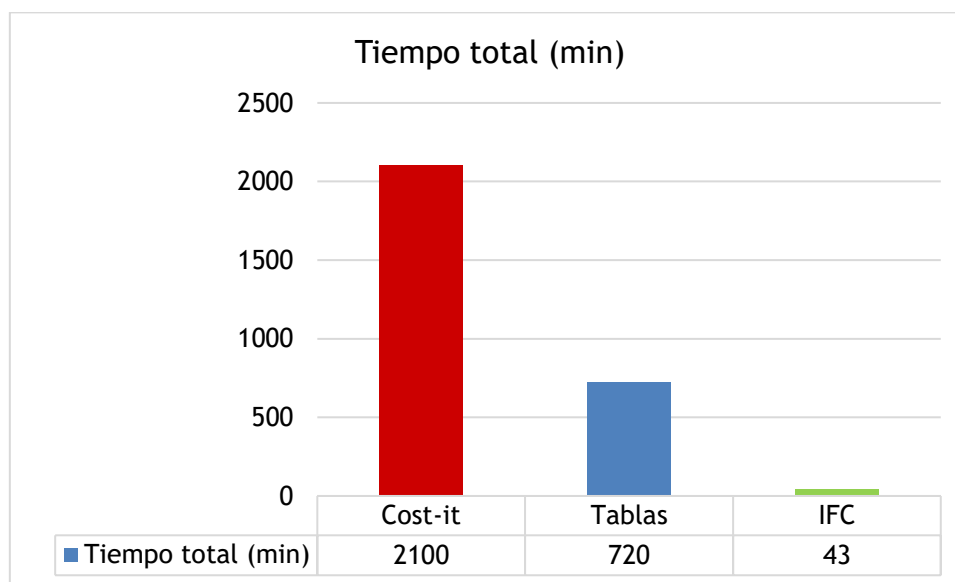


Ilustración 49: Tiempo total en gráfica de barras

Otro aspecto muy importante va a ser el presupuesto final que se obtuvo con los 3 diferentes métodos. A continuación, se tiene una tabla de resumen donde se pueden ver los tres diferentes métodos y su presupuesto final en euros.

Método	Presupuesto final
Tablas	81.976.844,40 €
Cost-it	82.214.762,35 €
IFC	82.400.717,40 €

Tabla 12: Presupuesto final

Como se puede ver en la tabla a continuación la diferencia de presupuesto entre el método IFC con el de tablas es de un 0,52%, mientras que comparado al método por Cost-it es de apenas 0,23%. Como se puede ver la mayor diferencia es con el presupuesto obtenido de las tablas de planificación.

IFC/Tablas	0,52%
IFC/Cost-It	0,23%

Tabla 13: Porcentaje de diferencia entre métodos

5.6 Matriz de valores ponderados

Para poder elegir la mejor opción, se realizó el análisis con una matriz de valores ponderados, donde se eligieron cuatro criterios que son: fiabilidad, tiempo, sencillez y el coste de recursos.

- **Fiabilidad:** La fiabilidad es el aspecto más crítico en un proceso de medición y presupuestación, ya que cualquier error en los cálculos puede traducirse en desviaciones de costos, problemas en la ejecución de la obra y pérdidas económicas. Un presupuesto mal calculado puede resultar en sobrecostos significativos o, por el contrario, en una subestimación que deje el proyecto sin recursos suficientes para completarse.

A este criterio se le dio un valor del 40% que es el más alto de los cuatro criterios, ya que se lo considera de alta importancia.

- **Tiempo:** El tiempo requerido para obtener mediciones y presupuestos es relevante en cualquier proyecto de construcción, pero su impacto negativo es menor en comparación con un problema de fiabilidad. Un proceso más rápido no siempre es mejor si compromete la precisión de los datos.

Este criterio se refiere simplemente al tiempo total que toma realizar la medición y presupuesto de todo el proyecto, a este criterio se le dio un valor del 20%.

- **Sencillez:** La sencillez se refiere a qué tan fácil es de implementar cada método, considerando la curva de aprendizaje, la cantidad de pasos involucrados y la experiencia técnica requerida. Un método muy complejo puede desmotivar su adopción, especialmente si los usuarios deben aprender a manejar nuevas herramientas o softwares.

A este criterio se le dio un peso del 20%.

- **Coste de recursos:** Este criterio tiene en cuenta tanto los recursos de las personas que van a trabajar en la realización de ese proceso, como los de algún software o hardware que se necesite utilizar.

A este criterio se le dio un peso del 20%.

A continuación, se tiene la matriz con los valores de los criterios y la asignación para cada una de las alternativas:

Criterios	Peso	Alternativas para mejoras en procesos de mediciones y presupuestos			Calificaciones ponderadas		
		Exportación Tablas (A)	Cost-it (B)	IFC (C)	Exportación Tablas	Cost-it	IFC
Fiabilidad	0,4	2	4	4	0,8	1,6	1,6
Tiempo	0,2	1	1	5	0,2	0,2	1
Sencillez	0,2	2	5	4	0,4	1	0,8
Coste Recursos	0,2	2	2	4	0,4	0,4	0,8
	1	Puntuación total			1,8	3,2	4,2

Tabla 14: Matriz de valores ponderados

Una vez se definió los pesos para para cada criterio también se va a puntuar a cada alternativa con un valor del 1 al 5, siendo 5 excelente y 1 deficiente, con respecto a cada criterio.

Fiabilidad: Para el primer peso de fiabilidad se le dio un 2 a la opción A debido a que su trabajo es muy manual y por tal razón es muy fácil que los datos que se introducen no sean los correctos. Para las alternativas de B y C se les dio un 4 ya que las dos exportan los valores directamente desde el modelo, por lo tanto, obtienen todos los elementos con sus propiedades, sin embargo, no alcanzaron un 5 debido a que aún existen aspectos como que se puede duplicar una sección o que por no lea algún elemento dentro de los parámetros de código, como se explicó previamente.

Tiempo: A la alternativa A se le dio un valor de 1, ya que, a pesar de ser el segundo método más rápido dentro de este estudio, se debe tomar en cuenta que al momento de copiar y pegar los valores se simplificó el proceso ya que no se copió uno por uno el valor de cada elemento, aun así, este método tardo 12 horas, que haciéndolo uno por uno este tiempo podría incrementar significativamente, incluso siendo igual al de la opción B, es decir 35 horas. A la alternativa B se le dio un valor de 1 ya que este método tarde 35 horas solo en exportar todos los elementos, en comparación con la alternativa C donde su tiempo fue de tan solo una hora. Por este motivo a la opción C, que fue la más rápida con diferencia, se le da una puntuación de 5.

Sencillez: Se le dio un 2 a la opción A, ya que a pesar de que solo se tienen que copiar y pegar valores, este procedimiento es largo y tedioso por lo que desmotiva al usuario que va a realizar ese trabajo. Para la alternativa B la implementación sería más sencilla ya que el usuario puede contar con plantillas que tienen una interfaz que permite que el proceso sea automático, por esa razón se les ha colocado un valor de 5. Por otra parte, la opción C, también puede contar con plantillas, pero estas no van a funcionar para

todos los proyectos, por lo que el usuario debería tener en cuenta esto cada vez que quiera exportar y utilizar el archivo IFC para realizar un presupuesto, por esta razón, a esta alternativa se le dio un valor de 4.

Coste de recursos: A la exportación manual, se le dio un valor de 2 debido a que a pesar de que no se necesite un software o licencia adicional para realizar este trabajo, los costos de horas de trabajo serían altos. La opción B si necesita una licencia para que se pueda utilizar y su tiempo de exportación para proyectos grandes es demasiado largo por lo que es un costo indirecto alto y además requiere una capacitación para su uso. Por último, a la opción C se le da un valor de 4, ya que no necesita un software adicional para utilizarlo, automatiza el proceso y reduce tiempo de exportación, este método no llega a 5 debido a que se necesitaría alguna capacitación previa a su uso.

Una vez se puntuó a cada alternativa con respecto a cada criterio elegido, se van a multiplicar esos valores y se va a realizar una sumatoria y la alternativa con el valor más alto será la mejor opción.

Una vez realizada la multiplicación y sumatoria total, se conoce que la opción más deficiente es la alternativa A, con un valor de apenas 1,8/5. Esto se debe a que el criterio con mayor peso era el de la fiabilidad, y como se pudo ver en el análisis para proyectos grandes como este, esta alternativa no es la más fiable.

La segunda mejor opción fue la alternativa B, con una puntuación de 3,2/5. Esta opción era muy parecida en términos de fiabilidad y sencillez con respecto a la opción B donde las dos comparten una puntuación similar, pero se pudo ver que en el tiempo tardo 35 horas en solo la exportación del modelo, por lo tanto, esto no permite que sea eficiente en ese aspecto. Y eso también cae en el peso del coste de recursos ya que necesita de una licencia extra y al tomar tanto tiempo el software que se utiliza queda inhabilitado durante su exportación.

Por último, la alternativa con mayor puntuación es la opción C de IFC con un total de 4.2/5 siendo claramente superior en comparación a las otras dos alternativas. Esta opción resulta la mejor entre las tres, teniendo en cuenta los criterios que se tomaron, ya que es un método fiable y sencillo de usar, también permitió obtener las mediciones y el presupuesto final en una hora, por lo que resulta rápido y esto cae nuevamente en el peso del coste de recursos, que al ser un método rápido no quema los recursos de personas ni necesita de software o licencias adicionales.

A continuación, se presenta una gráfica con la puntuación total obtenida para cada alternativa después de realizar el análisis con la matriz de ponderación.

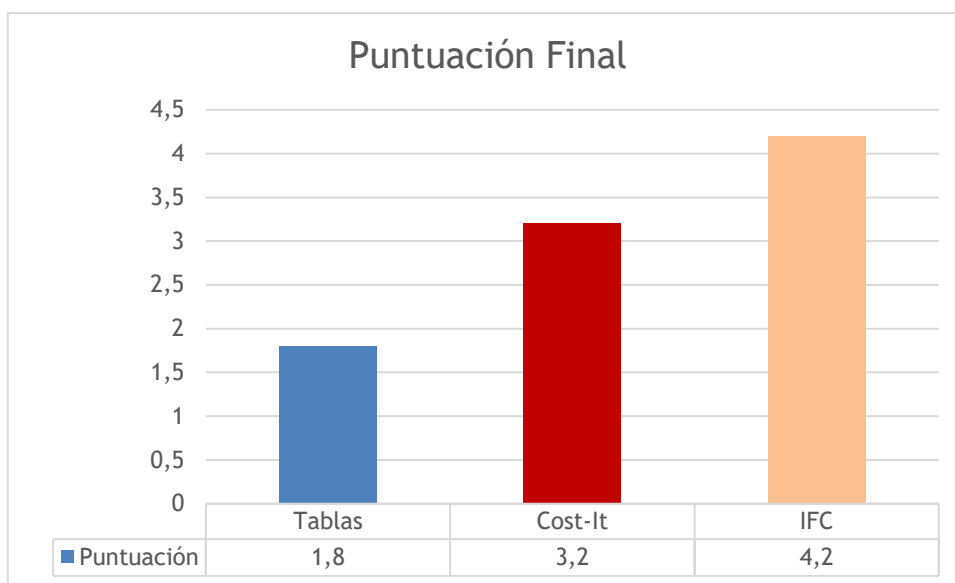


Ilustración 50: Puntuación Final

6 Conclusiones

Utilizar la metodología BIM es positivo para cualquier proyecto ya que optimiza los procesos que normalmente se realizaban de manera manual. También ayuda a que tanto los ingenieros, arquitectos, contratista, constructor y todas las personas que estén involucradas dentro de un proyecto puedan trabajar de manera cooperativa.

Se pudo implementar la metodología BIM con enfoque en archivos IFC el modelo 3D de un proyecto de ingeniería y se determinaron las ventajas que presentan estas frente al método tradicional más manual.

Se explicó paso a paso y se exportó un archivo IFC funcional desde el modelo 3D de Revit.

También se logró implementar la metodología de mediciones con archivos IFC, obteniendo un presupuesto detallado en el programa Presto. Demostrando así que se pueden reducir los esfuerzos manuales al momento de realizar mediciones y obtener un presupuesto en un proyecto.

Se pudo obtener las mediciones y sacar un presupuesto del modelo 3D de Revit con el método de tablas de planificación y de igual forma con el método de Cost-it.

Una vez se realizaron las mediciones y se obtuvo el presupuesto con los tres métodos planteado fue posible compararlos a través de una matriz de valores ponderados donde se consideró factores de fiabilidad, tiempo, sencillez y coste de recursos. Obteniendo así que la mejor opción es el método por mediciones a través de archivos IFC.

Según los resultados que se obtuvieron se ha demostrado que la metodología BIM con archivos IFC es el método más eficiente en comparación con la exportación de tablas de planificación y el plugin Cost-it para la medición y presupuesto de proyectos de ingeniería. El uso de archivos IFC reduce significativamente el tiempo de procesamiento, pasando de 35 horas (Cost-it) a una hora en el método IFC. También, al contar ya con plantillas tanto para exportar el archivo IFC como para trabajarlo dentro de Cost-IFC, estas se las pueden modificar en caso de que sea necesario y utilizarlas en diferentes proyectos de estructuras dentro de cualquier empresa que se dedique a la construcción.

Uno de los principales aportes de esta investigación es la promoción de la digitalización y automatización en los procesos de medición y presupuestos. La metodología tradicional utilizada en muchos proyectos de construcción presenta deficiencias en cuanto a precisión, interoperabilidad y tiempos de ejecución. Sin embargo, la integración de BIM 5D con archivos IFC permite reducir estos problemas al facilitar el intercambio de información entre distintas herramientas. Al adoptar tecnologías que optimizan el flujo de trabajo, se impulsa la transformación digital del sector, fomentando infraestructuras más eficientes y una industria de la construcción más moderna, resiliente y sostenible lo que contribuye al objetivo 9 de los objetivos de desarrollo sostenible que habla sobre Industria, innovación e infraestructura.

Aquí también entra el objetivo 12: Producción y Consumo responsable. El sector de la construcción es uno de los mayores consumidores de recursos a nivel mundial (Niño, 2023), y la falta de precisión en los cálculos de medición puede llevar a la sobreestimación de materiales, generando desperdicios innecesarios y aumentando los costos de los proyectos. Este estudio demuestra que al implementar procesos automatizados mediante archivos IFC, se logra una mayor precisión en la cuantificación de materiales, optimizando su uso y reduciendo las pérdidas en obra. La capacidad de generar mediciones más exactas no solo mejora la eficiencia en la gestión de presupuestos, sino que también contribuye a la disminución del impacto ambiental asociado a la extracción, transporte y disposición de materiales. De esta manera, la aplicación de BIM e IFC promueve un modelo de producción más sostenible y responsable, alineado con la necesidad de minimizar la huella ecológica del sector y fomentar prácticas de construcción más eficientes.

7 Limitaciones y recomendaciones

Uno de los principales retos en la adopción de BIM con archivos IFC radica en la compatibilidad de los softwares utilizados en la industria. A pesar de que se trata de un formato abierto que debería facilitar la interoperabilidad, en la realidad, algunas plataformas tienen dificultades para interpretar correctamente los datos exportados. En consecuencia, esto puede provocar pérdida de información o problemas con las mediciones.

Una forma de mitigar estos problemas sería que los empleados reciban capacitación en los estándares IFC. Además, se pueden realizar pruebas piloto en proyectos pequeños antes de implementar el proceso a gran escala.

En muchas empresas, la adopción de nuevas tecnologías enfrenta resistencia por parte de los profesionales acostumbrados a métodos tradicionales. Los factores que complican la percepción del BIM e IFC se atribuyen a la falta de conocimiento y las malas experiencias con métodos “complicados” e “innecesarios”.

Se recomienda la implementación de capacitaciones internas, certificaciones y talleres prácticos para que los empleados se familiaricen con el uso de archivos IFC y su integración con software de presupuestación.

A pesar de que se demostró una mejora en términos de tiempo con el método de mediciones con archivos IFC, se debe tener en cuenta que el estudio en este trabajo se lo realizó para un proyecto de grandes dimensiones, por lo tanto, para proyectos que no sean tan grandes, donde la exportación con Cost-it no sea mayor a una hora, esta metodología puede que no presente mayor ventaja, ya que, una parte pequeña de este proceso también llega a ser manual, lo que siempre significa que está propenso al error humano.

Otro aspecto para considerar es que con Cost-it es posible ver los elementos del presupuesto de Presto en el modelo de Revit, y eso no se lo puede hacer con un archivo IFC. A pesar de que Presto tiene su visualizador para IFC, en el caso de que un cliente necesite visualizarlo con Revit ya no va a ser posible poder utilizar este método.

En este estudio solo se analizó la medición de archivos IFC en el programa de Revit, pero se podría explorar la opción de realizar el mismo proceso con otros programas que se utilicen dentro de la construcción, ya que los proyectos que se realizan no se limitan simplemente a estructuras de edificación.

Una limitante que tiene Cost-it es que para el layout se necesitan los códigos previamente explicados, para poder clasificar qué se va a medir dentro del modelo, pero solamente se puede tener un condicional para cada código, por lo tanto, si se tienen más de 2 partidas por parámetro de código SNR_BOQCode, no se va a poder clasificar correctamente y puede que algunos elementos no se midan, esto implica otro error en las mediciones.

También se debe considerar que el tiempo que tarda cada programa o archivo en exportarse depende del ordenador que se utiliza, porque dependiendo de la capacidad de la computadora los tiempos serán mayores o menores. Para este caso se utilizó una computadora con un procesador 13th Gen Intel(R) Core (TM) i5-1345U 1.60 GHz. Pero en el caso de contar con un ordenador que tenga un procesador más rápido, los tiempos se pueden reducir.



Se debe tener en cuenta que no siempre se modela todo lo que se va a construir, por lo tanto, al utilizar exportar el modelo con Cost-it o en un IFC, lo más normal es introducir manualmente los elementos o valores que no están dentro del modelo. Esto en un futuro podría cambiar en posibles actualizaciones de los programas donde ya sea posible modelar absolutamente todo lo que se necesite medir, pero mientras esto no ocurra, muchas veces se requiere seguir utilizando métodos tradicionales para casos puntuales.

A pesar de que el método de tablas de planificación fue el peor puntuado en este estudio este sigue siendo altamente utilizado actualmente ya que la mayor parte del tiempo, los modelos 3D de Revit no se encuentran bien modelados, o les falta definir las familias, o los elementos no cuentan con los parámetros correspondientes, por esta razón es recomendable tener un modelo 3D que esté correcto en todos los sentidos para de esta forma poder automatizar todos los procesos que requieran de extraer información.

Para que el método por Cost-it sea más efectivo lo que se puede hacer es tratarlo de exportar por partes, por ejemplo, separar la parte de estructura y de cimentación en el modelo 3D ya que con Cost-it solo se exportan los elementos que se seleccionan, de este modo no va a ser un archivo tan pesado y se lo va a poder exportar más rápido, al final se pueden unir las partes en Presto.



8 Bibliografía

- AUTODESK Revit. (2023). Obtenido de Parámetros compartidos:
<https://help.autodesk.com/view/RVT/2023/ESP/?guid=GUID-E7D12B71-C50D-46D8-886B-8E0C2B285988>
- Bayram, A., & Hasan, B. (2020). Investigation of IFC file format for BIM based automated code compliance. golden light publishing, págs. 113-130.
- BIbLus. (17 de 04 de 2018). Obtenido de Las dimensiones del BIM: 3D, 4D, 5D, 6D, 7D, 8D, 9D, 10D: <https://biblus.accasoftware.com/es/las-dimensiones-del-bim/>
- buildingSMART. (2015). Obtenido de ¿Qué es BIM?: <https://www.buildingsmart.es/bim/>
- Hamil, S. (09 de 09 de 2021). NBS. Obtenido de BIM dimensions – 3D, 4D, 5D, 6D BIM explained: <https://www.thenbs.com/knowledge/bim-dimensions-3d-4d-5d-6d-bim-explained>
- Niño, D. (25 de 05 de 2023). EN OBRA. Obtenido de Eficiencia energética en construcción: óptimo consumo de energía: <https://www.en-obra.com/es/noticias/construccion-representa-el-40-del-uso-de-energia>
- Objetivos de Desarrollo Sostenible. (24 de 05 de 2022). Obtenido de <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible/>
- RIB Spain. (7 de 2023). Obtenido de Cost-it: BIM 5D con Presto: <https://www.rib-software.es/pdf/Enlace-con-BIM/Cost-It-BIM-5D-con-Presto.pdf>

9 Anejos

9.1 Tablas para mediciones

A continuación, se muestran las tablas de planificación de Revit que se utilizaron para el modelo 3D de Revit

<BOQ_Floors SPC CompositeConcreteSlab>									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Type	Structural Material	Comentarios	SNR_Chap	SNR_IdZone	Level	Área	Volume	MED_SueloArea	SNR_BOQCodeConcrete
HELIPUERTO									
Ss_30_12-CompositeSlab-E= 200 mm									
Ss_30_12-CompositeSlab-E= 200 mm	P223_inStuConcrete	HORM. EXTERIORES. AMBIENTE XC4+XS1	05FWW	HELIPUERTO	P08	104.49 m²	20.90	104.49 m²	05FWW90097_S
Ss_30_12-CompositeSlab-E= 200 mm	P223_inStuConcrete	HORM. EXTERIORES. AMBIENTE XC4+XS1	05FWW	HELIPUERTO	P09	589.21 m²	117.84	589.21 m²	05FWW90097_S
TORRE 1 Y 2									
Ss_30_12-CompositeSlab-E= 150 mm									
Ss_30_12-CompositeSlab-E= 150 mm	P223_inStuConcrete	HORM. EXTERIORES. AMBIENTE XC4+XS1	05FWW	TORRE 1 Y 2	CUARTO	25.72 m²	3.86	25.72 m²	05FWW90098_S
Ss_30_12-CompositeSlab-E= 150 mm	P223_inStuConcrete	HORM. EXTERIORES. AMBIENTE XC4+XS1	05FWW	TORRE 1 Y 2	CUARTO	14.78 m²	2.22	14.78 m²	05FWW90098_S
Ss_30_12-CompositeSlab-E= 150 mm	P223_inStuConcrete	HORM. EXTERIORES. AMBIENTE XC4+XS1	05FWW	TORRE 1 Y 2	CUARTO	14.82 m²	2.22	14.82 m²	05FWW90098_S
Ss_30_12-CompositeSlab-E= 150 mm	P223_inStuConcrete	HORM. EXTERIORES. AMBIENTE XC4+XS1	05FWW	TORRE 1 Y 2	CUBERT	21.94 m²	3.29	21.94 m²	05FWW90098_S
TORRE 3 Y 4									
Ss_30_12-CompositeSlab-E= 150 mm									
Ss_30_12-CompositeSlab-E= 150 mm	P223_inStuConcrete	HORM. EXTERIORES. AMBIENTE XC4+XS1	05FWW	TORRE 3 Y 4	P06	13.93 m²	2.09	13.93 m²	05FWW90098_S
Ss_30_12-CompositeSlab-E= 150 mm	P223_inStuConcrete	HORM. EXTERIORES. AMBIENTE XC4+XS1	05FWW	TORRE 3 Y 4	P08	23.31 m²	3.50	23.31 m²	05FWW90098_S
Ss_30_12-CompositeSlab-E= 150 mm	P223_inStuConcrete	HORM. EXTERIORES. AMBIENTE XC4+XS1	05FWW	TORRE 3 Y 4	CUARTO	14.78 m²	2.22	14.78 m²	05FWW90098_S
Ss_30_12-CompositeSlab-E= 150 mm	P223_inStuConcrete	HORM. EXTERIORES. AMBIENTE XC4+XS1	05FWW	TORRE 3 Y 4	CUBERT	21.97 m²	3.30	21.97 m²	05FWW90098_S
Ss_30_12-CompositeSlab-E= 200 mm									
Ss_30_12-CompositeSlab-E= 200 mm	P223_inStuConcrete	HORM. EXTERIORES. AMBIENTE XC4+XS1	05FWW	TORRE 3 Y 4	P08	65.36 m²	13.07	65.36 m²	05FWW90097_S
Total general: 11						910.29 m²	174.50		

<BOQ_Floors SPC Forjado Sanitario CAVITI>									
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Type	Structural Material	Comentarios	SNR_Chapter	SNR_IdZone	Level	Área	Volume	SNR_BOQCodeConcrete	SNR_BOQCodeReinforc
ZÓCALO									
CAVITI 500x550 mm + CC 10 cm									
CAVITI 500x550 mm + CC 10 cm	P223_inStuConcrete	CAVITI	05FWW	ZÓCALO	S03	8961.61 m²	5,825.05	05FWW80099_S	
Total general: 1						8961.61 m²	5,825.05		

<BOQ_Floors SPC ReinforcedConcrete>													
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Type	Structural Material	Comentarios	SNR_Chap	SNR_IdZone	Level	Área	Volume	SNR_BOQCodeConcrete	SNR_RebarRatioByVol	SNR_BOQCodeReinforc	SNR_BOQCodeForm		
BLOQUE QUIRÚRGICO													
Ss_30_30_15-Forjado-250mm-XC1													
Ss_30_30_15-Forjado-250mm-XC1	P223_inStuConcrete	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	05HHL	BLOQUE QUIRU	P05	172.20 m²	43.05	05HHL00160_S	115.00 kg/m³	05HAC00015_S	05HEM80011_S		
Ss_30_30_15-Forjado-250mm-XC1	P223_inStuConcrete	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	05HHL	BLOQUE QUIRU	P05	97.56 m²	24.39	05HHL00160_S	115.00 kg/m³	05HAC00015_S	05HEM80011_S		
Ss_30_30_15-Forjado-250mm-XC1	P223_inStuConcrete	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	05HHL	BLOQUE QUIRU	P07	189.55 m²	47.39	05HHL00160_S	115.00 kg/m³	05HAC00015_S	05HEM80011_S		
Ss_30_30_15-Forjado-300mm-XC1													
Ss_30_30_15-Forjado-300mm-XC1	P223_inStuConcrete	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	05HHL	BLOQUE QUIRU	P04	5688.87 m²	1,708.66	05HHL00160_S	150.00 kg/m³	05HAC00015_S	05HEM80011_S		
Ss_30_30_15-Forjado-300mm-XC1	P223_inStuConcrete	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	05HHL	BLOQUE QUIRU	P05	4551.41 m²	1,365.42	05HHL00160_S	150.00 kg/m³	05HAC00015_S	05HEM80011_S		
Ss_30_30_15-Forjado-300mm-XC1	P223_inStuConcrete	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	05HHL	BLOQUE QUIRU	P05	1204.20 m²	361.26	05HHL00160_S	150.00 kg/m³	05HAC00015_S	05HEM80011_S		
Ss_30_30_15-Forjado-300mm-XC1	P223_inStuConcrete	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	05HHL	BLOQUE QUIRU	P06	425.77 m²	127.73	05HHL00160_S	150.00 kg/m³	05HAC00015_S	05HEM80011_S		
Ss_30_30_15-Forjado-300mm-XC1	P223_inStuConcrete	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	05HHL	BLOQUE QUIRU	P07	4300.28 m²	1,290.08	05HHL00160_S	150.00 kg/m³	05HAC00015_S	05HEM80011_S		
Ss_30_30_15-Forjado-300mm-XC4+XS1													
Ss_30_30_15-Forjado-300mm-XC4+XS1	P223_inStuConcrete	HORM. EXTERIORES. AMBIENTE XC4+XS1	05HHL	BLOQUE QUIRU	P08	44.82 m²	13.45	05HHL00161_S	150.00 kg/m³	05HAC00015_S	05HEM80011_S		
Ss_30_30_15-Forjado-380mm-XC1													
Ss_30_30_15-Forjado-380mm-XC1	P223_inStuConcrete	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	05HHL	BLOQUE QUIRU	P06	4092.66 m²	1,555.21	05HHL00160_S	140.00 kg/m³	05HAC00015_S	05HEM80011_S		
Ss_30_30_15-Forjado-400mm-XC1													
Ss_30_30_15-Forjado-400mm-XC1	P223_inStuConcrete	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	05HHL	BLOQUE QUIRU	P04	15.49 m²	6.20	05HHL00160_S	115.00 kg/m³	05HAC00015_S	05HEM80011_S		
Ss_30_30_15-Forjado-400mm-XC1	P223_inStuConcrete	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	05HHL	BLOQUE QUIRU	P05	4.37 m²	1.75	05HHL00160_S	115.00 kg/m³	05HAC00015_S	05HEM80011_S		
Ss_30_30_15-Forjado-400mm-XC1	P223_inStuConcrete	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	05HHL	BLOQUE QUIRU	P05	4.28 m²	0.43	05HHL00160_S	115.00 kg/m³	05HAC00015_S	05HEM80011_S		
TORRE 1 Y 2													
Ss_30_30_15-Forjado-250mm-XC1													
Ss_30_30_15-Forjado-250mm-XC1	P223_inStuConcrete	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	05HHL	TORRE 1 Y 2	P05	76.44 m²	19.11	05HHL00160_S	115.00 kg/m³	05HAC00015_S	05HEM80011_S		
Ss_30_30_15-Forjado-250mm-XC1	P223_inStuConcrete	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	05HHL	TORRE 1 Y 2	P06	37.52 m²	9.38	05HHL00160_S	115.00 kg/m³	05HAC00015_S	05HEM80011_S		
Ss_30_30_15-Forjado-250mm-XC1	P223_inStuConcrete	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	05HHL	TORRE 1 Y 2	P06	36.83 m²	9.21	05HHL00160_S	115.00 kg/m³	05HAC00015_S	05HEM80011_S		
Ss_30_30_15-Forjado-250mm-XC1	P223_inStuConcrete	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	05HHL	TORRE 1 Y 2	P07	37.52 m²	9.38	05HHL00160_S	115.00 kg/m³	05HAC00015_S	05HEM80011_S		
Ss_30_30_15-Forjado-250mm-XC1	P223_inStuConcrete	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	05HHL	TORRE 1 Y 2	P07	37.40 m²	9.35	05HHL00160_S	115.00 kg/m³	05HAC00015_S	05HEM80011_S		
Ss_30_30_15-Forjado-250mm-XC1	P223_inStuConcrete	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	05HHL	TORRE 1 Y 2	P08	37.52 m²	9.38	05HHL00160_S	115.00 kg/m³	05HAC00015_S	05HEM80011_S		
Ss_30_30_15-Forjado-250mm-XC1	P223_inStuConcrete	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	05HHL	TORRE 1 Y 2	P09	37.52 m²	9.38	05HHL00160_S	115.00 kg/m³	05HAC00015_S	05HEM80011_S		
Ss_30_30_15-Forjado-250mm-XC1	P223_inStuConcrete	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	05HHL	TORRE 1 Y 2	P09	37.40 m²	9.35	05HHL00160_S	115.00 kg/m³	05HAC00015_S	05HEM80011_S		
Ss_30_30_15-Forjado-250mm-XC1	P223_inStuConcrete	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	05HHL	TORRE 1 Y 2	P10	37.52 m²	9.38	05HHL00160_S	115.00 kg/m³	05HAC00015_S	05HEM80011_S		
Ss_30_30_15-Forjado-250mm-XC1	P223_inStuConcrete	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	05HHL	TORRE 1 Y 2	P10	37.40 m²	9.35	05HHL00160_S	115.00 kg/m³	05HAC00015_S	05HEM80011_S		
Ss_30_30_15-Forjado-300mm-XC1													
Ss_30_30_15-Forjado-300mm-XC1	P223_inStuConcrete	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	05HHL	TORRE 1 Y 2	P03	100.44 m²	30.13	05HHL00160_S	150.00 kg/m³	05HAC00015_S	05HEM80011_S		
Ss_30_30_15-Forjado-300mm-XC1	P223_inStuConcrete	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	05HHL	TORRE 1 Y 2	P04	4945.89 m²	1,483.77	05HHL00160_S	150.00 kg/m³	05HAC00015_S	05HEM80011_S		
Ss_30_30_15-Forjado-300mm-XC1	P223_inStuConcrete	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	05HHL	TORRE 1 Y 2	P04	45.62 m²	13.69	05HHL00160_S	150.00 kg/m³	05HAC00015_S	05HEM80011_S		
Ss_30_30_15-Forjado-300mm-XC1	P223_inStuConcrete	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	05HHL	TORRE 1 Y 2	P05	3629.06 m²	1,178.72	05HHL00160_S	150.00 kg/m³	05HAC00015_S	05HEM80011_S		
Ss_30_30_15-Forjado-300mm-XC1	P223_inStuConcrete	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	05HHL	TORRE 1 Y 2	P05	883.85 m²	265.16	05HHL00160_S	150.00 kg/m³	05HAC00015_S	05HEM80011_S		
Ss_30_30_15-Forjado-300mm-XC1	P223_inStuConcrete	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	05HHL	TORRE 1 Y 2	P05	113.20 m²	33.86	05HHL00160_S	150.00 kg/m³	05HAC00015_S	05HEM80011_S		
Ss_30_30_15-Forjado-300mm-XC1	P223_inStuConcrete	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	05HHL	TORRE 1 Y 2	P05	100.44 m²	30.13	05HHL00160_S	150.00 kg/m³	05HAC00015_S	05HEM80011_S		
Ss_30_30_15-Forjado-300mm-XC1	P223_inStuConcrete	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	05HHL	TORRE 1 Y 2	P06	3955.86 m²	1,186.76	05HHL00160_S	150.00 kg/m³	05HAC00015_S	05HEM80011_S		
Ss_30_30_15-Forjado-300mm-XC1	P223_inStuConcrete	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	05HHL	TORRE 1 Y 2	P06	78.41 m²	23.52	05HHL00160_S	150.00 kg/m³	05HAC00015_S	05HEM80011_S		
Ss_30_30_15-Forjado-300mm-XC1	P223_inStuConcrete	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	05HHL	TORRE 1 Y 2	P07	3955.69 m²	1,186.71	05HHL00160_S	150.00 kg/m³	05HAC00015_S	05HEM80011_S		
Ss_30_30_15-Forjado-300mm-XC1	P223_inStuConcrete	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	05HHL	TORRE 1 Y 2	P07	78.41 m²	23.52	05HHL00160_S	150.00 kg/m³	05HAC00015_S	05HEM80011_S		



<BOQ_Floors SPC Steel>

Table with 10 columns (A-J) detailing BOQ for floors. Columns include Type, Structural Material, Comentarios, SNR_Chapter, SNR_k2Zone, Level, Area, Volume, SNR_BOQCodeSteelSurface, and SNR_SteelSurface. Rows list various floor types like HELPUERTO and TORRE 1 Y 2.

<BOQ_Structural Columns SPC Steel>

Table with 10 columns (C-L) detailing BOQ for structural columns. Columns include Structural Material, SNR_k2Zone, Comentarios, SNR_Chapter, DimensionalLength, SNR_BOQCodeSteelWeight, SNR_SteelWeightByLength, SNR_SteelWeight, SNR_BOQCodeSteelSurface, and SNR_SurfaceArea. Rows list various column types like P411_CarbonSteel.



MÁSTER UNIVERSITARIO EN PLANIFICACIÓN Y GESTIÓN EN INGENIERÍA CIVIL



<BOQ_Structural Columns SPC ReinforcedConcrete>

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
Type	Comentarios	Comentari	Structural Material	SNR_	SNR_Is2Zone	Nivel base	Length	SNR_BOQCodeConcr	SNR_Concrete	SNR_BOQCodeForm	SNR_Formw	SNR_BOQCodeRei	SNR_RebarRatio
BLOQUE QURURGICO													
Ss_20_30-ReinforcedConcreteColumn-Rectangular													
PEH 0 40x0.60-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	RENFORC P223_InsituConcrete	05HHP BLOQUE QURURGICO	P03		7.980 m	05HHP00160_S	1.92 m³	05HET00001	15.96 m²	05HAC00015_S	462.00 kg/m³	
PEH 0 40x0.60-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	RENFORC P223_InsituConcrete	05HHP BLOQUE QURURGICO	P04		7.980 m	05HHP00160_S	1.92 m³	05HET00001	15.96 m²	05HAC00015_S	462.00 kg/m³	
PEH 0 40x0.60-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	RENFORC P223_InsituConcrete	05HHP BLOQUE QURURGICO	P05		7.820 m	05HHP00160_S	1.88 m³	05HET00001	15.64 m²	05HAC00015_S	462.00 kg/m³	
PEH 0 40x0.60-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	RENFORC P223_InsituConcrete	05HHP BLOQUE QURURGICO	P06		7.980 m	05HHP00160_S	1.92 m³	05HET00001	15.96 m²	05HAC00015_S	462.00 kg/m³	
PEH 0 45x0.45-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	RENFORC P223_InsituConcrete	05HHP BLOQUE QURURGICO	P03		351.120 m	05HHP00160_S	71.10 m³	05HET00001	632.02 m²	05HAC00015_S	514.00 kg/m³	
PEH 0 45x0.45-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	RENFORC P223_InsituConcrete	05HHP BLOQUE QURURGICO	P04		351.120 m	05HHP00160_S	71.10 m³	05HET00001	632.02 m²	05HAC00015_S	514.00 kg/m³	
PEH 0 45x0.45-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	RENFORC P223_InsituConcrete	05HHP BLOQUE QURURGICO	P05		344.080 m	05HHP00160_S	69.68 m³	05HET00001	619.34 m²	05HAC00015_S	514.00 kg/m³	
PEH 0 45x0.45-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	RENFORC P223_InsituConcrete	05HHP BLOQUE QURURGICO	P06		343.140 m	05HHP00160_S	69.49 m³	05HET00001	617.65 m²	05HAC00015_S	514.00 kg/m³	
HELPUERTO													
Ss_20_30-ReinforcedConcreteColumn-Rectangular													
PEH 0 40x0.60-XC4+XS1 (HORM. EXTERIORES AMBIENTE XC4+XS1	RENFORC P223_InsituConcrete	05HHP HELPUERTO	P07		3.610 m	05HHP00161_S	0.87 m³	05HET00003_S	7.22 m²	05HAC00015_S	462.00 kg/m³	
PEH 0 45x0.45-XC4+XS1 (HORM. EXTERIORES AMBIENTE XC4+XS1	RENFORC P223_InsituConcrete	05HHP HELPUERTO	P07		33.390 m	05HHP00161_S	6.76 m³	05HET00003_S	60.10 m²	05HAC00015_S	514.00 kg/m³	
TORRE 1 Y 2													
Ss_20_30-ReinforcedConcreteColumn-Rectangular													
PEH 0 40x0.60-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	RENFORC P223_InsituConcrete	05HHP TORRE 1 Y 2	P07		16.160 m	05HHP00160_S	3.88 m³	05HET00001	32.32 m²	05HAC00015_S	462.00 kg/m³	
PEH 0 40x0.60-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	RENFORC P223_InsituConcrete	05HHP TORRE 1 Y 2	P08		16.160 m	05HHP00160_S	3.88 m³	05HET00001	32.32 m²	05HAC00015_S	462.00 kg/m³	
PEH 0 40x0.60-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	RENFORC P223_InsituConcrete	05HHP TORRE 1 Y 2	P09		16.160 m	05HHP00160_S	3.88 m³	05HET00001	32.32 m²	05HAC00015_S	462.00 kg/m³	
PEH 0 40x0.60-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	RENFORC P223_InsituConcrete	05HHP TORRE 1 Y 2	P10		16.440 m	05HHP00160_S	3.95 m³	05HET00001	32.88 m²	05HAC00015_S	462.00 kg/m³	
PEH 0 40x0.60-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	RENFORC P223_InsituConcrete	05HHP TORRE 1 Y 2	P11		15.960 m	05HHP00160_S	3.83 m³	05HET00001	31.92 m²	05HAC00015_S	462.00 kg/m³	
PEH 0 40x0.80-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	RENFORC P223_InsituConcrete	05HHP TORRE 1 Y 2	P05		16.960 m	05HHP00160_S	5.43 m³	05HET00001	40.70 m²	05HAC00015_S	511.00 kg/m³	
PEH 0 40x0.80-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	RENFORC P223_InsituConcrete	05HHP TORRE 1 Y 2	P06		16.160 m	05HHP00160_S	5.17 m³	05HET00001	38.78 m²	05HAC00015_S	511.00 kg/m³	
PEH 0 45x0.45-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	RENFORC P223_InsituConcrete	05HHP TORRE 1 Y 2	P03		31.920 m	05HHP00160_S	6.46 m³	05HET00001	57.46 m²	05HAC00015_S	514.00 kg/m³	
PEH 0 45x0.45-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	RENFORC P223_InsituConcrete	05HHP TORRE 1 Y 2	P04		31.340 m	05HHP00160_S	7.56 m³	05HET00001	67.21 m²	05HAC00015_S	514.00 kg/m³	
PEH 0 45x0.45-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	RENFORC P223_InsituConcrete	05HHP TORRE 1 Y 2	P05		15.960 m	05HHP00160_S	3.23 m³	05HET00001	28.73 m²	05HAC00015_S	514.00 kg/m³	
PEH 0 45x0.45-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	RENFORC P223_InsituConcrete	05HHP TORRE 1 Y 2	P06		239.400 m	05HHP00160_S	48.48 m³	05HET00001	430.92 m²	05HAC00015_S	514.00 kg/m³	
PEH 0 45x0.45-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	RENFORC P223_InsituConcrete	05HHP TORRE 1 Y 2	P07		335.160 m	05HHP00160_S	67.87 m³	05HET00001	603.29 m²	05HAC00015_S	514.00 kg/m³	
PEH 0 45x0.45-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	RENFORC P223_InsituConcrete	05HHP TORRE 1 Y 2	P08		375.060 m	05HHP00160_S	75.95 m³	05HET00001	675.11 m²	05HAC00015_S	514.00 kg/m³	
PEH 0 45x0.45-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	RENFORC P223_InsituConcrete	05HHP TORRE 1 Y 2	P09		375.060 m	05HHP00160_S	75.95 m³	05HET00001	675.11 m²	05HAC00015_S	514.00 kg/m³	
PEH 0 45x0.45-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	RENFORC P223_InsituConcrete	05HHP TORRE 1 Y 2	P10		375.060 m	05HHP00160_S	75.95 m³	05HET00001	675.11 m²	05HAC00015_S	514.00 kg/m³	
PEH 0 45x0.45-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	RENFORC P223_InsituConcrete	05HHP TORRE 1 Y 2	P11		375.060 m	05HHP00160_S	75.95 m³	05HET00001	675.11 m²	05HAC00015_S	514.00 kg/m³	
PEH 0 45x0.50-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	RENFORC P223_InsituConcrete	05HHP TORRE 1 Y 2	P03		79.800 m	05HHP00160_S	11.96 m³	05HET00001	151.62 m²	05HAC00015_S	539.00 kg/m³	
PEH 0 45x0.50-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	RENFORC P223_InsituConcrete	05HHP TORRE 1 Y 2	P04		165.020 m	05HHP00160_S	37.13 m³	05HET00001	313.54 m²	05HAC00015_S	539.00 kg/m³	
PEH 0 45x0.50-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	RENFORC P223_InsituConcrete	05HHP TORRE 1 Y 2	P05		275.310 m	05HHP00160_S	61.94 m³	05HET00001	523.09 m²	05HAC00015_S	539.00 kg/m³	
PEH 0 45x0.50-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	RENFORC P223_InsituConcrete	05HHP TORRE 1 Y 2	P06		111.720 m	05HHP00160_S	25.14 m³	05HET00001	212.27 m²	05HAC00015_S	539.00 kg/m³	
PEH 0 45x0.50-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	RENFORC P223_InsituConcrete	05HHP TORRE 1 Y 2	P07		39.900 m	05HHP00160_S	8.88 m³	05HET00001	75.81 m²	05HAC00015_S	539.00 kg/m³	

<BOQ_Structural Foundations SPC>

B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Structural Material	Comentarios	Comentarios de tipo	SNR_Chapter	SNR_Is2Zone	Volume	Area	SNR_BOQCodePile	SNR_BOQCodeBinding	SNR_Binding	SNR_BOQCodeCon	SNR_Con
P223_InsituConcrete	HORMIGON LIMPEZA	FOUNDATION SLAB	03HMM	ZÓCALO	360.67	3606.74 m²		03HMM00099_S			
P223_InsituConcrete	HORMIGON LIMPEZA	FOUNDATION SLAB	03HMM	ZÓCALO	383.23	3832.30 m²		03HMM00099_S			
P223_InsituConcrete	HORMIGON LIMPEZA	FOUNDATION SLAB	03HMM	ZÓCALO	133.05	1330.48 m²		03HMM00099_S			
P223_InsituConcrete	HORMIGON LIMPEZA	FOUNDATION SLAB	03HMM	ZÓCALO	51.95	519.49 m²		03HMM00099_S			
P223_InsituConcrete	HORMIGON LIMPEZA	FOUNDATION SLAB	03HMM	URBANIZACIÓN	3.96	39.83 m²		03HMM00099_S			
P223_InsituConcrete	HORMIGON LIMPEZA	FOUNDATION SLAB	03HMM	URBANIZACIÓN	18.85	188.54 m²		03HMM00099_S			
P223_InsituConcrete	HORMIGON LIMPEZA	FOUNDATION SLAB	03HMM	URBANIZACIÓN	7.22	72.16 m²		03HMM00099_S			
P223_InsituConcrete	HORMIGON LIMPEZA	FOUNDATION SLAB	03HMM	URBANIZACIÓN	3.39	33.93 m²		03HMM00099_S			
P223_InsituConcrete	HORMIGON LIMPEZA	FOUNDATION SLAB	03HMM	URBANIZACIÓN	7.70	76.97 m²		03HMM00099_S			
P223_InsituConcrete	HORMIGON LIMPEZA	FOUNDATION SLAB	03HMM	URBANIZACIÓN	9.75	97.49 m²		03HMM00099_S			
P223_InsituConcrete	HORMIGON LIMPEZA	FOUNDATION SLAB	03HMM	URBANIZACIÓN	3.58	35.81 m²		03HMM00099_S			
P223_InsituConcrete	HORMIGON LIMPEZA	FOUNDATION SLAB	03HMM	ZÓCALO	1.459.49	14594.94 m²		03HMM00099_S			
P223_InsituConcrete	HORMIGON LIMPEZA	FOUNDATION SLAB	03HMM	ZÓCALO	330.90	3309.04 m²		03HMM00099_S			
P223_InsituConcrete	HORMIGON LIMPEZA	FOUNDATION SLAB	03HMM	ZÓCALO	257.12	2571.21 m²		03HMM00099_S			
P223_InsituConcrete	HORMIGON LIMPEZA	FOUNDATION SLAB	03HMM	ZÓCALO	195.47	1954.66 m²		03HMM00099_S			
P223_InsituConcrete	HORMIGON LIMPEZA	FOUNDATION SLAB	03HMM	ZÓCALO	137.45	1374.48 m²		03HMM00099_S			
P223_InsituConcrete	HORMIGON LIMPEZA	FOUNDATION SLAB	03HMM	ZÓCALO	90.16	901.63 m²		03HMM00099_S			
P223_InsituConcrete	HORMIGON LIMPEZA	FOUNDATION SLAB	03HMM	ZÓCALO	88.65	886.55 m²		03HMM00099_S			
P223_InsituConcrete	HORMIGON LIMPEZA	FOUNDATION SLAB	03HMM	ZÓCALO	66.70	667.02 m²		03HMM00099_S			
P223_InsituConcrete	LOSA DE CIMENTACIÓN	FOUNDATION SLAB	03HAL	URBANIZACIÓN	15.85	39.83 m²				03HAL80070_S	
P223_InsituConcrete	LOSA DE CIMENTACIÓN	FOUNDATION SLAB	03HAL	URBANIZACIÓN	38.99	97.49 m²				03HAL80070_S	
P223_InsituConcrete	LOSA DE CIMENTACIÓN	FOUNDATION SLAB	03HAL	URBANIZACIÓN	30.79	76.97 m²				03HAL80070_S	
P223_InsituConcrete	LOSA DE CIMENTACIÓN	FOUNDATION SLAB	03HAL	URBANIZACIÓN	24.91	62.28 m²				03HAL80070_S	
P223_InsituConcrete	LOSA DE CIMENTACIÓN	FOUNDATION SLAB	03HAL	URBANIZACIÓN	14.32	35.81 m²				03HAL80070_S	
P223_InsituConcrete	LOSA DE CIMENTACIÓN	FOUNDATION SLAB	03HAL	ZÓCALO	311.67	519.44 m²				03HAL80070_S	
P223_InsituConcrete	LOSA DE CIMENTACIÓN	FOUNDATION SLAB	03HAL	URBANIZACIÓN	113.12	188.54 m²				03HAL80070_S	
P223_InsituConcrete	LOSA DE CIMENTACIÓN	FOUNDATION SLAB	03HAL	URBANIZACIÓN	19.82	33.03 m²				03HAL80070_S	
P223_InsituConcrete	LOSA DE CIMENTACIÓN	FOUNDATION SLAB	03HAL	URBANIZACIÓN	43.30	72.16 m²				03HAL80070_S	
P223_InsituConcrete	LOSA DE CIMENTACIÓN	FOUNDATION SLAB	03HAL	ZÓCALO	2.885.40	3606.74 m²				03HAL80070_S	
P223_InsituConcrete	LOSA DE CIMENTACIÓN	FOUNDATION SLAB	03HAL	ZÓCALO	1.961.86	2452.32 m²				03HAL80070_S	
P223_InsituConcrete	LOSA DE CIMENTACIÓN	FOUNDATION SLAB	03HAL	ZÓCALO	2.647.24	3309.04 m²				03HAL80070_S	
P223_InsituConcrete	LOSA DE CIMENTACIÓN	FOUNDATION SLAB	03HAL	ZÓCALO	11.16	13.94 m²				03HAL80070_S	
P223_InsituConcrete	LOSA DE CIMENTACIÓN	FOUNDATION SLAB	03HAL	ZÓCALO	11.39	14.24 m²				03HAL80070_S	
P223_InsituConcrete	LOSA DE CIMENTACIÓN	FOUNDATION SLAB	03HAL	ZÓCALO	11.41	14.26 m²				03HAL80070_S	
P223_InsituConcrete	LOSA DE CIMENTACIÓN	FOUNDATION SLAB	03HAL	ZÓCALO	1.138.71	1427.30 m²				03HAL80070_S	
P223_InsituConcrete	LOSA DE CIMENTACIÓN	FOUNDATION SLAB	03HAL	ZÓCALO	4.576.80	3814.00 m²				03HAL80070_S	
P223_InsituConcrete	LOSA DE CIMENTACIÓN	FOUNDATION SLAB	03HAL	ZÓCALO	2.345.59	1954.66 m²				03HAL80070_S	
P223_InsituConcrete	LOSA DE CIMENTACIÓN	FOUNDATION SLAB	03HAL	ZÓCALO	1.064.31	908.24 m²				03HAL80070_S	
P223_InsituConcrete	LOSA DE CIMENTACIÓN	FOUNDATION SLAB	03HAL	ZÓCALO	862.53	575.02 m²				03HAL80070_S	
P223_InsituConcrete	LOSA DE CIMENTACIÓN	FOUNDATION SLAB	03HAL	ZÓCALO	862.55	575.04 m²				03HAL80070_S	
P223_InsituConcrete	LOSA DE CIMENTACIÓN	FOUNDATION SLAB	03HAL	ZÓCALO	2.068.05	1378.70 m²				03HAL80070_S	
P223_InsituConcrete	LOSA DE CIMENTACIÓN	FOUNDATION SLAB	03HAL	ZÓCALO	21.892.41	14594.94 m²				03HAL80070_S	
P223_InsituConcrete	LOSA DE CIMENTACIÓN	FOUNDATION SLAB	03HAL	ZÓCALO	1.423.28	948.85 m²				03HAL80070_S	

<BOQ_Structural Framing SPC ReinforcedConcrete>

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
Type	Comentarios	Structural Material	SNR_Chapt	SNR_kZone	Nivel de referé	Length	SNR_BOQCodeCon	Volume	SNR_Concrete	SNR_BOQCodeReinforc	SNR_RebarRatioB	SNR_Surface
Ss_20_20-ReinforcedConcreteBeam-Rectangular												
0.30x0.30- (ZUNCHO)		P223_inSituConcrete			P00	1.940		0.05 m³	0.13 m²	05HAC00015_S	0.00 kg/m²	0.00 kg
BLOQUE QUIRÚRGICO												
Ss_20_20-ReinforcedConcreteBeam-Rectangular												
0.30x0.25- (ZUNCHO)	ZUNCHOS EMBEBIDOS-NO COMPUTA HORMIGON	P223_inSituConcrete	05HHJ	BLOQUE QUIRÚRGICO	P05	318.599		23.86 m³	23.82 m²	05HAC00015_S	250.00 kg/m²	5954.40 kg
0.30x0.25- (ZUNCHO)	ZUNCHOS EMBEBIDOS-NO COMPUTA HORMIGON	P223_inSituConcrete	05HHJ	BLOQUE QUIRÚRGICO	P07	286.319		16.53 m³	21.35 m²	05HAC00015_S	250.00 kg/m²	5337.68 kg
0.30x0.30- (ZUNCHO)	ZUNCHOS EMBEBIDOS-NO COMPUTA HORMIGON	P223_inSituConcrete	05HHJ	BLOQUE QUIRÚRGICO	P03	8.920		0.59 m³	0.62 m²	05HAC00015_S	250.00 kg/m²	155.41 kg
0.30x0.30- (ZUNCHO)	ZUNCHOS EMBEBIDOS-NO COMPUTA HORMIGON	P223_inSituConcrete	05HHJ	BLOQUE QUIRÚRGICO	P04	682.901		57.81 m³	59.26 m²	05HAC00015_S	250.00 kg/m²	14813.95 kg
0.30x0.30- (ZUNCHO)	ZUNCHOS EMBEBIDOS-NO COMPUTA HORMIGON	P223_inSituConcrete	05HHJ	BLOQUE QUIRÚRGICO	P05	267.723		23.46 m³	23.76 m²	05HAC00015_S	250.00 kg/m²	5940.51 kg
0.30x0.30- (ZUNCHO)	ZUNCHOS EMBEBIDOS-NO COMPUTA HORMIGON	P223_inSituConcrete	05HHJ	BLOQUE QUIRÚRGICO	P07	122.969		10.92 m³	11.05 m²	05HAC00015_S	250.00 kg/m²	2781.73 kg
0.30x0.38-XC1 (ZUNCHO)	ZUNCHOS EMBEBIDOS-NO COMPUTA HORMIGON	P223_inSituConcrete	05HHJ	BLOQUE QUIRÚRGICO	P06	500.684		56.53 m³	55.92 m²	05HAC00015_S	250.00 kg/m²	13979.62 kg
0.30x0.40-XC1 (ZUNCHO)	ZUNCHOS EMBEBIDOS-NO COMPUTA HORMIGON	P223_inSituConcrete	05HHJ	BLOQUE QUIRÚRGICO	P06	11.574		1.32 m³	1.31 m²	05HAC00015_S	250.00 kg/m²	327.70 kg
0.30x0.60-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	P223_inSituConcrete	05HHJ	BLOQUE QUIRÚRGICO	P04	7.160	05HHJ00160_S	1.08 m³	1.23 m²	05HAC00015_S	300.00 kg/m²	369.75 kg
0.40x1.20-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	P223_inSituConcrete	05HHJ	BLOQUE QUIRÚRGICO	P04	36.480	05HHJ00160_S	17.42 m³	17.51 m²	05HAC00015_S	300.00 kg/m²	5253.12 kg
0.40x1.20-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	P223_inSituConcrete	05HHJ	BLOQUE QUIRÚRGICO	P05	36.480	05HHJ00160_S	13.13 m³	17.51 m²	05HAC00015_S	300.00 kg/m²	5253.12 kg
0.40x1.20-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	P223_inSituConcrete	05HHJ	BLOQUE QUIRÚRGICO	P06	36.480	05HHJ00160_S	17.42 m³	17.51 m²	05HAC00015_S	300.00 kg/m²	5253.12 kg
0.40x1.20-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	P223_inSituConcrete	05HHJ	BLOQUE QUIRÚRGICO	P07	36.480	05HHJ00160_S	13.13 m³	17.51 m²	05HAC00015_S	300.00 kg/m²	5253.12 kg
0.45x0.60-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	P223_inSituConcrete	05HHJ	BLOQUE QUIRÚRGICO	P03	40.700	05HHJ00160_S	10.98 m³	10.89 m²	05HAC00015_S	300.00 kg/m²	3266.71 kg
0.45x0.60-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	P223_inSituConcrete	05HHJ	BLOQUE QUIRÚRGICO	P04	40.700	05HHJ00160_S	10.98 m³	10.89 m²	05HAC00015_S	300.00 kg/m²	3266.71 kg
0.45x0.60-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	P223_inSituConcrete	05HHJ	BLOQUE QUIRÚRGICO	P05	40.700	05HHJ00160_S	10.98 m³	10.89 m²	05HAC00015_S	300.00 kg/m²	3266.71 kg
0.45x0.60-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	P223_inSituConcrete	05HHJ	BLOQUE QUIRÚRGICO	P06	40.700	05HHJ00160_S	10.98 m³	10.89 m²	05HAC00015_S	300.00 kg/m²	3266.71 kg
TORRE 1 Y 2												
Ss_20_20-ReinforcedConcreteBeam-Rectangular												
0.25x0.58-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	P223_inSituConcrete	05HHJ	TORRE 1 Y 2	P06	12.240	05HHJ00160_S	1.36 m³	1.72 m²	05HAC00015_S	300.00 kg/m²	516.31 kg
0.25x0.58-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	P223_inSituConcrete	05HHJ	TORRE 1 Y 2	P07	12.610	05HHJ00160_S	0.98 m³	1.72 m²	05HAC00015_S	300.00 kg/m²	516.31 kg
0.25x0.58-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	P223_inSituConcrete	05HHJ	TORRE 1 Y 2	P08	18.810	05HHJ00160_S	1.38 m³	2.58 m²	05HAC00015_S	300.00 kg/m²	772.80 kg
0.25x0.58-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	P223_inSituConcrete	05HHJ	TORRE 1 Y 2	P09	12.565	05HHJ00160_S	1.38 m³	1.72 m²	05HAC00015_S	300.00 kg/m²	516.27 kg
0.25x0.58-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	P223_inSituConcrete	05HHJ	TORRE 1 Y 2	P10	12.610	05HHJ00160_S	1.01 m³	1.72 m²	05HAC00015_S	300.00 kg/m²	516.31 kg
0.29x0.82-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	P223_inSituConcrete	05HHJ	TORRE 1 Y 2	P06	0.715	05HHJ00160_S	0.06 m³	0.04 m²	05HAC00015_S	300.00 kg/m²	10.70 kg
0.29x0.82-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	P223_inSituConcrete	05HHJ	TORRE 1 Y 2	P07	0.590	05HHJ00160_S	0.06 m³	0.07 m²	05HAC00015_S	300.00 kg/m²	21.54 kg
0.29x0.82-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	P223_inSituConcrete	05HHJ	TORRE 1 Y 2	P08	0.715	05HHJ00160_S	0.05 m³	0.04 m²	05HAC00015_S	300.00 kg/m²	10.70 kg
0.29x0.82-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	P223_inSituConcrete	05HHJ	TORRE 1 Y 2	P09	0.715	05HHJ00160_S	0.05 m³	0.04 m²	05HAC00015_S	300.00 kg/m²	10.70 kg
0.29x0.82-XC1	HORM. INTERIORES AMBIENTE XC1	P223_inSituConcrete	05HHJ	TORRE 1 Y 2	P10	0.715	05HHJ00160_S	0.05 m³	0.07 m²	05HAC00015_S	300.00 kg/m²	20.56 kg

<BOQ_Structural Framing SPC Steel>

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
Type	Structural Material	Comentarios	SNR_Chapter	SNR_kZone	Length	SNR_BOQCodeSteelWeight	SNR_SteelWeightByLength	SNR_SteelWeight	SNR_BOQCodeSteelSurface	SNR_SurfaceArea
BLOQUE QUIRÚRGICO										
ACB - HE 800 B	P411_CarbonSteel	STEEL	05ACJ	BLOQUE QUIRÚRGICO	24.566	05ACJ00099_S	192.20 kg/m	3713.88 kg	09VWWW90016	2.50 m²/m
ACB - HE 1000 B	P411_CarbonSteel	STEEL	05ACJ	BLOQUE QUIRÚRGICO	958.747	05ACJ00099_S	230.40 kg/m	215495.59 kg	09VWWW90016	2.50 m²/m
HE 1000 A	P411_CarbonSteel	STEEL	05ACJ	BLOQUE QUIRÚRGICO	4.180	05ACJ00099_S	272.20 kg/m	1301.12 kg	09VWWW90016	3.10 m²/m
HEB 280	P411_CarbonSteel	STEEL	05ACJ	BLOQUE QUIRÚRGICO	43.378	05ACJ00099_S	103.10 kg/m	4586.03 kg	09VWWW90016	1.68 m²/m
					1,031,261			225097.01 kg		
HELPIERTO										
HEB 280	P411_CarbonSteel	STEEL	05ACJ	HELPIERTO	650.361	05ACJ00099_S	103.10 kg/m	65036.10 kg	05AVWW00099_S	1.68 m²/m
PE 270	P411_CarbonSteel	STEEL	05ACJ	HELPIERTO	47.448	05ACJ00099_S	36.07 kg/m	1580.03 kg	05AVWW00099_S	1.04 m²/m
UPN 280	P411_CarbonSteel	STEEL	05ACJ	HELPIERTO	106.571	05ACJ00099_S	41.80 kg/m	4569.37 kg	05AVWW00099_S	0.89 m²/m
					807.380			71455.51 kg		
L 270 x 50 x 8	P411_CarbonSteel	STEEL - STAIRS	05ACW	HELPIERTO	8.880	05ACW00098_S	17.60 kg/m	156.21 kg	05AVWW00099_S	0.49 m²/m
UPN 280	P411_CarbonSteel	STEEL - STAIRS	05ACW	HELPIERTO	17.654	05ACW00098_S	41.80 kg/m	877.84 kg	05AVWW00099_S	0.89 m²/m
					26.534			1134.05 kg		
TORRE 1 Y 2										
L 80x80x8	P411_CarbonSteel	STEEL	05ACJ	TORRE 1 Y 2	888.320	05ACJ00099_S	9.63 kg/m	8020.29 kg	05AVWW00099_S	0.31 m²/m
RHS 200x100x10	P411_CarbonSteel	STEEL	05ACJ	TORRE 1 Y 2	901.659	05ACJ00099_S	41.30 kg/m	36663.81 kg	05AVWW00099_S	0.56 m²/m
					1,799,979			44684.09 kg		
L 270 x 50 x 8	P411_CarbonSteel	STEEL - STAIRS	05ACW	TORRE 1 Y 2	234.675	05ACW00098_S	17.60 kg/m	6769.00 kg	05AVWW00099_S	0.49 m²/m
UPN 160	P411_CarbonSteel	STEEL - STAIRS	05ACW	TORRE 1 Y 2	1,379,709	05ACW00098_S	18.80 kg/m	23671.27 kg	05AVWW00099_S	0.55 m²/m
UPN 180	P411_CarbonSteel	STEEL - STAIRS	05ACW	TORRE 1 Y 2	322.519	05ACW00098_S	22.00 kg/m	6501.32 kg	05AVWW00099_S	0.61 m²/m
ø 10mm	P411_CarbonSteel	STEEL - STAIRS	05ACW	TORRE 1 Y 2	161.943	05ACW00098_S	0.60 kg/m	27084.49 kg	05AVWW00099_S	0.03 m²/m
					2,088,547			37038.57 kg		
TORRE 3 Y 4										
HEB 280	P411_CarbonSteel	STEEL	05ACJ	TORRE 3 Y 4	29.806	05ACJ00099_S	103.10 kg/m	3217.66 kg	05AVWW00099_S	1.68 m²/m
PE 270	P411_CarbonSteel	STEEL	05ACJ	TORRE 3 Y 4	32.849	05ACJ00099_S	36.07 kg/m	1114.07 kg	05AVWW00099_S	1.04 m²/m
L 80x80x8	P411_CarbonSteel	STEEL	05ACJ	TORRE 3 Y 4	606.595	05ACJ00099_S	9.63 kg/m	5587.30 kg	05AVWW00099_S	0.31 m²/m
RHS 200x100x10	P411_CarbonSteel	STEEL	05ACJ	TORRE 3 Y 4	656.361	05ACJ00099_S	41.30 kg/m	27084.49 kg	05AVWW00099_S	0.56 m²/m
					1,327,331			37003.52 kg		
L 270 x 50 x 8	P411_CarbonSteel	STEEL - STAIRS	05ACW	TORRE 3 Y 4	230.924	05ACW00098_S	17.60 kg/m	6650.17 kg	05AVWW00099_S	0.49 m²/m
UPN 160	P411_CarbonSteel	STEEL - STAIRS	05ACW	TORRE 3 Y 4	1,370,394	05ACW00098_S	18.80 kg/m	23826.38 kg	05AVWW00099_S	0.55 m²/m
UPN 180	P411_CarbonSteel	STEEL - STAIRS	05ACW	TORRE 3 Y 4	316.381	05ACW00098_S	22.00 kg/m	6492.56 kg	05AVWW00099_S	0.61 m²/m
ø 10mm	P411_CarbonSteel	STEEL - STAIRS	05ACW	TORRE 3 Y 4	161.497	05ACW00098_S	0.60 kg/m	96.90 kg	05AVWW00099_S	0.03 m²/m
					2,079,195			37086.02 kg		
ZÓCALO										
ACB - HE 1000 B	P411_CarbonSteel	STEEL	05ACJ	ZÓCALO	432.356	05ACJ00099_S	230.40 kg/m	99264.08 kg	09VWWW90016	2.50 m²/m
HE 1000 A	P411_CarbonSteel	STEEL	05ACJ	ZÓCALO	279.979	05ACJ00099_S	272.20 kg/m	67638.14 kg	09VWWW90016	3.10 m²/m
HEB 600	P411_CarbonSteel	STEEL	05ACJ	ZÓCALO	306.666	05ACJ00099_S	211.90 kg/m	72651.26 kg	09VWWW90016	2.32 m²/m
HEB 800	P411_CarbonSteel	STEEL	05ACJ	ZÓCALO	552.097	05ACJ00099_S	262.33 kg/m	143295.24 kg	09VWWW90016	2.71 m²/m
PE 500	P411_CarbonSteel	STEEL	05ACJ	ZÓCALO	141.727	05ACJ00099_S	90.68 kg/m	12741.32 kg	05AVWW00099_S	2.02 m²/m
L 80x80x8	P411_CarbonSteel	STEEL	05ACJ	ZÓCALO	210.782	05ACJ00099_S	9.63 kg/m	1969.69 kg	05AVWW00099_S	0.31 m²/m



<BOQ_Walls SPC New>

Table with columns A-M: Type, Structural Material, Marca, Type Comments, Comentarios, SNR_IJZone, SNR_Chapter, Restricción, Área, Volume, SNR_BOQCodeConc, SNR_BOQCodeRein, SNR_RebarRatio, SNR_BOQCodeF. Rows include BLOQUE QUIRÚRGICO and various wall types like Ss_20_60-InSituConcreteWall-150mm-XC4+XS1.

<BOQ_Walls SPC New CONTENCIÓN Chapter 05>

Table with columns A-L: Type, Structural Material, Comentarios, SNR_IJZone, SNR_Chapt, Restricci, Área, Volume, SNR_BOQCodeConcrete, SNR_BOQCodeRein, SNR_RebarRatioByVol, SNR_BOQCodeF. Rows include URBANIZACIÓN and ZÓCALO sections with various wall types.

<BOQ_Walls SPC New PANTALLAS>

Table with columns A-M: Type, Marca, Structural Material, Comentarios, SNR_IJZone, SNR_Chapter, Restricción de, Área, Volume, Longitud, SNR_BOQCodeConcrete, SNR_BOQCodeReinforceme, SNR_RebarRatioByVol. Rows include URBANIZACIÓN and ZÓCALO sections with Pantallas wall types.