

Trabajo Fin de Máster

Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Aplicación de la Metodología BIM a un Proyecto de Construcción de una obra de carretera

Autora: Lucía Novo Rodríguez

Tutores: Cristina Torrecillas Lozano

Francisco J. Ramos Sánchez

Dpto. Ingeniería Gráfica
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2024



Trabajo Fin de Máster
Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos

Aplicación de la Metodología BIM a un Proyecto de Construcción de una obra de carretera

Autora:

Lucia Novo Rodríguez

Tutores:

Cristina Torrecillas Lozano

Profesora titular

Francisco Jesús Ramos Sánchez

Profesor Sustituto Interino

Dpto. de Ingeniería Gráfica
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla
Sevilla, 2024

Trabajo Fin de Máster: Aplicación de la Metodología BIM a un Proyecto de Construcción de una obra de
carretera

Autora: Lucía Novo Rodríguez

Tutores: Cristina Torrecillas Lozano y
Francisco Jesús Ramos Sánchez

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2024

El Secretario del Tribunal

*A mis padres, a mi familia, a mis amigos y a
mis tutores.*

Agradecimientos

A mis padres por darme la oportunidad y todas las facilidades a su alcance para que, en esta etapa de estudiante de ingeniería, consiguiera alcanzar mis objetivos, por el apoyo y confianza que han depositado en mí, por su paciencia en los momentos menos buenos, sin ellos nada de esto hubiera sido posible.

A mis amigos, por hacerme el camino más ameno y brindarme su apoyo en las ocasiones más complicadas.

A mis tutores de Trabajo Fin de Máster, Cristina Torrecillas Lozano y Francisco Jesús Ramos Sánchez, por su dedicación y enseñanzas transmitidas durante todo el proceso de elaboración del mismo.

A mis compañeros de trabajo en CIVILE, por darme la oportunidad de formarme junto a ellos y enseñarme esta profesión.

Por último, agradecerme a mí misma el esfuerzo, la constancia y el no dejar de intentarlo.

A todos ellos mi más sincero agradecimiento.

Lucia Novo Rodríguez

Sevilla, 2024

Resumen

En este Trabajo de Fin de Máster se realiza una comparativa entre la metodología utilizada convencionalmente y la metodología implantada a través del 5D a la hora de llevar a cabo tanto las mediciones de las partidas que intervienen dentro de un proyecto de obra lineal en ingeniería civil (como es una obra de carretera, con sus partidas correspondientes entre las que se encuentran: movimiento de tierras, firmes, drenaje, señalización...), como el presupuesto vinculado a dichas mediciones.

La aplicación práctica consiste en utilizar un programa de mediciones 5D llamado Mediciones Automatizadas de Modelos BIM AECO (MAMBA a partir de ahora), el cual basa su funcionamiento en la vinculación con el formato estándar en tecnología BIM denominado IFC, a una obra lineal de ingeniería civil.

MAMBA es un software pensado para automatizar la medición y presupuestado de modelos de edificación o de ingeniería civil que se crean usando la metodología BIM y que utilizan el estándar abierto de intercambio de información IFC (Industry Foundation Classes).

La disciplina BIM que se desarrolla en el proyecto de ejecución de este Trabajo Fin de Máster es la relativa al nivel BIM 5D de Costes. Esta disciplina desarrolla un presupuesto BIM para vincularlo a un modelo BIM 3D que permita llevar a cabo la valoración de la construcción de una infraestructura lineal y su seguimiento de obra.

Para concluir el trabajo, se exponen las conclusiones en relación a la aplicación de la metodología BIM a la ingeniería civil, y más concretamente a la ingeniería del transporte.

Abstract

In this Master's Thesis, a comparison is made between the methodology conventionally used and the methodology implemented through 5D when carrying out both measurements of the items involved in a linear civil engineering project (such as a road project, with its corresponding items including earthworks, pavements, drainage, signage, etc.) and the budget linked to these measurements.

The practical application involves using a 5D measurement program called Automated Measurements of BIM Models AECO (referred to as MAMBA from now on), which operates by linking with the standard BIM technology format called IFC, to a linear civil engineering project. MAMBA is a software designed to automate the measurement and budgeting of building or civil engineering models created using the BIM methodology and utilizing the open information exchange standard IFC (Industry Foundation Classes).

The BIM discipline developed in the execution project of this Master's Thesis is related to the BIM 5D Cost level. This discipline creates a BIM budget to link it to a 3D BIM model, enabling the valuation of the construction of a linear infrastructure and its project monitoring.

To conclude the work, conclusions are presented regarding the application of the BIM methodology to civil engineering, specifically focusing on transportation engineering.

Agradecimientos.....	ix
Resumen	xi
Abstract.....	xiii
Índice.....	xv
Índice de Tablas	xvii
Índice de Figuras	xix
Notación.....	xxii
1 Introducción.....	11
1.1 ¿Qué es el BIM?.....	11
1.2 IFC: Industry Foundation Classes.....	13
1.2.1 Estandarización para la identificación de elementos	15
1.3 Softwares aplicados a la metodología BIM	19
1.3.1 Softwares orientados a la ingeniería civil: ISTRAM ISPOL o CIVIL 3D	20
1.4 Presupuestación de obras	22
1.4.1 5D y software	23
1.4.2 Vinculación mediante IFC.	23
1.4.3 Proposición de estándares para la identificación de elementos BIM	24
1.5 Objetivos y justificación.....	27
1.5.1 Obra lineal	27
1.5.2 Medición de la obra	28
1.5.3 Valoración de la obra	29
2 Datos de partida	30
2.1 Metodología a utilizar.....	30
2.2 Formato IFC.....	31
2.3 IFC de carreteras	34
2.4 Modelados en BIM. Modelo BIM 3D.....	35
2.5 Software empleado. MAMBA	37
2.6 Exportación IFC. Vinculación/Importación archivos IFC.....	37
3 Caso práctico.....	39
3.1 Modelado de la carretera	39
3.2 Exportación IFC.....	39
3.3 Tratamiento con MAMBA.....	40
3.3.1 Importación del archivo IFC	40
3.3.2 Ajuste de la interfaz y propiedades de la obra	43
3.3.3 Creación de capítulos	43
3.3.4 Creación de reglas de medición	44
3.3.5 Creación de condiciones y valores	52
3.3.6 Creación de conceptos	52
3.3.7 Verificación de reglas de medición	53
3.3.8 Exportación/importación de reglas de medición	54

3.3.9	Proceso de medición	55
3.3.10	Vinculación con las bases de precios	56
4	Presupuesto de las obras	65
4.1	<i>Mediciones</i>	65
4.1.1	Mediciones con ISTRAM ISPOL	65
4.1.2	Mediciones con MAMBA	66
4.1.3	Comparación de mediciones	66
4.2	<i>Presupuesto</i>	70
4.2.1	Elaboración del presupuesto con PRESTO	70
4.2.2	Elaboración del presupuesto con MAMBA	71
4.2.3	Comparación entre presupuestos	71
5	Conclusiones	73
5.1	<i>Referente a la metodología BIM</i>	73
5.2	<i>Referente al software MAMBA</i>	74
5.3	<i>Análisis crítico de la interoperabilidad ISTRAM ISPOL-MAMBA</i>	75
5.4	<i>Consecución de los objetivos marcados en el Trabajo Fin de Máster</i>	75
6	Bibliografía	77
	Apéndice 1.1. Presupuesto elaborado con MAMBA	79
	Apéndice 1.2. Presupuesto elaborado con PRESTO	86
	Apéndice 2.1 Resumen de presupuesto elaborado con MAMBA	87
	Apéndice 2.2 Resumen de presupuesto elaborado con PRESTO	89
	Apéndice 3.1 Mediciones elaboradas con MAMBA	90
	Apéndice 3.2. Mediciones elaboradas con ISTRAM ISPOL	99

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1-1 Formatos para IFC. Fuente: https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/ifc-formats/	14
Tabla 1-2 Base de datos de especificaciones de IFC.	15
Tabla 1-3. Software de aplicación. Fuente: Elaboración propia.	20
Tabla 1-4 Proposición de estándares para la identificación de elementos BIM. Fuente: Elaboración propia.	27
Tabla 2-1. Sección de firme diseñada para el acceso	36
Tabla 2-2. Sección de firme diseñada para el camino de acceso.	36
Tabla 3-1. Regla de medición de fresado de pavimento bituminoso o de hormigón existente. Fuente: Elaboración propia.	46
Tabla 3-2. Regla de medición de demolición de firme o pavimento existente. Fuente: Elaboración propia.	46
Tabla 3-3. Regla de medición de excavación de tierra vegetal. Fuente: Elaboración propia.	46
Tabla 3-4. Regla de medición de excavación en desmonte en tierra con medios mecánicos sin explosivos. Fuente: Elaboración propia.	46
Tabla 3-5. Regla de medición de relleno para impermeabilización de bermas con material procedente de préstamo, yacimiento y/o cantera. Fuente: Elaboración propia.	47
Tabla 3-6. Regla de medición de relleno localizado con material procedente de préstamo, yacimiento granular o cantera, tratado con cemento en cuñas de transición. Fuente: Elaboración propia.	47
Tabla 3-7. Regla de medición de suelo adecuado procedente de yacimiento granular o cantera para formación de explanada. Fuente: Elaboración propia.	47
Tabla 3-8. Regla de medición de zahorra. Fuente: Elaboración propia.	48
Tabla 3-9. Regla de medición de relleno para impermeabilización de MBC TIPO AC32 BASE S, excepto betún y polvo mineral. Fuente: Elaboración propia.	48
Tabla 3-10. Regla de medición de relleno para impermeabilización de MBC TIPO AC 22 SURF S, excepto betún y polvo mineral. Fuente: Elaboración propia.	48
Tabla 3-11. Regla de medición de betún asfáltico convencional tipo 50/70 para MBC TIPO AC32 BASE S. Fuente: Elaboración propia.	49
Tabla 3-12. Regla de medición de betún asfáltico convencional tipo 50/70 para MBC TIPO AC 22 SURF S. Fuente: Elaboración propia.	49
Tabla 3-13. Regla de medición de cemento portland empleado como polvo mineral de aportación para MBC TIPO AC32 BASE S. Fuente: Elaboración propia.	50
Tabla 3-14. Regla de medición de cemento portland empleado como polvo mineral de aportación para MBC TIPO AC 22 SURF S. Fuente: Elaboración propia.	50
Tabla 3-15. Regla de medición de emulsión C60B3 ADH en riegos de adherencia o C60B3 CUR en riegos de curado. Fuente: Elaboración propia.	51
Tabla 3-16. Regla de medición de emulsión C60BF4 IMP en riego de imprimación. Fuente: Elaboración propia.	51
Tabla 3-17. Regla de medición de tubo de hormigón armado de diámetro 400 mm clase 135. Fuente: Elaboración propia.	51

Tabla 4-1. Mediciones elaboradas con la herramienta ISTRAM ISPOL. Fuente: Elaboración propia.	65
Tabla 4-2. Mediciones elaboradas con la herramienta MAMBA. Fuente: Elaboración propia.	66
Tabla 4-3. Comparación de mediciones. Fuente: Elaboración propia.	67
Tabla 4-4. Comparación de presupuesto. Fuente: Elaboración propia.	69
Tabla 4-5. Comparación entre capítulos del presupuesto. Fuente: Elaboración propia.	72

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1. Modelo BIM. Fuente: https://konstruedu.com/es/blog/bim-y-el-diseno-estructural	12
Figura 1-2 Metodología BIM. Fuente: https://inarquia.es/ventajas-inconvenientes-metodologia-bim/	13
Figura 1-3 Ejemplo estructura UniFormat. Fuente: https://www.buildbim.cl/2019/02/13/sistemas-de-clasificacion-bim-uniformat-articulo-3-5/	16
Figura 1-4 Ejemplo estructura MasterFormat. Fuente: https://www.buildbim.cl/2019/02/20/sistemas-de-clasificacion-bim-masterformat-articulo-4-5/	16
Figura 1-5 Ejemplo estructura OmniClass. Fuente: https://www.espaciobim.com/omniclass	17
Figura 1-3 Ejemplo estructura Uniclass. Fuente: https://www.espaciobim.com/uniclass	18
Figura 1-3 Ejemplo estructura GuBIMClass. Fuente: https://www.espaciobim.com/gubimclass	18
Figura 1-3. Situación del acceso objeto de trabajo. Fuente: Elaboración propia.	28
Figura 2-1. Metodología a utilizar. Fuente: Elaboración propia.	31
Figura 2-2. Modelo BIM 3D elaborado en ISTRAM ISPOL. Fuente: Elaboración propia	32
Figura 2-3. Ubicación del acceso proyectado Fuente: Elaboración propia	33
Figura 2-4. Vista tridimensional del acceso proyectado Fuente: Elaboración propia	33
Figura 2-5. Modelo BIM 3D elaborado en ISTRAM ISPOL. Fuente: Elaboración propia	35
Figura 2-6. Comparación del modelo 3D. Fuente: Elaboración propia	38
Figura 3-2. Panel principal de MAMBA. Fuente: Elaboración propia.	40
Figura 3-3. Modelo 3D BIM en MAMBA. Fuente: Elaboración propia.	41
Figura 3-4. Zoom modelo 3D BIM en MAMBA. Fuente: Elaboración propia.	41
Figura 3-5. Fuente: Selección de elementos con MAMBA. Elaboración propia.	42
Figura 3-6. Creación de capítulos con MAMBA. Fuente: Elaboración propia.	44
Figura 3-7. Creación de reglas de medición con MAMBA. Fuente: Elaboración propia	45
Figura 3-8. Dotación de ligante hidrocarbonado según PG-3. Fuente: PG-3.	49
Figura 3-9. Relación filler-betún a utilizar según PG-3. Fuente: PG-3.	50
Figura 3-10. Creación de condiciones y valores en MAMBA. Fuente: Elaboración propia.	52
Figura 3-11. Creación de conceptos en MAMBA. Fuente: Elaboración propia.	53
Figura 3-12. Verificación de las reglas de medición. Fuente: Elaboración propia.	54
Figura 3-12. Importación/Exportación de las reglas de medición. Fuente: Elaboración propia.	55
Figura 3-14. Medición con MAMBA. Fuente: Elaboración propia.	56
Figura 3-15. Datos generales. Fuente: Elaboración propia.	57
Figura 3-16. Porcentaje de medición que proviene del modelo BIM. Fuente: Elaboración propia.	58
Figura 3-17. Representación económica con MAMBA global. Fuente: Elaboración propia.	60
Figura 3-18. Representación de masa y volumen con MAMBA. Fuente: Elaboración propia.	61
Figura 3-19. Representación de los residuos generados con MAMBA. Fuente: Elaboración propia.	62
Figura 3-20. Representación de emisiones y energía generada con MAMBA. Fuente: Elaboración propia.	

	62
Figura 3-21. Representación de porcentajes y cuantías con MAMBA. Fuente: Elaboración propia.	63
Figura 3-22. Imágenes y archivos adjuntos desde MAMBA. Fuente: Elaboración propia.	64
Figura 4-1. Presupuesto elaborado con PRESTO. Fuente: Elaboración propia.	70
Figura 4-2. Presupuesto elaborado con MAMBA. Fuente: Elaboración propia.	71

Notación

A^*	Conjugado
c.t.p.	En casi todos los puntos
c.q.d.	Como queríamos demostrar
■	Como queríamos demostrar
e.o.c.	En cualquier otro caso
e	número e
Re	Parte real
Im	Parte imaginaria
sen	Función seno
tg	Función tangente
arctg	Función arco tangente
sen	Función seno
$\text{sen}^x y$	Función seno de x elevado a y
$\text{cos}^x y$	Función coseno de x elevado a y
Sa	Función sampling
sgn	Función signo
rect	Función rectángulo
Sinc	Función sinc
$\partial y \partial x$	Derivada parcial de y respecto
x°	Notación de grado, x grados.
$\text{Pr}(A)$	Probabilidad del suceso A
SNR	Signal-to-noise ratio
MSE	Minimum square error
:	Tal que
$<$	Menor o igual
$>$	Mayor o igual
\backslash	Backslash
\Leftrightarrow	Si y sólo si

1 INTRODUCCIÓN

En este Trabajo de Fin de Máster se realiza una comparación entre los métodos tradicionales empleados para medir las actividades implicadas en un proyecto de ingeniería civil lineal, como una carretera, incluyendo sus unidades de obras a medir, y el presupuesto asociado a estas mediciones, con respecto a la aplicación de la metodología 5D.

La aplicación práctica de este estudio implica el uso de un software de mediciones 5D llamado Mediciones Automatizadas de Modelos BIM AECO (conocido como MAMBA). Este programa opera mediante la integración con el estándar de tecnología BIM llamado IFC, aplicándolo a proyectos de ingeniería civil lineal, el cual es una herramienta diseñada para automatizar la medición y estimación de modelos de edificaciones o proyectos de ingeniería civil creados usando la metodología BIM y que cumplen con el estándar de intercambio de información abierto IFC (Industry Foundation Classes).

El enfoque BIM adoptado en este Trabajo de Fin de Máster se centra en el nivel BIM 5D de Costes, la cual, implica la creación de un presupuesto BIM que se integra con un modelo BIM 3D, permitiendo la evaluación y supervisión de la construcción de una infraestructura lineal durante su ejecución.

Todo proyecto debe incluir un presupuestado que se suele ver afectado por los cambios temporales de materiales, mediciones o de elementos por actualizaciones en normativas. El Building Information Model (BIM en adelante) ha contribuido a vincular objetos espaciales con elementos constructivos facilitando la medición de estos y su presupuestado. Se presenta en este tema una pequeña introducción histórica sobre esta labor, de lo que es el BIM y de las herramientas actuales que vinculan BIM y presupuesto.

Finalmente, se introduce un nuevo software denominado MAMBA y el objetivo del proyecto que se presenta.

1.1 ¿Qué es el BIM?

A continuación, se procede a explicar en qué consiste el modelo BIM, que representa una metodología innovadora, denominada Building Information Modeling o en su traducción, Modelado de Información para la Construcción. Dicha metodología ha ganado cada vez más relevancia en el ámbito de la industria de la construcción debido a la integración de información esencial para la gestión de proyectos.

El modelo BIM es una representación tridimensional detallada y precisa de la infraestructura en desarrollo, que engloba muchos datos asociados a él. Estos datos abarcan tanto aspectos generales como información específica sobre los materiales empleados, así como cualquier otro dato de importancia relevante a lo largo de la vida del proyecto. Esencialmente, el modelo BIM es una maqueta virtual, un entorno digital que encapsula la totalidad de la construcción en un formato inteligente y colaborativo. Gracias a esta integración de datos, se facilita la gestión y el flujo de información durante todas las fases del proyecto, desde la concepción del mismo hasta la operación y las labores de mantenimiento. Al utilizar la metodología BIM, se logra una mejora en el proceso de planificación y diseño, ya que permite la visualización y evaluación detallada del proyecto antes de su ejecución. Asimismo, favorece la identificación temprana de posibles problemas y dificultades, lo que conduce a una mejor toma de decisiones y a una mayor eficiencia en el desarrollo del proyecto. Un aspecto fundamental del modelo BIM es su carácter colaborativo, ya que diferentes equipos y profesionales del sector pueden trabajar simultáneamente en el mismo entorno digital, compartiendo datos y actualizaciones en tiempo real. Esta colaboración interdisciplinaria tiene como ventaja una comunicación fluida entre todas las personas involucradas, lo que a su vez se traduce en una reducción de errores. Además, el modelo BIM no solo es beneficioso para la etapa de construcción, sino que también tiene un impacto significativo en la operación y el mantenimiento a lo largo del ciclo de vida de la infraestructura. La información detallada y precisa contenida en el modelo permite una gestión más efectiva de las unidades de obra, lo que conlleva un ahorro de costes a largo plazo y una mayor durabilidad de la construcción.

En resumen, el modelo BIM representa una herramienta con mucho valor en la gestión de proyectos de construcción, ya que combina una representación tridimensional detallada con la integración de datos esenciales. A través de esta metodología, se fomenta la colaboración, la eficiencia y la toma de decisiones informadas, repercutiendo positivamente en el funcionamiento global y la calidad de las infraestructuras construidas.[1], [2]

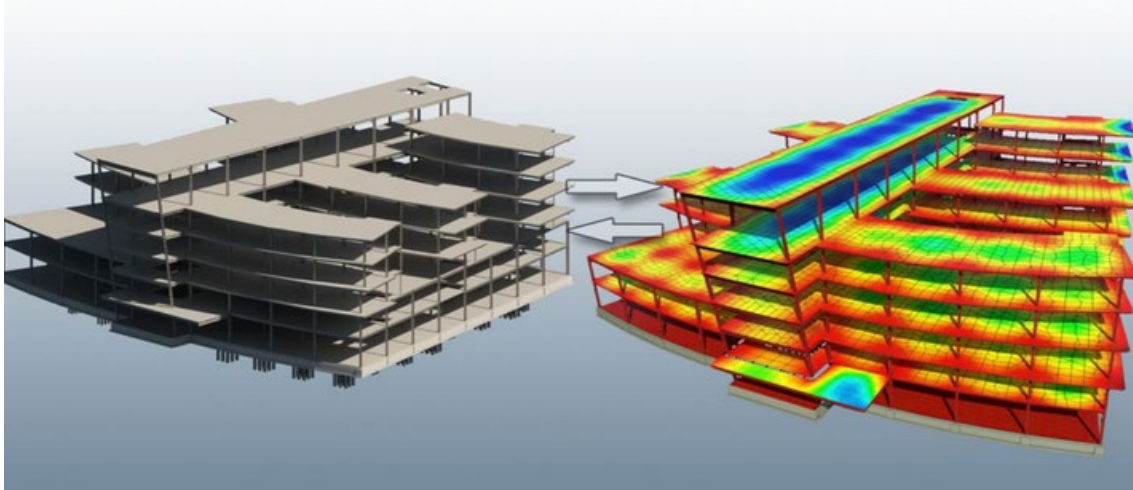


Figura 1-1. Modelo BIM. Fuente: <https://konstruedu.com/es/blog/bim-y-el-diseno-estructural>

La metodología BIM, o Modelado de Información para la Construcción, se presenta como una visión con diferentes facetas, susceptible de varias definiciones que engloban su naturaleza colaborativa y su papel en la creación y gestión de proyectos de construcción. Su objetivo es el de unificar y centralizar toda la información relativa al proyecto en un único modelo de información digital, producto de la colaboración de todos los agentes involucrados. Si desglosamos la denominación BIM, podemos encontrar que se traduce literalmente como "Modelo de la Información de la Construcción," y su alcance no se limita a un tipo específico de edificio o infraestructura, sino que abarca toda clase de proyectos constructivos.

Desde otra perspectiva, se puede considerar que BIM es una gran base de datos que abarca y unifica diferentes aspectos del proyecto. De este modo, se define como la creación de un modelo virtual de la infraestructura en cuestión, asimismo, como un prototipo digital que representa la realidad, ya sea antes, durante o después de la construcción. Además, BIM es una nueva forma de trabajo, esencial en la transformación digital del sector de la construcción. También podemos entender BIM como un método o una metodología que implica gestionar de una forma más eficiente la información que se va generando a lo largo de todo el ciclo de vida de un proyecto. BIM como método implica un cambio en la forma de colaborar y compartir la información donde realmente se definen procesos en donde unos responsables generan esa información, se valida, se transmite, se publica..., por lo que conlleva una metodología en gestionar esta información. BIM implica anticipar la toma de decisiones lo más rápido posible. Igualmente, BIM como tecnología permite modelizar y gestionar información de un proyecto. Además, incluye el concepto de transmitir la información entre las herramientas y personas que gestionan esas herramientas.



Figura 1-2 Metodología BIM. Fuente: <https://inarquia.es/ventajas-inconvenientes-metodologia-bim/>

No existe una única herramienta. No es, por ejemplo, AUTOCAD; donde se realizan todos los procesos (diseñar, revisar, medir...), si no que existen herramientas de diferentes datos con información del proyecto (unas para la generación de datos, coordinación, gestión, presupuestos, planificación...) y se concentran en una plataforma compartida, por lo que puede así involucrar a todos los agentes afectados por el ciclo de vida de la construcción (promotores, arquitectos, ingenieros, constructores...). Por lo cual, el uso BIM se define como la ampliación de la Metodología BIM durante cualquier fase del ciclo de vida del proyecto para cumplir uno o varios objetivos específico. [1], [3], [4]

1.2 IFC: Industry Foundation Classes

IFC (Industry Foundation Classes) es un estándar internacional abierto reconocido en la industria de la construcción y gestión de activos. Este estándar se destaca por facilitar el intercambio y compartir los datos BIM (Building Information Modeling) entre diversas aplicaciones informáticas utilizadas por los distintos agentes involucrados en el sector. La importancia de IFC se encuentra en su capacidad para abarcar definiciones que abordan todos los datos necesarios a lo largo del ciclo de vida de las construcciones. IFC es una descripción estandarizada y digital del entorno construido, comprendiendo tanto edificaciones como infraestructura civil. De manera específica, el esquema IFC consiste en un modelo de datos estandarizado que codifica de forma lógica una variedad de aspectos esenciales:

- Identidad y semántica: Esto incluye el nombre, identificador único legible por máquina, tipo de objeto o función.
- Características o atributos: Se refiere a aspectos como el material, el color y las propiedades térmicas de los elementos.
- Relaciones: Abarca lugares, conexiones y propiedad de los objetos dentro del entorno construido.
- Objetos: Representación de elementos concretos como columnas o losas.
- Conceptos abstractos: Contempla aspectos abstractos como rendimiento y coste.
- Procesos: Se incluyen información sobre instalación y operaciones.
- Personas: Se refiere a los diferentes agentes que intervienen en el proceso, como propietarios, diseñadores, contratistas, proveedores, entre otros.

Gracias a la estandarización que IFC proporciona, se facilita la interoperabilidad entre distintas herramientas, permitiendo que la información pueda ser compartida de manera fluida y precisa. En la práctica, IFC se utiliza ampliamente en la transferencia de información entre diferentes partes involucradas en actividades profesionales específicas. Por ejemplo, un arquitecto puede proporcionar a un propietario un modelo de diseño de una nueva instalación, y este, a su vez, puede enviar dicho modelo al contratista para solicitar una oferta. Luego, el contratista puede proporcionar al propietario un modelo "as-built" que contiene detalles sobre el equipo instalado y la información del fabricante. Además de facilitar el intercambio de información en tiempo real, IFC también se presta como medio para archivar datos y documentación relacionada con el proyecto.[4]–[7]

Para concluir, se afirma que el formato IFC juega un papel muy importante en la optimización de la colaboración y eficiencia en el sector de la construcción y gestión de activos al permitir una comunicación fluida y estandarizada entre las distintas partes involucradas en el proceso constructivo y de operación de infraestructuras. Su naturaleza abierta y su amplia compatibilidad con diversos dispositivos de hardware y plataformas de software lo convierten en una herramienta fundamental para la industria. Los formatos para una estructura IFC son los siguientes:

Formato	Extensión	Descripción	Tamaño del fichero relativo
STEP Physical File (SPF)	.ifc	STEP Physical Format (SPF or IFC-SPF) es, en la práctica, el formato de IFC más utilizado, siendo el más compacto de los formatos que pueden ser leídos como texto. IFC-SPF se basa en el estándar para la representación en texto claro de los modelos de datos EXPRESS ISO 10303-21.	100%
Extensible Markup Language (XML)	.ifcXML	Extensible Markup Language (XML) proporciona una mejor legibilidad y se beneficia de una amplia gama de aplicaciones informáticas. Ifc.XML se basa en el estándar ISO para la representación de datos STEP en formato XML ISO 10303-28.	113%
ZIP	.ifcZIP	Los datos IFC pueden ser embebidos en un fichero ZIP. Pueden ser embebidos tanto datos SPF como XML teniendo un resultado comparable en tamaño.	17%
Terse RDF Triple Language (Turtle)	.ttl basado en ifcOWL		1.372%
Resource Description Framework (RDF/XML)	.rdf basado en ifcOWL		816%

Tabla 1-1 Formatos para IFC. Fuente: <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/ifc-formats/>

Base de datos de especificaciones de IFC:

Versión	Nombre (Documentación HTML)	Publicación ISO	Publicado (aaaa-mm)	Estado actual
4.2.0.0	IFC 4.2	-	2019-04	Candidate Standard
4.1.0.0	IFC 4,1	-	2018-06	Official

4.0.2.1	IFC 4 ADD2 TC1	ISO 16739-1:2018	2017-10	Official
4.0.2.0	IFC4 ADD2	-	2016-07	Official
4.0.1.0	IFC4 ADD1	-	2015-06	Retired
4.0.0.0	IFC4	ISO 16739:2013	2013-02	Retired
2.3.0.1	IFC2x3 TC1	ISO/PAS 16739:2005	2017-07	Official
2.3.0.0	IFC2x3	2005-12	2005-12	Official

Tabla 1-2 Base de datos de especificaciones de IFC.

Fuente: <https://technical.buildingsmart.org/standards/ifc/ifc-formats>.

1.2.1 Estandarización para la identificación de elementos

Desde la antigüedad, los estándares para la clasificación de elementos utilizados en bases de datos han sido un pilar fundamental en la gestión de información. No obstante, en la actualidad, su importancia ha aumentado debido a su papel imprescindible en la cohesión informativa dentro de los proyectos BIM (Building Information Modeling). Estos estándares juegan un papel clave al permitir un uso segregado y estructurado de la información contenida en los modelos BIM, lo que conduce a una mejora significativa en la eficiencia y la precisión en la gestión de datos en el ámbito de la construcción.

La codificación derivada de la descripción detallada de los elementos en un proyecto BIM se convierte en un componente esencial, ya que se asigna a cada uno de los elementos del proyecto, estableciendo así un protocolo estandarizado de definición y clasificación. Esta uniformidad en la codificación es fundamental para lograr una cohesión y entendimiento compartido entre todos los agentes involucrados en el proyecto a lo largo de su ciclo de vida. A día de hoy, aún no existe un conjunto de estándares internacionales que sea considerado 100% válido para abarcar todas las necesidades en el campo de la construcción y el desarrollo de proyectos BIM, pero se han establecido algunas opciones que son comúnmente utilizadas y reconocidas:

- UniFormat: Este estándar se ha consolidado como una herramienta valiosa para la clasificación de elementos en proyectos BIM mediante niveles. Su enfoque se basa en proporcionar una estructura organizada y coherente para categorizar elementos y sus respectivas propiedades. Los niveles son los siguientes:

Level 01

- A Substructure
- B Shell
- C Interiors
- D Services
- E Equipment and Furnishings
- F Special Construction and Demolition
- G Building Sitework
- Z General

Level 1 categoriza en diferentes clases de información, separados por categorías bajo conceptos que la componen. Level 2 clasifica la información de estas clases y las ordena manteniendo la letra del Level 1, agregando un número de dos dígitos que especifica a qué corresponde. Levels 3 y 4 agregan un punto decimal, conforma un código alfanumérico asignado para determinar clases y subclases dentro del Level 2 de información. A continuación, se muestra un ejemplo de la clasificación UniFormat:

A	SUBSTRUCTURE	Level 1
A10	Foundations	Level 2
A1010	Standard Foundations	Level 3
A1010.10	Wall Foundations	Level 4
A1010.10.CF	Continuous Footings	Level 5

Figura 1-3 Ejemplo estructura UniFormat.

Fuente: <https://www.buildbim.cl/2019/02/13/sistemas-de-clasificacion-bim-uniformat-articulo-3-5/>

- MasterFormat: Otro estándar muy utilizado en sistemas de construcción y proyectos BIM. Destaca por su capacidad para organizar la información en categorías específicas, lo que facilita el acceso y la manipulación de datos. A continuación, se muestra un ejemplo de la clasificación MasterFormat:

00 00 00	Procurement and Contracting Requirements
00 01 01	Project Title Page
00 01 03	Project Directory
00 01 05	Certifications Page
00 01 07	Seals Page
00 01 10	Table of Contents
00 01 15	List of Drawing Sheets
00 01 20	List of Schedules
00 10 00	Solicitation
00 11 00	Advertisements and Invitations
00 11 13	Advertisement for Bids
00 11 15	Advertisement for Prequalification of Bidders
00 11 16	Invitation to Bid
00 11 19	Request for Proposal
00 11 53	Request for Qualifications
00 20 00	Instructions for Procurement
00 21 00	Instructions
00 21 13	Instructions to Bidders
00 21 16	Instructions to Proposers
00 22 00	Supplementary Instructions
00 22 13	Supplementary Instructions to Bidders
00 22 16	Supplementary Instructions to Proposers
00 23 00	Procurement Definitions
00 24 00	Procurement Scopes

Figura 1-4 Ejemplo estructura MasterFormat.

Fuente: <https://www.buildbim.cl/2019/02/20/sistemas-de-clasificacion-bim-masterformat-articulo-4-5/>

- OmniClass: OmniClass es un estándar versátil que abarca diversas clasificaciones para la información en proyectos BIM. El sistema de clasificación OmniClass está compuesto por 15 tablas, cada una representa una cara diferente de información para la construcción y puede ser utilizada independientemente. Las tablas que utiliza OmniClass son la siguientes:
 - Table 11 – Construction Entities by Function
 - Table 12 – Construction Entities by Form
 - Table 13 – Spaces by Function
 - Table 14 – Spaces by Form
 - Table 21 – Elements
 - Table 22 – Work Results
 - Table 23 – Products
 - Table 31 – Phases

- Table 32 – Services
- Table 33 – Disciplines
- Table 34 – Organizational Roles
- Table 35 – Tools
- Table 36 – Information
- Table 41 – Materials
- Table 49 – Properties

A continuación, se muestra un ejemplo de la clasificación OmniClass:

Omni-Class N°	Level 1 title	Level 2 title	Level 3 title	Level 4 title	Table 22 Ref.
21-01 00	Substructure				
21-01 10		Foundations			
21-01 20			Special Foun.		
21-01 20 20					
21-01 20 10				Driven Piles	22-31 62 00
21-01 20 15				Bored Piles	22-31 63 00

Figura 1-5 Ejemplo estructura OmniClass. Fuente: <https://www.espaciobim.com/omniclass>

- Uniclass: Este estándar se ha convertido en un referente para la clasificación de elementos en proyectos BIM. Su diseño estructurado y su capacidad para abarcar diversas disciplinas lo convierten en una elección eficaz para una amplia gama de aplicaciones. Las tablas que utiliza Uniclass son las siguientes:
 - Co – Complexes
 - En – Entities
 - Ac – Activities
 - SL – Spaces / Locations
 - EF – Elements / Functions
 - Ss – Systems
 - Pr – Products
 - TE – Tools and Equipment
 - PM – Project Management
 - TE – Zz – CAD
 - F1 – Form of Information (en desarrollo)

A continuación, se muestra un ejemplo de la clasificación Uniclass:

CODE	GROUP	SUB GROUP	SECTION	TITLE
CO_20	20			Adm. com. complexes
CO_20_10	20	10		Legislative complexes
CO_20_10_6020		10	60	Governm. complexes
CO_20_15	20	15		Adm. complexes
CO_20_15_0820		15	08	Business parks
CO_20_15_5820		15	58	Office complexes

Figura 1-6 Ejemplo estructura Uniclass. Fuente: <https://www.espaciobim.com/uniclass>

- GuBIMClass: En constante desarrollo, GuBIMClass está enfocado en ampliar su alcance hacia la parte de la ingeniería civil, proporcionando una buena opción para la clasificación de elementos en proyectos BIM de este tipo. sí, el GuBIMClass tiene un orden jerárquico estructurado en cuatro niveles. Los niveles raíz son los siguientes:
 - 00 Trabajos previos y replanteo general
 - 10 Adecuación del terreno y sustentación del edificio
 - 20 Sistema estructural
 - 30 Sistemas de envolvente y de acabados exteriores
 - 40 Sistemas de compartimentación y de acabados interiores
 - 50 Sistemas de acondicionamiento, instalaciones y servicios
 - 60 Equipamientos y mobiliario
 - 70 Urbanización de los espacios exteriores
 - 80 Construcciones e instalaciones temporales

A continuación, se muestra un ejemplo de la clasificación GuBIMClass:

CÓDIGO	DESCRIPCIÓN
20	Sistema estructural
20.20	Estructura
20.20.20	Estructura horizontal
20.20.20.10	Forjados
20.20.20.20	Jácnas
20.20.20.30	Cerchas
20.20.20.40	Viguetas
20.20.20.50	Tensores horizontales

Figura 1-7 Ejemplo estructura GuBIMClass. Fuente: <https://www.espaciobim.com/gubimclass>

- Uso del PG3: Basarse en el PG3 (Pliego de Prescripciones Técnicas Generales para para obras de carreteras y puentes) como referencia, es una alternativa común en proyectos de obra civil, ofreciendo una base sólida para la clasificación de elementos y unidades de obra.
- Creación particular de estándares: Otro hábito frecuente es que organizaciones y empresas elaboren sus propios estándares personalizados de clasificación, adaptándolos a sus necesidades y especificaciones particulares.

En cuanto a la vinculación entre los estándares de clasificación y las bases de precios, es importante mencionar que a medida que el proyecto BIM avanza y alcanza niveles de madurez superiores, la clasificación y definición de los elementos también se perfeccionan y se profundiza en su detalle, lo que contribuye a una mayor precisión en la estimación de costes y recursos, además de que la gestión de unidades de obra, fundamentada en los elementos del modelo BIM, permite una mayor precisión en la cuantificación de recursos y la elaboración de presupuestos detallados.[2]–[4], [8]–[10]

1.3 Softwares aplicados a la metodología BIM

En la actualidad, en el mercado se encuentran disponibles una amplia gama de software especializados en la metodología BIM, diseñados para abordar distintos tipos de trabajos y tareas específicas. Entre esta variedad de opciones, es posible distinguir dos categorías principales: el software libre y el software de pago. Cada uno de ellos presenta sus propias características, posibilidades y limitaciones, por lo que resulta importante comprender cómo seleccionar el software que mejor se ajuste a las necesidades individuales.

Los softwares BIM de tipo libre ofrecen a los usuarios la ventaja de ser de acceso gratuito, lo que permite su utilización sin permitir costes adicionales. Sin embargo, cabe destacar que, en algunos casos, los softwares libres pueden tener ciertas limitaciones en términos de funcionalidades avanzadas o soporte técnico especializado.

Por otro lado, se encuentran los softwares BIM de pago, los cuales requieren una inversión económica para acceder a ellos. Estos softwares suelen ofrecer un conjunto más completo de características, herramientas y funcionalidades avanzadas, lo que los convierte en una gran herramienta para proyectos más complejos. Además, los softwares de pago normalmente proporcionan un nivel de soporte técnico y actualizaciones regulares, lo que garantiza al usuario un uso más fluido y continuo.

Para tomar una decisión sobre qué software BIM utilizar, es esencial evaluar las necesidades específicas del proyecto y los objetivos que se desean alcanzar, entre los que se incluyen:

- Escala del proyecto: Dependiendo de si se trata de un proyecto pequeño, mediano o grande, se requerirá un software que pueda adaptarse a las dimensiones y complejidades del mismo.
- Funcionalidades requeridas: Hay que identificar las características y herramientas específicas necesarias para llevar a cabo las tareas del proyecto de manera eficiente.
- Interoperabilidad: Si se prevé trabajar con equipos o personas que utilizan diferentes softwares, es importante considerar la compatibilidad y la capacidad de intercambio de datos entre plataformas.
- Experiencia y habilidades del equipo: Evaluar el nivel de conocimiento y experiencia del equipo en el uso de software BIM puede ayudar a seleccionar una opción que se alinee con su capacidad técnica.
- Costo-beneficio: Realizar un análisis detallado de los costes asociados con cada software y compararlos con los beneficios que ofrecen puede proporcionar una visión más clara sobre la relación valor-precio.

Por lo que la elección del software BIM adecuado implica considerar diversos factores, incluyendo las necesidades del proyecto, las funcionalidades requeridas, la compatibilidad y el presupuesto disponible. Al realizar una compactación, se podrá seleccionar el software óptimo que mejor se ajuste a los requerimientos específicos, maximizando así la eficiencia y la calidad del proceso de diseño, construcción y gestión de proyectos BIM.[11]

Los softwares más utilizados según el tipo de aplicación que se desee son los siguientes:

Aplicación	Software BIM
GIS y estudios previos	ARCGIS, GVSIG, QGIS, SMALLWORLD, BENTLEY MAP, AUTOCAD MAP 3D, INFRAWORKS, GOOGLE EARTH
Diseño de obra lineal	INFRAWORKS, ISTRAM ISPOL, CIVIL 3D, ALLPLAN, CLIP, INROADS
Modelo de estructuras Diseño de edificación	CIVIL 3D, REVIT, ALLPLAN, TEKLA REVIT, ALLPLAN, ARCHICAD, AECOSIM, RHNOCEROS, CATIA, CYPE, TEKLA
Planificación (4D)	NAVISWORKS, BENTLEY NAVIGATOR, SYNCHRO, VICO OFFICE, MS PROJECT, PRIMAVERA
Control de mediciones (5D)	PRESTO, ARQUIMEDES, MENFIS, VICO OFFICE, ASSEMBLE, TQC, EXCEL
Simulaciones (6D)	REVIT, GREEN BUILDING, ENERGY PLUS, LIDER Y CALENER (HULC), OPEN STUDIO, DIALUX, ANSYS, LEGION, ECOTEC, HAP
Gestión y mantenimiento (7D)	ARCHIBUS, ECODOMUS, ONUMA, BUILDING OPS, INGRID, MAXIMO
Prevención de riesgos laborales (8D)	REVIT Y PRL EN BIM
Visualización y gestores BIM	BIM VISION, TEKLA BIMSIGHT, NAVISWORK (FREEDOM), SOLIBRI VIEWER, USBIM VIEWER, TUM OPEN INFRA
Control de modelos	NAVISWORKS, SOLIBRI, TEKLA BIMSIGHT, SIMPLE BIM
Validación	SIMPLE BIM
Programadores	DYNAMO, C#, GRASSHOPPER, GENERATIVE COMPONENTS
Entornos colaborativos	TRIMBLE CONNECT, PROJECT WISE, BUZZSAW, A360, PROCORE, BIM+

Tabla 1-3. Software de aplicación. Fuente: Elaboración propia.

1.3.1 Softwares orientados a la ingeniería civil: ISTRAM ISPOL o CIVIL 3D

En el ámbito de la ingeniería civil, el diseño de obras lineales es una tarea fundamental y para ello, existen diversas herramientas de software utilizadas. Entre las más destacadas, se encuentran ISTRAM ISPOL y CIVIL 3D, ambos programas son aplicaciones líderes para el diseño de proyectos de ingeniería civil. Estas plataformas ofrecen un entorno de trabajo especialmente diseñado para agilizar y automatizar la introducción de datos geométricos relacionados con los distintos elementos del proyecto, lo que genera instantáneamente los resultados gráficos e información relevante. La versatilidad de estos programas permite abordar una amplia variedad de proyectos lineales, desde carreteras y autopistas hasta trabajos más complejos que incluyen proyectos ferroviarios, redes de distribución y abastecimiento mediante tuberías, mejoras y refuerzos de vías existentes, proyectos de urbanización, y extracción de minerales, entre otros.

ISTRAM ISPOL es una plataforma desarrollada por Buhodra Ingeniería, mientras que CIVIL 3D es una creación de Autodesk. Ambos programas están enfocados en trabajar con proyectos de obra lineal, lo que los convierte en herramientas especializadas y de gran relevancia en la industria de la ingeniería civil. Tanto ISTRAM ISPOL como CIVIL 3D forman parte de los softwares BIM (Building Information Modeling), ya que están diseñados para admitir diferentes flujos de trabajo que mejoran el diseño, la gestión de información del proyecto y la documentación de obras lineales. La inclusión de funcionalidades BIM permite una mayor

colaboración y coordinación entre los diferentes agentes involucrados en el proyecto, optimizando así la eficiencia y la calidad del proceso de diseño y construcción. Como diferencias más notables entre ISTRAM ISPOL y CIVIL 3D destacan las siguientes:

Civil 3D se ha convertido en una de las herramientas más utilizadas en proyectos de obra lineal debido a sus muchas ventajas en el contexto de la metodología BIM. Entre las características más destacadas se encuentran:

- Interoperabilidad con otros softwares de Autodesk: Civil 3D presenta una gran integración con otros programas de Autodesk, lo que facilita el flujo de trabajo y la transferencia de datos entre distintas plataformas. Esta interoperabilidad permite a los equipos de diseño y construcción colaborar de manera más eficiente, aprovechando al máximo las capacidades de cada software.
- Manejo avanzado de topografía: Civil 3D ofrece un conjunto completo de herramientas para trabajar con datos topográficos, lo que incluye la capacidad de manejar diversos formatos como LIDAR (Light Detection and Ranging), SHP (Shapefile) y DEM (Digital Elevation Model). Estos datos de superficie son fundamentales para obtener una representación precisa del terreno.
- Integración con bases de datos tipo GIS en línea: La posibilidad de trabajar con bases de datos tipo GIS (Sistemas de Información Geográfica) en línea es otra ventaja destacada de Civil 3D. Esto permite acceder a información geoespacial actualizada y relevante directamente desde la herramienta, mejorando así la toma de decisiones y la precisión en el diseño y la ejecución de proyectos.

Estas ventajas de Civil 3D hacen que sea una herramienta de gran utilidad para proyectos de obra lineal dentro del marco de la metodología BIM. La capacidad de intercambio de datos, el manejo avanzado de topografía y la integración con bases de datos tipo GIS en línea contribuyen a una mayor eficiencia, precisión y calidad en todas las etapas del proyecto, desde la concepción y planificación hasta la ejecución y entrega final. Sin embargo, aunque CIVIL 3D es una herramienta muy utilizada en proyectos de obra lineal, es importante poner de manifiesto que también presenta ciertas desventajas en el ámbito de la metodología BIM. Algunas de estas limitaciones son:

- Requerimientos de potencia de procesamiento: Una de las principales desventajas de CIVIL 3D es su alta demanda de recursos de procesamiento informático. En proyectos grandes o complejos, el manejo de archivos puede generar obstáculos en el flujo de trabajo, ya que el rendimiento del software puede ralentizarse significativamente al tener que soportar grandes cantidades de datos topográficos o una extensa base de datos de información GIS.
- Problemas con formatos IFC: Al trabajar con formatos IFC (Industry Foundation Classes) en CIVIL 3D, se pueden presentar dificultades debido a la falta de una jerarquía bien definida en el programa. Por lo que, cuando se exporta en este formato a herramientas de revisión de modelos 3D para trabajos BIM, como Navisworks, el manejo de los archivos importados desde CIVIL 3D puede volverse complejo y poco práctico.

Es importante tener en cuenta estas desventajas al considerar el uso de CIVIL 3D en proyectos BIM, especialmente cuando se trata de grandes proyectos o que requieren una interacción con otras herramientas y plataformas BIM. La potencia de procesamiento y los posibles problemas de compatibilidad con formatos IFC pueden afectar la eficiencia y el rendimiento general del proyecto.

Por otro lado, se detallan las principales ventajas de utilizar ISTRAM ISPOL a la hora de elaborar proyectos en el ámbito de la ingeniería civil:

- Reducción de tiempos en el desarrollo del proyecto: Gracias a la potencia de cálculo y a la metodología de diseño BIM incorporada en ISTRAM ISPOL, los tiempos de ejecución se ven muy reducidos que tiene como resultado una mayor agilidad en el proceso de planificación, diseño y construcción de obras, aumentando así la productividad y la optimización de recursos.
- Integración completa de la metodología BIM: ISTRAM ISPOL incluye la metodología BIM en todos sus módulos de trabajo. Esto implica que se utilizan estándares de formato BIM de última

generación tanto en la generación de los modelos como en la explotación de los mismos. Además, la herramienta ofrece diversas opciones para exportar el proyecto completo o en partes específicas, facilitando el intercambio de información y fomentando la colaboración entre los diferentes agentes del proyecto.

- Organización flexible de información BIM: ISTRAM ISPOL permite una gestión eficiente de la información BIM al organizar los diferentes elementos del proyecto en clases BIM distintas. Esta característica ofrece la posibilidad de asignar otras clases o características BIM a los elementos según las necesidades del proyecto. La identificación de elementos BIM y la definición de su tipo IFC son funciones destacadas, pero la herramienta también brinda la opción de crear otras clasificaciones para los elementos BIM, proporcionando una flexibilidad adicional en la clasificación y gestión de datos.
- Mejora en la comunicación con el cliente: Al ser ISTRAM ISPOL una plataforma desarrollada por Buhodra Ingeniería, una empresa de origen español, se favorece la comunicación con el cliente. La cercanía geográfica y cultural con los clientes a permite una mayor comprensión mutua y una atención más personalizada, lo que contribuye a una mejor relación cliente-proveedor.

Las ventajas de utilizar ISTRAM ISPOL son diversas y notables. Su enfoque BIM integrado, su capacidad para reducir tiempos y mejorar la comunicación con los clientes, junto con su flexibilidad en la organización de información, hacen de esta herramienta una buena opción para los profesionales involucrados en proyectos de ingeniería de obra lineal y construcción.[12]–[14]

1.4 Presupuestación de obras

La metodología BIM ofrece una función integrada y fundamental para la presupuestación de obras, la cual es el enfoque principal de este trabajo. Anteriormente, sin el uso de BIM, para la estimación de costes y realización de presupuestos en proyectos de ingeniería se han empleado programas como Presto, Cype Arquímedes e incluso Excel. En estos programas tradicionales, el proceso de presupuestación se basa en la cuantificación de unidades de obra mediante mediciones obtenidas directamente a partir de planos o listados. Sin embargo, este enfoque manual puede dar lugar a una serie de errores de medición que suponen un impacto negativo en la precisión de la estimación de estos costes. El enfoque BIM en la presupuestación ofrece muchas ventajas:

- Modelo de información detallado: Con la metodología BIM, se crea un modelo de información digital en 3D que contiene una amplia variedad de datos precisos sobre los elementos y componentes del proyecto. Esto permite una cuantificación más precisa y detallada de las unidades de obra, lo que reduce significativamente los errores de medición.
- Integración de datos: La metodología BIM permite una mayor integración de datos, lo que facilita el acceso a información actualizada y coherente en todo momento. La correlación de los datos del modelo BIM con los costes y las cantidades resulta en estimaciones más precisas y consistentes.
- Automatización de tareas: Mediante el BIM, se pueden utilizar herramientas y software especializados para automatizar tareas de presupuestación. Esto agiliza el proceso y disminuye la probabilidad de errores humanos en la cuantificación de unidades de obra.
- Visualización y simulación: Con el modelo BIM, se pueden realizar visualizaciones y simulaciones que ayudan a comprender mejor el alcance del proyecto.
- Gestión del cambio: BIM facilita la gestión del cambio en el proyecto, lo que implica que cualquier modificación en el diseño afecta automáticamente los datos de presupuesto, asegurando que las estimaciones sean siempre coherentes con el estado actual del proyecto.

En conclusión, la metodología BIM mejora la presupuestación de obras de ingeniería al proporcionar un enfoque más preciso, automatizado y eficiente. La utilización de modelos de información digital en 3D y la integración de datos aumentan la calidad de las estimaciones de costes, evitando errores de medición. [3], [4], [11]

1.4.1 5D y software

En la metodología 5D, se emplean programas tradicionales de presupuestos, cuyo flujo de trabajo está basado en la forma tradicional. Sin embargo, se produce una diferencia significativa, ya que ahora las líneas de medición y su contenido se generan a partir del modelado BIM. Esta relación entre el modelado BIM y las herramientas de presupuestos se logra mediante el uso de diferentes formatos de intercambio de información, siendo el formato IFC el más común.

El objetivo principal en la metodología 5D es vincular las partidas del presupuesto con la información contenida en los elementos del modelo BIM. Esta vinculación se establece a través de una estrategia que conecta los softwares BIM y las herramientas de presupuestos, lo que permite la generación de estimaciones más precisas y basadas en datos sólidos, para ello se pueden utilizar diferentes softwares, en este trabajo se ha optado por utilizar el software MAMBA (Mediciones Automatizadas de Modelos BIM AECO).

MAMBA es un software pensado para automatizar la medición y presupuestado de modelos de edificación o de ingeniería civil que se crean usando la metodología BIM y que utilizan el estándar abierto de intercambio de información IFC (Industry Foundation Classes).

MAMBA utiliza el Formato de Intercambio Estándar de Bases de Datos de la Construcción (FIEBDC) español, habitualmente conocido como BC3 o FIEBDC-3, para representar los conceptos descompuestos o unidades de obra y los conceptos simples que los forman. [15]

1.4.2 Vinculación mediante IFC.

El formato IFC (Industry Foundation Classes) representa una herramienta fundamental en el ámbito del intercambio de modelos informativos, permitiendo compartir información sin pérdida o alteración de datos. Además, el uso del estándar IFC asegura la interoperabilidad de la información, lo que permite una correcta integración de los datos en el proceso de medición. Se caracteriza por ser un formato de datos abierto y neutro lo que lo convierte en una solución idónea para facilitar la interoperabilidad entre distintos operadores en la industria. La versatilidad del formato IFC se halla en su capacidad para abarcar todas las informaciones relevantes del proyecto a lo largo de su ciclo de vida completo, desde la etapa de anteproyecto hasta la fase de ejecución y mantenimiento, incluyendo todas las fases intermedias de diseño y planificación.

La jerarquía estructurada del formato IFC lo convierte en una opción de referencia para el intercambio de datos en proyectos de construcción y diseño. Su capacidad para representar información a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto y la flexibilidad para incorporar distintas propiedades y relaciones, lo posicionan como un estándar esencial en el contexto del modelado BIM y la colaboración efectiva entre todos los agentes involucrados en un proyecto. Los elementos dentro del contexto del modelado BIM tienen como objetivo describir y representar los diversos componentes que conforman cada proyecto. Esto incluye elementos como instalaciones, espacios, zonas, mobiliario y elementos estructurales, como pilares, vigas, paredes y forjados, entre otros. Cada uno de estos objetos está caracterizado por sus propias propiedades específicas, lo que permite asociar distintos atributos a cada elemento. La subdivisión detallada de los elementos permite la asignación de características específicas a cada objeto, tales como:

- Forma: Descripción de la forma geométrica y configuración del objeto en el espacio tridimensional.
- Costes: Valoración económica del objeto, lo que resulta esencial para la estimación de presupuestos y análisis de costes.
- Necesidad de mantenimiento: Información sobre los requerimientos de mantenimiento y cuidado del objeto a lo largo de su ciclo de vida.
- Posición: Ubicación y posición relativa del objeto dentro del modelo BIM, lo que facilita la coordinación espacial en el diseño y construcción.
- Prestación energética: Información sobre el rendimiento energético del objeto, lo que es relevante para análisis de sostenibilidad y eficiencia energética.

- **Conexión con otros objetos:** Relaciones y conexiones del objeto con otros elementos del proyecto, lo que permite una visión holística y coherente del modelo BIM.
- **Seguridad:** Datos relacionados con aspectos de seguridad y cumplimiento de normativas específicas.
- **Características físicas y mecánicas:** Información detallada sobre las características físicas y mecánicas del objeto, como dimensiones, materiales y propiedades técnicas.

Estos datos se encuentran generalmente codificados utilizando uno de los tres formatos disponibles para el intercambio de información BIM:

- **.ifc:** Formato de archivo predefinido basado en el estándar ISO-STEP, que permite una representación detallada y coherente de los datos.
- **.ifcxml:** Codificación basada en lenguaje XML, que proporciona una estructura legible y adaptable para el intercambio de información BIM.
- **.ifczip:** Archivo comprimido que puede contener cualquiera de los formatos mencionados, permitiendo la inclusión de material adicional, como documentos PDF o imágenes, lo que enriquece aún más la información del modelo BIM.

La elección de uno de estos formatos depende de las necesidades y preferencias del proyecto, asegurando que la información se transmita y comparta de manera efectiva y comprensible entre los diferentes agentes involucrados en el desarrollo del proyecto. La codificación adecuada de los datos BIM es muy importante para garantizar la precisión, coherencia y colaboración efectiva en todas las etapas del proyecto de construcción o diseño. El modelo IFC ofrece una ventaja significativa y fundamental para la colaboración efectiva entre las distintas partes involucradas en el proceso de construcción, permitiendo el intercambio fluido de información a través de un formato estándar. La interoperabilidad del modelo IFC permite que los diferentes agentes del proyecto puedan compartir datos y detalles de manera eficiente, lo que resulta una mejor coordinación entre todos los participantes.

A lo largo del tiempo, el modelo IFC ha evolucionado, presentando diferentes formatos para adaptarse y mejorar con los avances tecnológicos y las necesidades de la industria de la construcción. El primer formato de IFC, el IFC2.0, fue introducido en 1999, pero actualmente ha sido retirado del mercado debido a la incorporación de versiones más avanzadas. Los formatos IFC más ampliamente utilizados y relevantes en la actualidad son el IFC2x3 TC1 (2007) y el IFC4 ADD2 TC1 (2017). Estas versiones más recientes han sido desarrolladas para ofrecer una mayor calidad en los datos, reducir errores, minimizar costes y ahorrar tiempo en todo el proceso de ejecución y mantenimiento del proyecto. La adopción de formatos IFC más avanzados y actualizados asegura una coherencia y consistencia en los datos e información a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto, aportando mayor precisión y fiabilidad en la colaboración entre los equipos de diseño, construcción y mantenimiento, evitando problemas de compatibilidad y facilitando la comunicación.

En resumen, el uso del modelo IFC y sus formatos evolucionados representa una solución para una gestión integrada y colaborativa de proyectos de construcción. La capacidad de intercambiar información de manera eficiente y coherente entre las distintas figuras involucradas en el proceso de construcción resulta una mejora en la calidad, eficiencia y éxito general del proyecto. La adopción de estos estándares garantiza un flujo de trabajo más fluido, una reducción de errores y una optimización en el manejo de recursos y tiempos, lo que impulsa una construcción más inteligente y sostenible.[11]

1.4.3 Proposición de estándares para la identificación de elementos BIM

El desarrollo de estándares para la clasificación de elementos en proyectos BIM, especialmente en el ámbito de la ingeniería civil, aún no está estandarizado. Por lo que, se plantea una propuesta de codificación de unidades de obra específicamente diseñada para el software ISTRAM ISPOL, utilizado en el presente proyecto, y que está vinculado al formato IFC, del cual se extraerá la información necesaria para realizar las mediciones y valoraciones económicas mediante el programa de medición 5D MAMBA. La propuesta de codificación se basa en asignar a cada unidad de obra un código de clasificación, el cual se estructura en diferentes subniveles dentro de cada nivel, lo que facilitará el proceso de medición y cuantificación. Esta estructura jerárquica permitirá una clasificación más detallada y precisa de los

elementos involucrados en el proyecto, ofreciendo una mayor organización y comprensión de la información. La asignación de códigos de clasificación a las unidades de obra permitirá una identificación única de cada elemento, lo que evitará duplicidades y confusiones en el proceso de medición. Además, esta codificación estandarizada posibilita la generación de informes y documentos coherentes y consistentes, lo que facilitará la comunicación y colaboración entre los diferentes agentes del proyecto. A continuación, se presenta un ejemplo de la estructura propuesta para la codificación de unidades de obra:

- Nivel 1: Clasificación general de la unidad de obra (por ejemplo, trabajos previos, movimiento de tierras, firmes y pavimento, drenaje, etc.).
- Nivel 2: Subclasificación de la unidad de obra (por ejemplo, demoliciones, excavaciones, rellenos, firme, pavimento, drenaje superficial etc.).
- Nivel 3: Desglose adicional de la unidad de obra (por ejemplo, demolición de hormigón, demolición de elementos metálicos, excavación en tierra vegetal, zahorra, etc.).
- Nivel 4: Siguiendo escalón en el desglose adicional de la unidad de obra (por ejemplo, pavimento mezcla bituminosa rodadura, pavimento mezcla bituminosa intermedia, pavimento mezcla bituminosa, etc.).

La codificación propuesta en esta estructura proporcionará una base consistente para la medición y valoración económica de cada elemento del proyecto. Además, esta estructura puede adaptarse y ampliarse según las necesidades específicas de cada proyecto. Por lo que, la propuesta de codificación de unidades de obra para el software ISTRAM ISPOL, vinculado al formato IFC y complementado por el programa de medición 5D MAMBA, representa un gran avance de cara a mejorar la organización, precisión y eficiencia en la gestión de proyectos de ingeniería civil bajo la metodología BIM. La implementación de esta estructura jerárquica de clasificación facilitará la comunicación y colaboración entre los diferentes profesionales involucrados. A continuación, se incluye una propuesta de codificación de las unidades de obra, la cual será la empleada en este trabajo. Cabe destacar que las unidades de obra subrayadas son las unidades de obra con las que se ha operado en este trabajo:

Código de clasificación	Unidad de obra
010	TRABAJOS PREVIOS
010.010	Demoliciones
010.010.010	Demolición elementos de hormigón
010.010.020	Demolición de elementos de fabrica
010.010.030	Demolición de elementos metálicos
010.010.040	Demolición firmes y pavimentos
<i>010.010.040.010</i>	<i>Demolición de firmes/ Pavimentos granulares</i>
<u>010.010.040.020</u>	<u>Demolición de firmes/ Pavimentos bituminosos</u>
<i>010.010.040.030</i>	<i>Demolición de firmes/ Pavimentos de hormigón</i>
010.010.050	Demolición de bordillos
<u>010.010.060</u>	<u>Fresado de pavimento bituminoso</u>
010.020	Desmontajes
020	MOVIMIENTO DE TIERRAS

020.010	Excavaciones
020.010.010	Excavación tierra vegetal
020.010.020	Excavación desmonte
020.020	Terraplenes
020.020.010	Terraplén
020.020.010.010	<i>Terraplén suelo tolerable</i>
020.030	Rellenos
020.030.010	Relleno localizado
020.030.010.010	<i>Relleno en bermas</i>
030	FIRMES Y PAVIMENTOS
030.010	Cimiento de firme
030.010.010	Cimiento de firme suelo tolerable
030.010.020	Cimiento de firme suelo adecuado
030.020	Firme
030.020.010	Firme zahorra
030.030	Pavimento
030.030.010	Pavimento mezclas bituminosas
030.030.010.010	Pavimento mezcla bituminosa rodadura
030.030.010.020	Pavimento mezcla bituminosa intermedia
030.030.010.030	Pavimento mezcla bituminosa base
030.040	Riegos
030.040.010	Riego de curado
030.040.020	Riego de imprimación
030.40.030	Riego de adherencia
040	DRENAJE Y SANEAMIENTO
040.010	Superficial
040.010.010	Cunetas
040.010.020	Caces
040.010.030	Bajantes
040.020	Enterrado

040.020.010	Imbornales
040.020.020	Pozos
040.020.030	Tubos

Tabla 1-4 Proposición de estándares para la identificación de elementos BIM. Fuente: Elaboración propia.

1.5 Objetivos y justificación

Tras lo expuesto anteriormente sobre el concepto, uso y en qué consiste la metodología BIM, además de introducir el concepto de IFC, con sus diferentes versiones, formatos de trabajos y describir los diferentes softwares aplicados a dicha metodología, introduciendo un nuevo programa para la realización de mediciones y presupuestos en obra, se puede definir que el objetivo fundamental de este trabajo es elaborar un presupuesto BIM a partir de un modelo BIM 3D previo, estableciendo una asociación precisa entre cada objeto BIM del modelo y su correspondiente unidad de obra. Además, se pretende evaluar la interoperabilidad de los formatos de intercambio utilizados y la eficacia de la metodología BIM aplicada en obras lineales de ingeniería civil.

Entre los objetivos secundarios, se encuentra la creación de una codificación de unidades de obra específica para infraestructuras de carreteras, la cual servirá como base para proponer una codificación BIM que actualmente no se encuentra ampliamente establecida para este tipo de obras, dentro de las codificaciones BIM más utilizadas. Este trabajo se enfoca en aportar conocimientos y experiencias en el nivel BIM 5D de costes en ingeniería civil, con el propósito de consolidar el enfoque colaborativo mediante la metodología BIM en proyectos de infraestructuras lineales. Se busca integrar diversas disciplinas en un modelo único de información de construcción, lo que favorecerá una gestión más eficiente y holística de los proyectos.

Para llevar a cabo este Trabajo Fin de Máster de manera efectiva, se requiere el uso de ordenadores con un poder de procesamiento adecuado y una gran cantidad de memoria, ya que los softwares aplicados a la metodología BIM demandan una alta capacidad computacional para el desarrollo de modelos 3D, 4D y 5D. Durante la realización de este trabajo, se han empleado diferentes softwares según la actividad específica a desarrollar. Principalmente, se utilizaron los softwares ISTRAM ISPOL, MAMBA y Presto, cada uno cumpliendo funciones específicas en el proceso de elaboración del presupuesto BIM y la evaluación de la metodología aplicada en el contexto de infraestructuras lineales.

Concluyendo, este trabajo tiene como objetivo principal el desarrollo de un presupuesto BIM basado en un modelo BIM 3D, mientras que busca aplicar la metodología BIM en proyectos de infraestructuras lineales. Además, la propuesta de codificación de unidades de obra específicas para este tipo de proyectos, la cual representa una importante contribución a la ingeniería civil y la gestión de proyectos de construcción en el uso de la metodología BIM.

1.5.1 Obra lineal

El primer paso a seguir en la realización de este trabajo es el desarrollo de un modelo de obra lineal utilizando el programa de diseño 3D ISTRAM ISPOL. El proyecto de referencia sobre el cual se va a trabajar es un acceso a una Planta Solar Fotovoltaica ubicado en la carretera CA-8200, la cual pertenece a la diputación de Cádiz, siendo su origen en San Pablo del Buceite (Intersección con A-405) y su fin en el Casco Urbano de San Martín del Tesorillo, perteneciente a la provincia de Málaga, concretamente el trabajo se ubica en el Punto Kilométrico 15+853, tal como se puede apreciar en la Figura 1-8. Este acceso en particular presenta una sección transversal compuesta por una calzada de cinco metros de ancho, formada por dos carriles, sin arcenes y con bermas de un metro de ancho. Además, el acceso está definido por una envolvente de giro que se ajusta a su diseño y función.



Figura 1-8. Situación del acceso objeto de trabajo. Fuente: Elaboración propia.

El objetivo de desarrollar este modelo con ISTRAM ISPOL es contar con una representación tridimensional precisa y detallada de la obra lineal, lo que permitirá realizar mediciones y valoraciones económicas de manera efectiva. La utilización del programa ISTRAM ISPOL facilita la creación de este modelo, permitiendo incorporar elementos geométricos, estructurales y funcionales que reflejen las características y especificaciones del proyecto. Esto ofrece una base sólida para llevar a cabo el presupuesto BIM y comprobar la eficacia de la metodología BIM aplicada en obras lineales de ingeniería civil.

1.5.2 Medición de la obra

Una vez realizado el modelo creado con el software ISTRAM ISPOL y vinculado con la estructura IFC, se procede a realizar una medición detallada de las partidas más significativas de esta obra mediante el programa de mediciones 5D denominado MAMBA. Este software ha sido diseñado específicamente para automatizar el proceso de medición y presupuestado de modelos de edificación e ingeniería civil, desarrollados bajo la metodología BIM y empleando el estándar de intercambio de información abierto conocido como IFC (Industry Foundation Classes). MAMBA es una herramienta muy eficiente para obtener mediciones de elementos y componentes en el modelo BIM. Su capacidad de vinculación con el formato IFC asegura la obtención de datos coherentes, permitiendo una medición completa y detallada de los elementos de la obra lineal en estudio. La automatización proporcionada por MAMBA agiliza el proceso de medición y valoración económica, reduciendo posibles errores y produciendo de una manera más rápida la generación de informes. Al contar con un modelo BIM 3D previo, MAMBA facilita la extracción y cálculo de las cantidades necesarias para elaborar el presupuesto BIM. El uso del estándar IFC asegura la interoperabilidad de la información, lo que permite una correcta integración de los datos en el proceso de medición.

1.5.3 Valoración de la obra

Finalmente, se procede a vincular un presupuesto a las mediciones obtenidas previamente con el software de medición MAMBA. Este proceso permite calcular la valoración BIM de la obra mediante las mediciones realizadas en el modelo BIM 3D y el presupuesto asociado que se ha introducido en el programa de medición. De esta manera, se genera un presupuesto completo que incluirá todas las unidades de obra necesarias para la construcción del acceso en la carretera. La valoración BIM obtenida a partir de estas mediciones y el presupuesto asociado ofrece una visión detallada de los costes involucrados en la obra. Asimismo, la valoración BIM permite realizar ajustes y optimizaciones en el presupuesto, lo que contribuye a una gestión más eficiente y efectiva de los recursos.

En paralelo, se ha elaborado una propuesta de codificación de unidades de obra específicamente adaptada al ámbito de la ingeniería civil. La falta de una codificación adecuada en la actualidad impulsa a crear una estructura de clasificación que se ajuste a nuestras necesidades y particularidades. Esta codificación propuesta es un elemento fundamental para organizar y categorizar las diferentes partidas y elementos del proyecto, facilitando la medición, el presupuestado y la comunicación entre los distintos agentes involucrados. La propuesta de codificación considera una estructura jerárquica que permite una identificación clara y coherente de cada unidad de obra, evitando duplicidades y confusiones en el proceso de medición y presupuestado. Asimismo, esta codificación ofrece y proporciona una base sólida para futuros trabajos y proyectos similares.

2 DATOS DE PARTIDA

2.1 Metodología a utilizar

La metodología que se va a emplear en este Trabajo Fin de Máster es la siguiente:

- Una vez completada una descripción general del concepto de BIM, del uso BIM y en qué consiste dicha metodología, en la cual se describen conceptos sobre el mismo, se introduce el concepto de IFC, con sus diferentes versiones y formatos de trabajo, además de los estándares aplicados.
- Además, se han expuesto los diferentes softwares aplicados a la metodología BIM según las distintas funciones que se quieran desarrollar. Concretamente se detallan las principales diferencias que existen entre los programas de trazado para el diseño de obra civil, el cual será el punto de partida para la realización de este trabajo.
- Se define el método de trabajo utilizado hasta ahora para la realización de mediciones de obra y presupuestos vinculados a estas mediciones, introduciéndose un nuevo programa para la realización de las mismas: MAMBA.
- A continuación, y antes de comenzar a aplicar metodología BIM, se lleva a cabo una descripción de la obra a desarrollar: *Aplicación de la Metodología BIM a un Proyecto de Construcción de una obra de carretera*.
- Finalmente, se realiza un caso práctico, donde se desarrolla todo lo expuesto anteriormente con el objetivo de conseguir elaborar un presupuesto BIM a partir de un modelo BIM 3D previo, asociando cada objeto BIM de dicho modelo a su unidad de obra correspondiente y poder comprobar la interoperabilidad de los formatos de intercambio, así como la eficacia de la metodología BIM aplicada a las obras lineales. En la Figura 2-1, se describe la metodología a utilizar para ello.

Flujo de trabajo

1

Diseño del modelo 3D

Diseño del modelo 3D con el programa ISTRAM, asignando a cada unidad de obra un código identificativo único y constante.

2

Exportación IFC

Guardar el modelo BIM 3D como un archivo IFC dentro del propio programa ISTRAM. Se utilizará el formato IFC 4.

3

Tratamiento con MAMBA

- Importación del archivo IFC 4 a MAMBA. Se utiliza este formato ya que es el más actualizado y compatible con ambos programas en el proceso de intercambio de información.
- Creación de capítulos.
- Creación de conceptos.
- Creación de reglas de medición.

6

Elaboración del presupuesto

Una vez elaborado el presupuesto, MAMBA ofrece la posibilidad de ajustar esos precios según diferentes enfoques:

1. Ajuste lineal del precio de los conceptos simples.
2. Ajuste lineal del factor de rendimiento de las descomposiciones.
3. Ajuste lineal del rendimiento de las descomposiciones.
4. Conversión de los conceptos descompuestos en partidas alzadas.

5

Vinculación con Base de Precios

Vinculación con las siguientes bases de precios debido a su notable nivel de actualización y su extenso catálogo de unidades de obra claramente definidas.

- Dirección General de Carreteras (DGC), actualizada al año 2022.
- TRAGSA, actualizada a 2023.
- Base de precios de la construcción del Gobierno de Extremadura, actualizada a 2023.

4

Verificación/Exportación de reglas de medición

- Exportación de las reglas de medición para su reutilización.
- Verificar que se cumplen cada regla de medición para así poder proceder a ello.
- Medición del proyecto.

7

Elaboración de documentos

- Presupuesto y mediciones.
- Pliego de prescripciones técnicas particulares.
- Certificaciones de obra.
- Análisis gráficos de conceptos.

Figura 2-1. Metodología a utilizar. Fuente: Elaboración propia.

Para finalizar, se obtendrán las conclusiones obtenidas después de aplicar la metodología BIM a la gestión de obra, se propondrán algunas líneas de investigación y se expondrá la bibliografía correspondiente que completa este Trabajo Fin de Máster.

2.2 Formato IFC

Con el objetivo de realizar el Trabajo Fin de Máster, se ha llevado a cabo un proceso de desarrollo de un modelo 3D basado en un proyecto real. Este modelo ha sido sometido a la metodología BIM (Building Information Modeling), dentro de un proyecto de obra lineal específico: un acceso a una instalación energética situado en una carretera de la región de Andalucía. El diseño de este modelo tridimensional ha sido posible gracias al empleo del software de modelado 3D denominado ISTRAM ISPOL, el cual se destaca por ser uno de los programas más completos y avanzados en el ámbito del diseño de proyectos de ingeniería civil en metodología BIM. El modelo BIM 3D desarrollado se muestra en la Figura 2-2 la cual ofrece una visión panorámica del proyecto. La representación tridimensional ofrece una apreciación del acceso y su conexión con la carretera, permitiendo visualizar claramente cada componente y detalle del diseño. Es importante destacar que la implementación de la metodología BIM en este proyecto real aporta significativos beneficios relacionados con la colaboración, coordinación y eficiencia en la gestión de la información del proyecto. La posibilidad de trabajar de manera simultánea en un entorno colaborativo

favorece la toma de decisiones y evita la duplicidad de esfuerzos, optimizando así los recursos y acelerando los tiempos de ejecución.

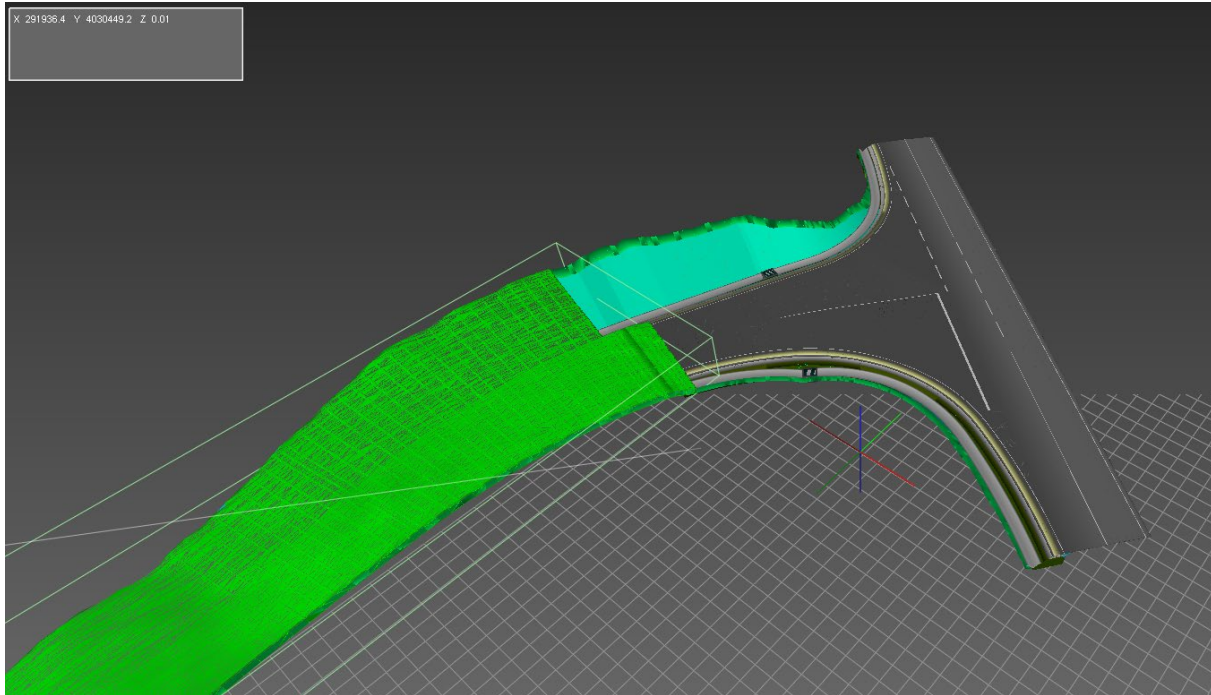


Figura 2-2. Modelo BIM 3D elaborado en ISTRAM ISPOL. Fuente: Elaboración propia

La obra seleccionada para ser proyectada y modelada, corresponde a un proyecto a petición de la empresa AMURA SOLAR, S.L. la cual encarga a la consultora de ingeniería CIVILE S.L. la redacción del mismo a fecha de abril de 2022. El objetivo principal de este proyecto es la definición de las actuaciones necesarias para llevar a cabo un nuevo acceso, localizado en el P.K. 15+853 de la carretera CA-8200, la cual pertenece a la diputación de Cádiz, siendo su origen en San Pablo del Buceite (Intersección con A-405) y su fin en el Casco Urbano de San Martín del Tesorillo, perteneciente a la provincia de Málaga. Este acceso está diseñado para dar conexión a diversas parcelas en las cuales se llevará a cabo la instalación de una planta solar fotovoltaica con la finalidad de generar energía eléctrica proveniente de fuentes solares renovables.

En la Figura 2-2 se puede observar una representación gráfica preliminar de la implantación de la planta solar en el momento actual de redacción del proyecto de construcción. Esta figura proporciona una vista global del diseño inicial de la planta, permitiendo visualizar su disposición en relación con la carretera y el entorno.

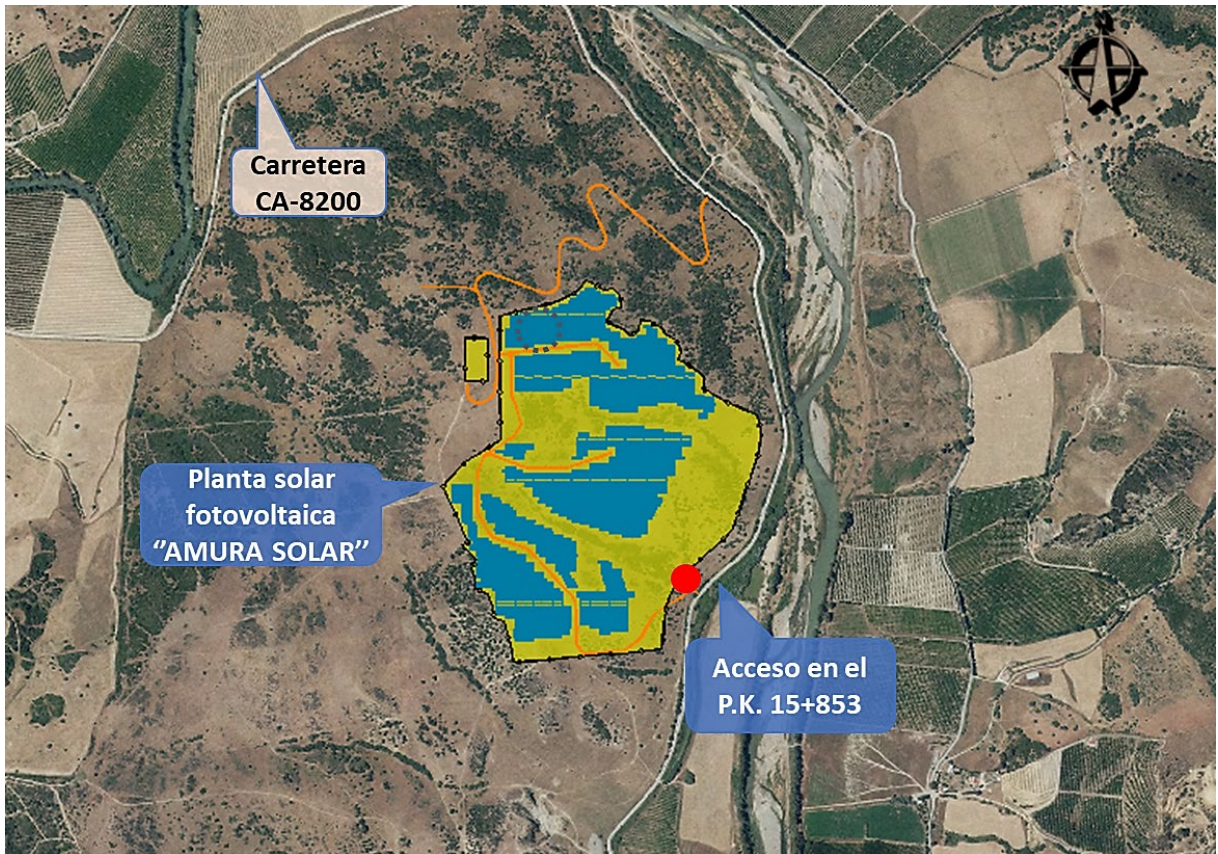


Figura 2-3. Ubicación del acceso proyectado Fuente: Elaboración propia



Figura 2-4. Vista tridimensional del acceso proyectado Fuente: Elaboración propia

Uno de los propósitos fundamentales, entre otros, en los proyectos de construcción es la valoración económica detallada de las diversas etapas de los trabajos que serán llevados a cabo en el mismo. Para ello, el proyecto se compone de diferentes capítulos que deben ser medidos, englobando aspectos tales como los trabajos preliminares, el movimiento de tierra en la obra, la pavimentación y las distintas capas de firme, los elementos de drenaje, la señalización y balizamiento empleados, e incluso la gestión de residuos y la seguridad y salud en el desarrollo del proyecto. Cada uno de estos elementos está conformado por diversas unidades de obra, cada una con su propia medición, unidad y precio, ajustado y definido. La integración de estas unidades de obra en el presupuesto a desarrollar se muestra de manera esquemática en el *Apartado 4. Presupuesto de las obras*.

Para trabajar eficientemente en el programa de medición 5D, es muy importante importar el modelo BIM 3D previamente elaborado en un formato que sea legible y compatible con ambos programas. Para lograr esta integración, se emplea el archivo IFC (Industry Foundation Classes). El archivo IFC permite definir los componentes físicos del proyecto y hace posible el intercambio fluido de información entre el modelo 3D creado con el software ISTRAM ISPOL y el programa de medición y elaboración de presupuestos 5D, MAMBA. De este modo, el archivo IFC actúa como un puente de conexión para asegurar la coherencia y fluidez en la transferencia de datos entre ambos entornos de trabajo. La adecuada integración entre el modelo BIM 3D generado en el software ISTRAM ISPOL y el programa de medición y presupuestos 5D, MAMBA, a través del archivo IFC, es una buena herramienta para la gestión óptima y eficaz de la valoración económica de los trabajos de construcción, garantizando así una planificación coherente y precisa de cada fase del proyecto.

2.3 IFC de carreteras

La Disciplina de Costes para poder elaborar el modelo BIM 5D ha recibido el archivo, el cual, tiene una extensión “.isa”; generado en el programa ISTRAM ISPOL y exportado como un modelo de sólidos 3D. El modelo obtenido está georreferenciado y se componen por sólidos u objetos BIM 3D que hacen referencia a los elementos que componen la obra lineal. Además, dicho archivo incluye la superficie del terreno donde está ubicada la obra lineal.

Las unidades de obras seleccionadas, dentro de cada capítulo correspondiente, que serán medidas a través del programa elegido para la realización de este trabajo serán las siguientes:

- Trabajos preliminares
 - FRESADO DE PAVIMENTO BITUMINOSO O DE HORMIGÓN EXISTENTE (m²/cm).
 - DEMOLICIÓN DE FIRME O PAVIMENTO EXISTENTE (m²).
- Movimiento de tierras
 - EXCAVACIÓN DE TIERRA VEGETAL (m³)
 - EXCAVACIÓN EN DESMONTE EN TIERRA CON MEDIOS MECÁNICOS SIN EXPLOSIVOS (m³).
 - RELLENO LOCALIZADO CON MATERIAL PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA, TRATADO CON CEMENTO EN CUÑAS DE TRANSICIÓN (m³).
 - RELLENO PARA IMPERMEABILIZACIÓN DE BERMAS CON MATERIAL PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO Y/O CANTERA (m³).
 - SUELO ADECUADO PROCEDENTE DE YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA PARA FORMACIÓN DE EXPLANADA (m³)

- Firmes y pavimentos
 - ZAHORRA (m3)
 - MBC TIPO AC 22 SURF S, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL (t).
 - MBC TIPO AC32 BASE S, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL (t).
 - BETÚN ASFÁLTICO CONVENCIONAL TIPO 50/70 (t).
 - CEMENTO PORTLAND EMPLEADO COMO POLVO MINERAL DE APORTACIÓN (m3).
 - EMULSIÓN C60BF4 IMP EN RIEGO DE IMPRIMACIÓN (t).
 - EMULSIÓN C60B3 ADH EN RIEGOS DE ADHERENCIA O C60B3 CUR EN RIEGOS DE CURADO (t).

- Drenaje
 - TUBO DE HORMIGÓN ARMADO DE DIÁMETRO 400 MM CLASE 135 (m).

2.4 Modelados en BIM. Modelo BIM 3D

El modelo BIM 3D mostrado en la Figura 2-5, como se ha descrito anteriormente, trata de la ejecución de un nuevo acceso en el P.K. 15+853 de la carretera CA-8200 diseñado para dar acceso a varias parcelas en las cuales se realizará la instalación de una planta solar fotovoltaica para la generación de energía eléctrica de origen solar y renovable, así como a las instalaciones complementarias de la misma, incluyéndose subestaciones, apoyos de línea y demás elementos complementarios. El ámbito en el que se enmarca el presente acceso se corresponde con el término municipal de Casares, provincia de Málaga. El acceso está compuesto por varios elementos, siendo los más importantes firme y drenaje, los cuales se describen a continuación.

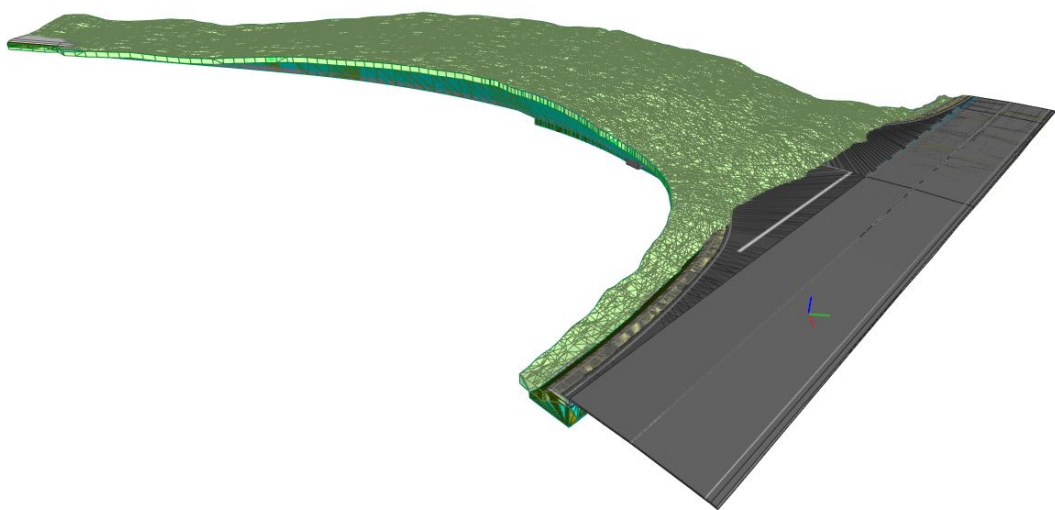


Figura 2-5. Modelo BIM 3D elaborado en ISTRAM ISPOL. Fuente: Elaboración propia

Para el firme del acceso, se ha proyectado una sección de firme con pavimento bituminoso con base granular, tal y como se muestra en la Tabla 2-1.

Capa	Material	Espesor
Rodadura	MBC tipo AC 22 SURF S B50/70	5 cm
	Riego de Adherencia C60B3 ADH	-
Base	MBC tipo AC 32 BASE S B50/70	7 cm
	Riego de Imprimación C60BF4 IMP	-
	Zahorra artificial ZA (0/32)	20 cm
Capas de asiento del firme	Suelo adecuado (S1)	20 cm
Mejora del terreno	Suelo tolerable (S0)	90 cm
Terreno natural subyacente	Suelo tolerable (S0)	Indefinido

Tabla 2-1. Sección de firme diseñada para el acceso

Igualmente, se proyecta un camino desde el acceso hasta los límites de la futura planta solar fotovoltaica el cual está compuesto por una sección de firme con material granular, tal y como se muestra en la Tabla 2-2.

Capa	Material	Espesor
Rodadura	Doble tratamiento superficial C65B4 TRG	-
Rodadura	Zahorra artificial ZA 0/32	15 cm
Cimiento	Suelo adecuado (S1)	40 cm
Terreno natural subyacente	Suelo tolerable (S0)	Indefinido

Tabla 2-2. Sección de firme diseñada para el camino de acceso.

Para la ejecución del nuevo acceso se requiere la solución del drenaje de aguas pluviales de la nueva plataforma, aspecto que lleva a la construcción de una serie de elementos de drenaje. De esta forma, los elementos de drenaje proyectados se corresponden con:

- Cunetas: se dispondrán en la margen derecha de la carretera, en el pie de los movimientos de tierras ejecutados para la materialización del acceso, de forma que se canalicen las aguas que discurren desde aguas arriba a los puntos de paso considerados. En este caso en el acceso será necesario ejecutar cunetas en ambos márgenes del acceso conectadas a través de un salvacunetas con el fin de darle salida a las aguas recogidas en la margen izquierda del acceso.
- Salvacunetas: se dispondrán bajo los viales de entronque secundarios del acceso, de forma que se pueda dar continuidad bajo el acceso a las aguas generadas en la cuenca de aportación que llega a la zona de influencia del mismo.

2.5 Software empleado. MAMBA

En el desarrollo de este trabajo, se ha optado por emplear el programa MAMBA para llevar a cabo el presupuesto. MAMBA es un software especialmente diseñado para automatizar la medición y elaboración de presupuestos en modelos de edificación e ingeniería civil creados mediante la metodología BIM, haciendo uso del estándar IFC (Industry Foundation Classes) como formato de intercambio de información abierto. Sin embargo, cabe destacar que MAMBA también puede ser utilizado como una herramienta convencional de medición y presupuesto para proyectos de arquitectura, ingeniería y construcción, incluso si no se emplean modelos BIM.

En su funcionamiento, MAMBA usa el Formato de Intercambio Estándar de Bases de Datos de la Construcción (FIEBDC), conocido en el ámbito español como BC3 o FIEBDC-3, para representar tanto los conceptos descompuestos o unidades de obra, como los conceptos simples que las componen. Una de las características de MAMBA es su capacidad para generar mediciones de un presupuesto de tres formas diferentes:

- Medición totalmente manual: En esta modalidad, se introducen manualmente las líneas de medición, de manera tradicional.
- Medición totalmente automatizada: MAMBA genera de manera automática las líneas de medición para cada partida, aplicando reglas a los elementos de un modelo BIM, tal como se llevará a cabo en este trabajo.
- Medición asistida: Esta opción combina la medición manual y automatizada. El usuario arrastra los elementos o elementos BIM que requieren medición al Listado de mediciones del documento o dentro de un concepto descompuesto del árbol de descomposición. MAMBA extrae la información de los elementos arrastrados y la incorpora a la línea de medición que crea el propio programa.

2.6 Exportación IFC. Vinculación/Importación archivos IFC

Para la vinculación e importación del modelo BIM 3D en el programa de modelado ISTRAM ISPOL, es fundamental utilizar el formato estándar de intercambio de información general para procesos BIM, el archivo IFC. Este tipo de archivo garantiza la adecuada transmisión y representación de la información.

El proceso de importación comienza con la necesidad de guardar el modelo BIM 3D original en formato IFC. Luego, para llevar a cabo la importación de un archivo IFC 4 específico, se siguen estos pasos: acceder a la pestaña "Modelos BIM", seguido de la elección de "Local" o "Nube", dependiendo de dónde esté ubicado el archivo, y finalmente seleccionar el archivo IFC deseado para abrirlo.

Una vez completado este proceso, los resultados son visibles en la Figura 3-2, donde se muestra el modelo completo, y en la Figura 3-3, que ofrece un enfoque más detallado después de aplicar zoom. En esta representación, queda claro que el modelo se ha desarrollado como un sólido BIM 3D, permitiendo la visualización de diferentes elementos en detalle.

La importación del archivo IFC 4 ofrece un modelo prácticamente idéntico al original de la obra inicial, que se muestra en la Figura 2-6. Los elementos que componen este modelo se han creado de forma disgregada, lo que significa que se pueden seleccionar individualmente. Al seleccionar un elemento específico, es posible conocer su volumen y otras propiedades, tal como se ejemplifica en la Figura 3-4.

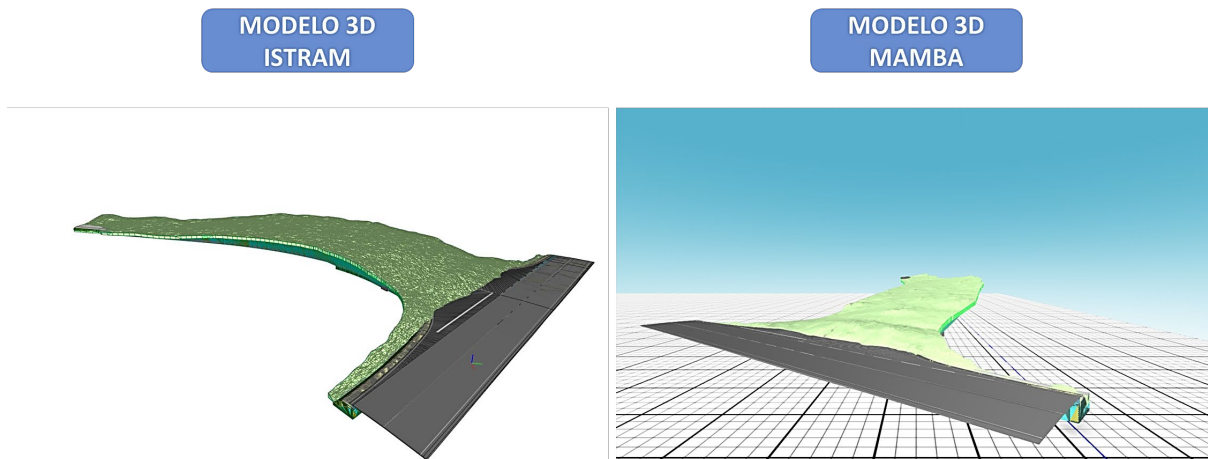


Figura 2-6. Comparación del modelo 3D. Fuente: Elaboración propia

La aplicación de este enfoque altamente eficiente y optimizado se traduce en una gestión y análisis de datos más ágil y precisa, permitiendo una visión integral y completa del modelo BIM 3D en toda su magnitud. Al contar con una herramienta tan potente y versátil, se fomenta una mayor comprensión y capacidad para trabajar con el modelo, lo que a su vez promueve una mayor eficiencia y precisión en la ejecución de proyectos de ingeniería y construcción. La capacidad de trabajar con el modelo BIM 3D de manera más efectiva y minuciosa incide directamente en la calidad del proceso, permitiendo una toma de decisiones más informada y confiable en todas las etapas del proyecto. La posibilidad de analizar y manipular los datos con mayor profundidad y detalle se traduce en una mejor identificación de oportunidades de mejora y en la anticipación de posibles desafíos o riesgos. Asimismo, esta herramienta proporciona una mayor agilidad en la implementación de cambios y ajustes, lo que contribuye a reducir tiempos y costes asociados al desarrollo del proyecto. En definitiva, el enfoque empleado con el programa MAMBA no solo potencia la capacidad técnica y creativa del equipo de trabajo, sino que también fortalece la efectividad y la eficiencia en la gestión global del proyecto, generando resultados finales de mayor calidad y satisfacción para todas las partes involucradas. La adopción de esta metodología representa un avance significativo en el campo de la ingeniería y construcción, propiciando un futuro de mayores logros y soluciones innovadoras en el ámbito de la construcción y desarrollo de infraestructuras.

3 CASO PRÁCTICO

3.1 Modelado de la carretera

Para llevar a cabo las mediciones y el presupuesto de cada unidad de obra utilizando el programa de medición en 5D, hay que partir de un modelo 3D previamente proyectado. En este caso, para la realización de este trabajo, se ha optado por utilizar el programa de modelado ISTRAM ISPOL. Es importante, como se ha mencionado anteriormente que, al crear el modelo es fundamental asignar a cada unidad de obra un código de identificación único y constante, de modo que MAMBA pueda reconocerlo y aplicar las mismas reglas de medición de forma automática. Al emplear el programa ISTRAM ISPOL para el modelado, hay que tener coherencia en la nomenclatura y codificación de las unidades de obra a lo largo de todo el proyecto. De esta manera, MAMBA puede interpretar correctamente cada elemento del modelo y llevar a cabo la medición de acuerdo con las reglas definidas. La consistencia en la nomenclatura es determinante para garantizar la precisión y fiabilidad de los resultados obtenidos en el proceso de medición y presupuestado. Cabe destacar que el correcto nombramiento de las unidades de obra en el modelo 3D es un paso fundamental en la preparación del proyecto para su medición automatizada mediante MAMBA. Al asegurar que cada unidad de obra se identifica de manera única y coherente, se posibilita una eficiente asociación entre los elementos del modelo y las reglas de medición correspondientes.

3.2 Exportación IFC

La vinculación e importación del modelo BIM 3D desde ISTRAM ISPOL a través de archivos IFC es un paso determinante en la preparación del proyecto para el uso de herramientas BIM. Los archivos IFC, considerados el estándar de intercambio de información entre herramientas BIM, permiten una transferencia eficiente y precisa de datos entre diferentes programas. Para llevar a cabo este proceso, en primer lugar, se procederá a guardar el modelo BIM 3D original como un archivo IFC dentro del propio programa ISTRAM ISPOL. Esta funcionalidad se encuentra en el menú de LISTADOS, en la sección de EXPORTACIÓN. ISTRAM ISPOL puede exportar el modelo en diferentes formatos, específicamente adaptados a las normativas y estándares de diversos países. Al seleccionar la opción de exportación a formato IFC, el modelo 3D se convertirá en un archivo compatible con otras herramientas BIM que también utilizan el formato IFC como medio de intercambio de información. Esta interoperabilidad facilita el proceso de importación del modelo a otras aplicaciones, como el programa de medición y presupuesto MAMBA, lo que garantiza la coherencia y la continuidad en el manejo de datos y la realización de mediciones y presupuestos en el proyecto. Hay que destacar que el uso del formato IFC como estándar de intercambio es una práctica fundamental para la colaboración eficiente entre diferentes herramientas BIM. La capacidad de ISTRAM ISPOL para generar archivos IFC permite que el modelo 3D desarrollado sea plenamente compatible con otras soluciones BIM, asegurando una correcta transferencia de información y posibilitando la utilización óptima de MAMBA en el proceso de medición y presupuestado del proyecto.

La exportación del modelo BIM 3D desde ISTRAM ISPOL se efectúa en el formato IFC 4, dado que es la versión más actual y compatible con el programa MAMBA. Al seleccionar el formato IFC 4 como opción de exportación, se garantiza que la transferencia de datos entre ambas herramientas BIM se realice de sin pérdida de información. El formato IFC 4 es un avance en la estandarización en el ámbito de la construcción y en la interoperabilidad entre aplicaciones BIM. Ya que ISTRAM ISPOL cuenta con esta opción de exportación, facilita la integración de ISTRAM ISPOL con MAMBA, lo que agiliza el flujo de trabajo y mejora la eficiencia en la elaboración de mediciones y presupuestos.[13]

3.3 Tratamiento con MAMBA

Los pasos a seguir para llevar a cabo el proceso de medición y presupuestado en MAMBA se desarrollan a continuación:

3.3.1 Importación del archivo IFC

El primer paso en el proceso consiste en llevar a cabo la importación del archivo IFC 4, siguiendo unos sencillos pasos. Para ello, dentro del programa MAMBA, se debe acceder a la pestaña "Modelos BIM". Luego, según la ubicación donde se encuentre el archivo IFC 4, se selecciona la opción "Local" si está almacenado en el equipo o "Nube" si se encuentra en algún servicio en línea. Finalmente, se procede a escoger el archivo IFC 4 específico que se quiere abrir en el proyecto. Una vez realizado este proceso, el resultado será una visualización completa y detallada del modelo 3D importado en MAMBA, mostrando todas sus características y elementos. Esta importación garantiza una representación del modelo original desarrollado previamente en el programa de modelado ISTRAM ISPOL. Además, cada elemento del modelo se presenta de manera individual, lo que permite la selección y análisis específico de cada uno de ellos, incluyendo propiedades particulares. Es importante resaltar que el formato IFC 4 se ha convertido en el estándar más utilizado para el intercambio de información entre herramientas BIM, y la utilización de esta versión más actualizada favorece una mayor compatibilidad y precisión en el proceso de importación de modelos BIM 3D en MAMBA.[7], [15]



Figura 3-1. Panel principal de MAMBA. Fuente: Elaboración propia.

Después de llevar a cabo la importación del archivo IFC 4 en MAMBA, se muestran los resultados obtenidos en las Figura 3-2 y Figura 3-3 donde se presenta el modelo 3D de una manera global y así mismo, con más detalle, respectivamente, tras realizar un acercamiento o zoom. El modelo ha sido creado como un modelo BIM 3D, lo que se refleja claramente en la presencia de sus distintos sólidos y elementos bien definidos. Se destaca que el modelo resultante de la importación del archivo IFC 4, tiene mucha similitud con el modelo original de la obra inicial desarrollado en el programa de modelado. Esta similitud es muy importante, ya que asegura una representación precisa del proyecto de ingeniería civil en el entorno de MAMBA, sin pérdida significativa de información ni deformaciones en la geometría. Es fundamental mencionar que la fiabilidad y precisión del modelo BIM 3D importado con formato IFC 4 es segura para llevar a cabo la medición y presupuestado de las unidades de obra, lo que permitirá una evaluación y análisis de cada elemento del proyecto. De esta manera se optimiza la toma de decisiones y se asegura una mayor eficiencia en el desarrollo de la construcción.[7], [15]

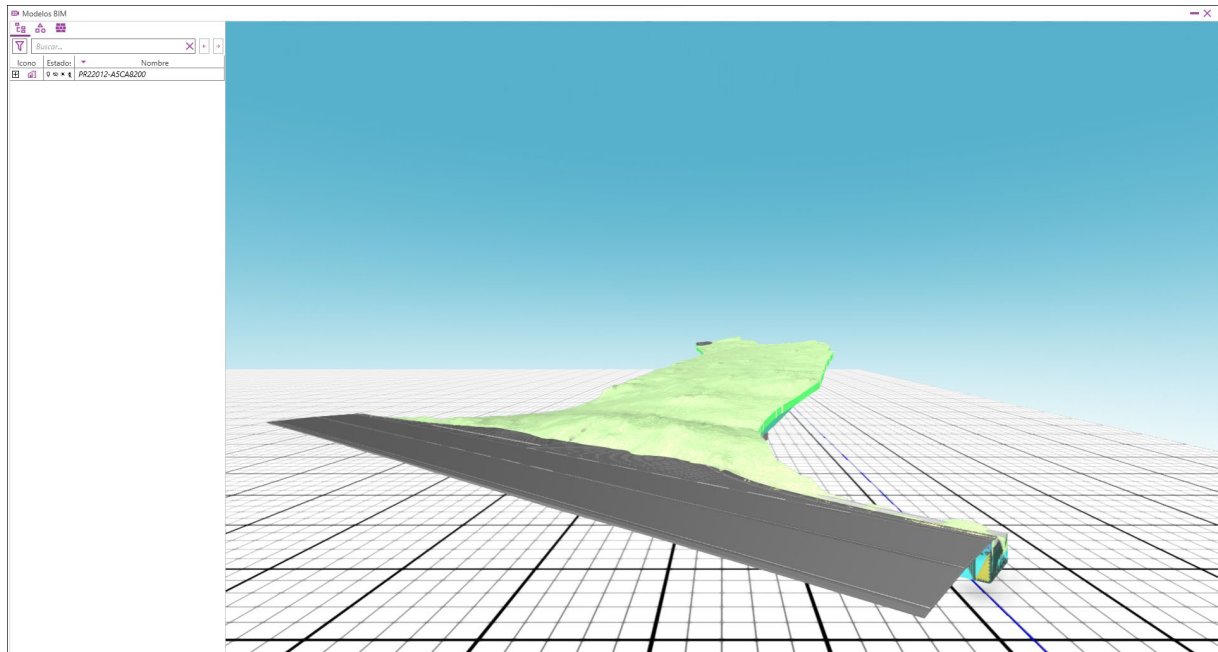


Figura 3-2. Modelo 3D BIM en MAMBA. Fuente: Elaboración propia.

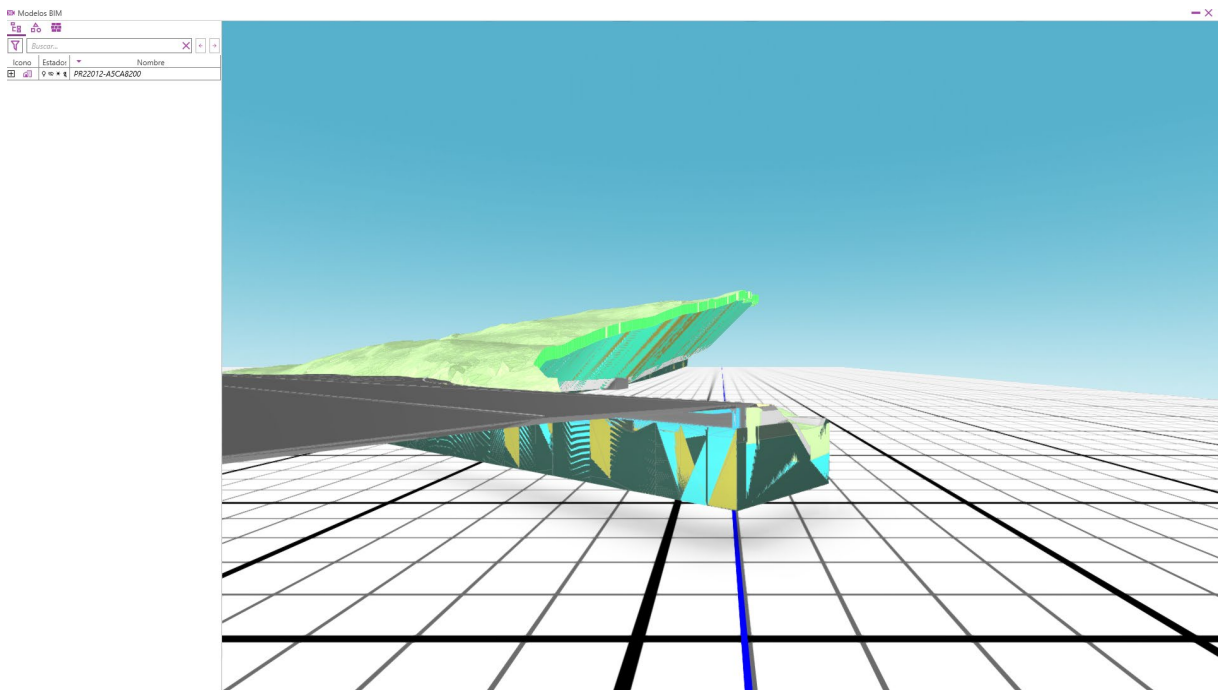


Figura 3-3. Zoom modelo 3D BIM en MAMBA. Fuente: Elaboración propia.

Una cuestión a favor del modelo importado en MAMBA es que todos los elementos que lo forman han sido creados de forma disgregada, eso significa que podemos seleccionar cada elemento de manera individual. Esta funcionalidad es muy útil, ya que nos permite un análisis detallado de cada componente del proyecto. Al seleccionar un elemento específico, MAMBA nos ofrece acceso inmediato a información del mismo, como el volumen y otras propiedades asociadas a dicho elemento, tal como se puede observar en la Figura 3-4. Estos datos resultan muy importantes para el proceso de medición y presupuestado, ya que nos permiten comprender las características y magnitudes de cada parte del proyecto. Este nivel de detalle y precisión da una ventaja en la gestión de proyectos de ingeniería civil, ya que facilita la toma de decisiones. Además, al contar con una visión detallada de cada elemento, es más eficiente en la identificación de posibles mejoras, optimizaciones y ajustes en el desarrollo del proyecto. Por lo que, la capacidad de visualizar y analizar los elementos de manera individual, accediendo a sus propiedades,

constituye una herramienta muy potente en el proceso de medición y evaluación del modelo BIM 3D.[7], [15]

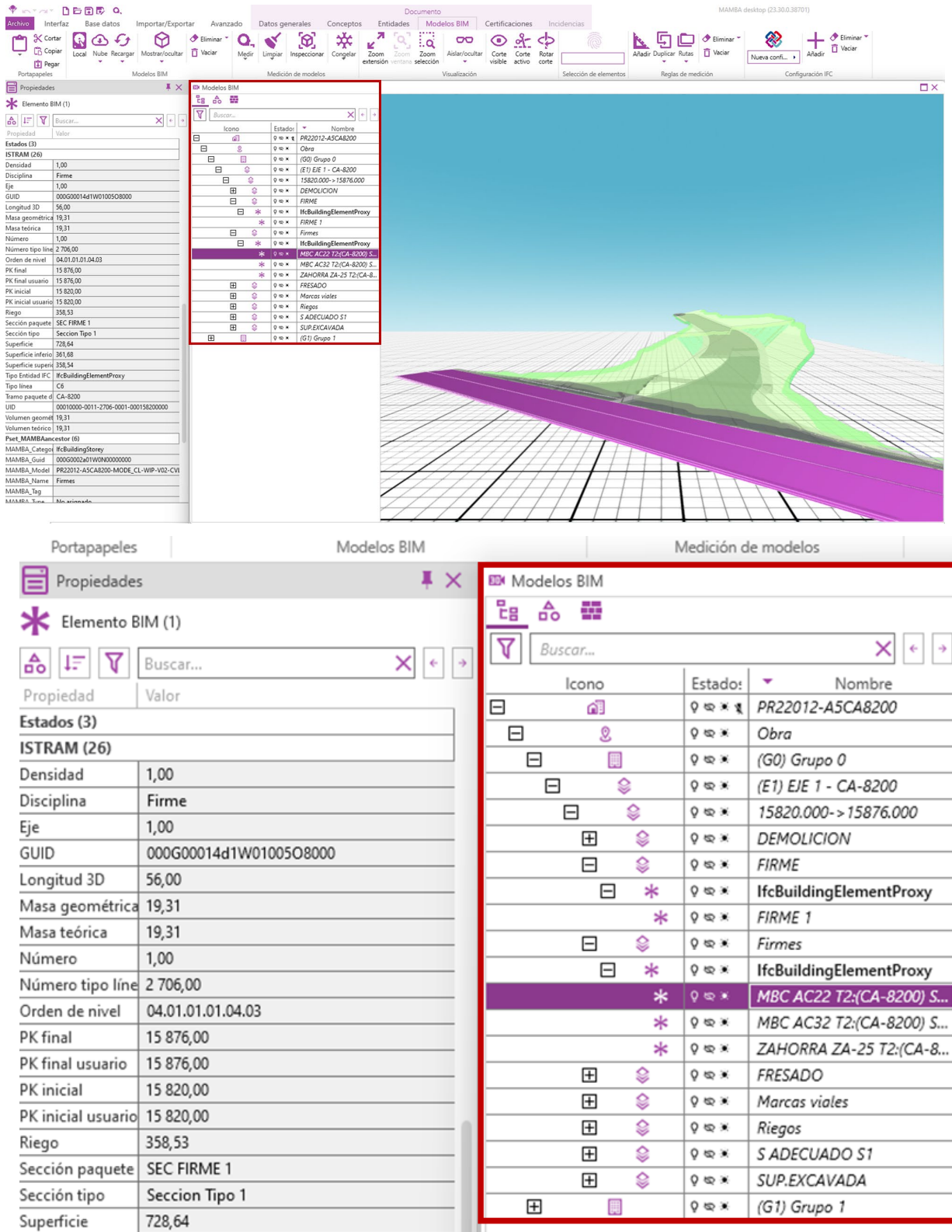


Figura 3-4. Fuente: Selección de elementos con MAMBA. Elaboración propia.

3.3.2 Ajuste de la interfaz y propiedades de la obra

Una vez que ejecutamos MAMBA por primera vez, se puede observar que su interfaz predeterminada presenta ciertos inconvenientes que afectan la comodidad y eficiencia en el trabajo. Algunos de estos aspectos son los siguientes:

- Fuente demasiado grande: La tipografía utilizada en la interfaz es excesivamente grande, lo que ocasiona que la visualización de la información sea poco práctica y dificulte la lectura rápida de los contenidos.
- Tamaño de celdas demasiado altas y anchas: Las celdas en las tablas y listados presentan dimensiones exageradas, lo cual implica una ocupación innecesaria de espacio en la pantalla y puede dificultar la visualización de múltiples elementos en una sola vista.
- Ventanas de las herramientas no ancladas: La falta de anclaje de las ventanas de herramientas a la ventana principal de la aplicación puede ocasionar que se superpongan o se desplacen de manera involuntaria.

Para optimizar nuestro flujo de trabajo es necesario realizar ajustes en la configuración inicial de MAMBA. Por tanto, se recomienda personalizar la interfaz según las preferencias y necesidades específicas, modificando la fuente, tamaño de celdas y disposición de ventanas de herramientas. Además, antes de iniciar un nuevo proyecto, se debe definir las propiedades de la obra en el programa. Esto incluye introducir información sobre el proyecto, como su nombre, ubicación, descripción y cualquier otro detalle que facilite la identificación y gestión del mismo. Al realizar estos ajustes iniciales, lograremos que MAMBA se adapte de manera óptima a nuestras preferencias y requerimientos, optimizando así el proceso de medición y presupuestado. Una interfaz configurada adecuadamente favorecerá la fluidez y productividad en el trabajo, la visualización de datos de forma clara y ordenada.[7], [15]

3.3.3 Creación de capítulos

Para lograr obtener unas mediciones ordenadas y estructuradas, hay que crear los capítulos en los que se divide el proyecto y dentro incluir cada partida medida perteneciente al mismo. Estos capítulos son esenciales en la organización de la información y en la generación del presupuesto final del proyecto. Cada capítulo se caracteriza por lo siguiente:

- Código de identificación: Cada capítulo debe contar con un código único que lo identifique de manera clara y precisa dentro del conjunto de mediciones.
- Almacenamiento de partidas medidas: En cada capítulo, se agrupan las partidas o unidades de obra que han sido medidas previamente. Cada partida corresponde a un elemento específico del proyecto, y en su conjunto, forman el conjunto los trabajos que serán ejecutados.
- Importe final: Dentro de cada capítulo, se registra el importe final correspondiente a todas las partidas que contiene. Esta cifra representa el valor total estimado para la realización de los trabajos contemplados en el capítulo.[7], [15]

La creación de estos capítulos en MAMBA proporciona una estructura que permite organizar todas las mediciones realizadas. Esto contribuye a una visión clara y ordenada de los diferentes aspectos del proyecto, simplifica la localización de partidas específicas y favorece la generación del presupuesto final, permitiendo una estimación precisa de los costes asociados a cada capítulo del proyecto. A continuación, se muestra un ejemplo de la ordenación del proyecto en varios capítulos:

Estado	Tipo	Código	Unidad	Resumen
☑	☑	Raíz	u	PRESUPUESTO TFM LNR
☑	☑	C01	u	TRABAJOS PREVIOS
☑	☑	C02	u	MOVIMIENTO DE TIERRAS
☑	☑	C03	u	FIRMES Y PAVIMENTOS
☑	☑	C04	u	DRENAJE
☑	☑	C05	u	OBRAS COMPLEMENTARIAS
☑	☑	C06	u	SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRÁFICO DURANTE LAS OBRAS
☑	☑	C07	u	SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO
☑	☑	C08	u	RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA
☑	☑	C09	u	GESTIÓN DE RESIDUOS
☑	☑	C10	u	SEGURIDAD Y SALUD

Figura 3-5. Creación de capítulos con MAMBA. Fuente: Elaboración propia.

3.3.4 Creación de reglas de medición

Dentro de la gestión de mediciones y presupuestos en MAMBA, una regla de medición desempeña el papel más importante al determinar cómo se aplicarán las unidades de obra a los elementos presentes en los modelos BIM, así como al definir el método de medición específico para cada una de ellas. Estas reglas se establecen de manera personalizada para cada documento y permiten una mayor flexibilidad y precisión en la medición de los elementos del proyecto. Algunos aspectos clave sobre las reglas de medición son los siguientes:

- **Identificación y localización:** Cada regla de medición está caracterizada por una serie de parámetros que la identifican y facilitan su localización en el caso de que existan múltiples reglas definidas en un mismo documento. Esto garantiza una gestión ordenada y rápida de las reglas en proyectos complejos.
- **Criterio de filtrado:** Una regla de medición incluye un criterio de filtrado de elementos de los modelos BIM, lo que significa que se pueden establecer condiciones específicas para determinar qué elementos serán objeto de medición en función de sus características y atributos.
- **Colección de conceptos vinculados:** Cada regla de medición está asociada a una colección de conceptos que se corresponden con las unidades de obra que se desean medir en relación con los elementos filtrados. Estos conceptos contienen la información necesaria para realizar la medición y establecer los parámetros y métodos de cálculo adecuados.

MAMBA proporciona tres métodos para medir un proyecto: manual, asistido y automático. Este trabajo, se centra en la medición automática, ya que esta manera se adapta a este tipo de proyectos y permite una medición más eficiente y precisa al aprovechar las características del modelo BIM y la información almacenada en él. En definitiva, las reglas de medición en MAMBA ofrecen una buena herramienta para llevar a cabo la medición de proyectos de ingeniería y construcción adaptada a las necesidades específicas de cada documento. La combinación de criterios de filtrado, colecciones de conceptos y diferentes modalidades de medición, proporciona un enfoque que facilita la generación de mediciones y presupuestos de manera ágil y segura.[7], [15]

Reglas de medición						
E	Off/On		Código	Nombre	Claves	Condición
	ON	<input type="checkbox"/>	RM.001	FRESADO DE PAVIMENTO BITUMI...		1
	ON	<input type="checkbox"/>	RM.002	DEMOLICIÓN		1
	ON	<input type="checkbox"/>	RM.003	EXCAVACIÓN DE TIERRA VEGETAL		1
	ON	<input type="checkbox"/>	RM.004	DESMONTE		1
	ON	<input checked="" type="checkbox"/>	RM.005	RELLENOS		1
	ON	<input type="checkbox"/>	RM.006	CAPAS DE ASIENTO		1
	ON	<input type="checkbox"/>	RM.007	ZAHORRAS		?

Figura 3-6. Creación de reglas de medición con MAMBA. Fuente: Elaboración propia

Para la elaboración de este proyecto se han seguido las siguientes reglas de medición para cada unidad de obra posible de medir incluidas en el modelo 3D proyectado con ISTRAM ISPOL, las cuales se citan a continuación y se desglosan posteriormente:

- Fresado de pavimento bituminoso o de hormigón existente (m²/cm).
- Demolición de firme o pavimento existente (m²).
- Excavación de tierra vegetal (m³).
- Excavación en desmonte en tierra con medios mecánicos sin explosivos (m³).
- Rellenos localizados:
 - Relleno localizado con material procedente de préstamo, yacimiento granular o cantera, tratado con cemento en cuñas de transición (m³)
 - Relleno para impermeabilización de bermas con material procedente de préstamo, yacimiento y/o cantera (m³).
- Suelo adecuado procedente de yacimiento granular o cantera para formación de explanada (m³).
- Zahorra (m³).
- Mezclas bituminosas en caliente:
 - MBC tipo AC 22 SURF S, excepto betún y polvo mineral (t).
 - MBC tipo AC32 BASE S, excepto betún y polvo mineral (t).
- Betún asfáltico convencional tipo 50/70 (t).
- Cemento portland empleado como polvo mineral de aportación (m³).
- Emulsiones bituminosas:
 - Emulsión C60BF4 IMP en riego de imprimación (t).
 - Emulsión C60B3 ADH en riegos de adherencia o C60B3 CUR en riegos de curado (t).
- Tubo de hormigón armado de diámetro 400 mm clase 135 (m).

- **FRESADO DE PAVIMENTO BITUMINOSO O DE HORMIGÓN EXISTENTE (m²/cm):**

Para medir esta unidad de obra se ha filtrado únicamente por el código de clasificación perteneciente al fresado, ya que es único, y luego se ha multiplicado el volumen total de fresado correspondiente a este código, suministrado por el modelo 3D, por el ancho del acceso (5 metros) y se divide el espesor de fresado en centímetros (5 centímetros).

Condiciones	Valores	Expresión	a	b	c	d
01_04_CLASIFICACION	Igual a 010.010.060	a*b*c*d	1	02_05_CVL_VOL_D ESMONTE	20	5

Tabla 3-1. Regla de medición de fresado de pavimento bituminoso o de hormigón existente. Fuente: Elaboración propia.

- **DEMOLICIÓN DE FIRME O PAVIMENTO EXISTENTE (m²)**

Para medir esta unidad de obra se ha filtrado únicamente por el código de clasificación correspondiente a la demolición, ya que es único y directamente se ha medido el área de demolición incluido en el modelo 3D.

Condiciones	Valores	Expresión	a	b
01_04_CLASIFICACION	Igual a 010.010.040.020	a*b	1	Área 2D terreno

Tabla 3-2. Regla de medición de demolición de firme o pavimento existente. Fuente: Elaboración propia.

- **EXCAVACIÓN DE TIERRA VEGETAL (m³)**

Para medir esta unidad de obra se ha filtrado únicamente por el código de clasificación correspondiente la excavación de tierra vegetal, ya que es único y directamente se ha medido el volumen incluido en el modelo 3D diseñado en ISTRAM ISPOL.

Condiciones	Valores	Expresión	a	b
01_04_CLASIFICACION	Igual a 020.010.010	a*b	1	Volumen geométrico

Tabla 3-3. Regla de medición de excavación de tierra vegetal. Fuente: Elaboración propia.

- **EXCAVACIÓN EN DESMONTE EN TIERRA CON MEDIOS MECÁNICOS SIN EXPLOSIVOS (m³)**

Al igual que en el caso anterior, para medir esta unidad de obra se ha filtrado únicamente por el código de clasificación correspondiente la excavación de desmonte, ya que es único y directamente se ha medido el volumen incluido en el modelo 3D diseñado en ISTRAM ISPOL.

Condiciones	Valores	Expresión	a	b
01_04_CLASIFICACION	Igual a 020.010.020	a*b	1	Volumen geométrico

Tabla 3-4. Regla de medición de excavación en desmonte en tierra con medios mecánicos sin explosivos. Fuente: Elaboración propia.

- **RELLENOS LOCALIZADOS**

Para realizar las mediciones de estas unidades de obra con una única regla de medición se ha filtrado por el código del proyecto, en el cual se incluyen ambas, y luego se ha discretizado cada una en base a su código de clasificación, único, siendo este el correspondiente al volumen de relleno con suelo tolerable y relleno en bermas respectivamente.

- **RELLENO LOCALIZADO CON MATERIAL PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA, TRATADO CON CEMENTO EN CUÑAS DE TRANSICIÓN (m3)**

Condiciones	Valores	Expresión	a	b
01_01_CVL_PROYECTO	Igual a PR22012-A5CA8200			
01_04_CLASIFICACION	Igual a 020.030.010.010	a*b	1	Volumen geométrico
MAMBA_LevelName	Igual a Firmes			

Tabla 3-5. Regla de medición de relleno para impermeabilización de bermas con material procedente de préstamo, yacimiento y/o cantera. Fuente: Elaboración propia.

- **RELLENO PARA IMPERMEABILIZACIÓN DE BERMAS CON MATERIAL PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO Y/O CANTERA (m3)**

Condiciones	Valores	Expresión	a	b
01_01_CVL_PROYECTO	Igual a PR22012-A5CA8200			
01_04_CLASIFICACION	Igual a 020.020.010.010	a*b	1	Volumen geométrico

Tabla 3-6. Regla de medición de relleno localizado con material procedente de préstamo, yacimiento granular o cantera, tratado con cemento en cuñas de transición. Fuente: Elaboración propia.

- **SUELO ADECUADO PROCEDENTE DE YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA PARA FORMACIÓN DE EXPLANADA (m3)**

Para medir esta unidad de obra se ha filtrado únicamente por el código de clasificación correspondiente del suelo adecuado, ya que es único y directamente se ha medido el volumen incluido en el modelo 3D diseñado en ISTRAM ISPOL.

Condiciones	Valores	Expresión	a	b
01_04_CLASIFICACION	Igual a 030.010.020	a*b	1	Volumen geométrico

Tabla 3-7. Regla de medición de suelo adecuado procedente de yacimiento granular o cantera para formación de explanada. Fuente: Elaboración propia.

- **ZAHORRA (m3)**

Para medir esta unidad de obra se ha filtrado además de por el código de clasificación correspondiente a la zahorra, también se ha utilizado el LevelName que MAMBA atribuye a cada unidad de obra, ya que en el modelo 3D existen para el mismo código de clasificación, una unidad de obra perteneciente al volumen de riego de la zahorra y otra la cual pertenece al volumen real de zahorra existente, siendo esta última la utilizada para realizar esta medición.

Condiciones	Valores	Expresión	a	b
01_04_CLASIFICACION	Igual a 030.020.010			
MAMBA_LevelName	Igual a Firmes	a*b	1	Volumen geométrico

Tabla 3-8. Regla de medición de zahorra. Fuente: Elaboración propia.

- **MEZCLAS BITUMINOSAS EN CALIENTE**

Para realizar las mediciones de estas unidades de obra con una única regla de medición se ha filtrado por el LevelName, en el cual se incluyen ambas, y luego se ha discretizado cada una en base a su código de clasificación, único, siendo este el perteneciente al volumen correspondiente a cada tipo de mezcla y multiplicada cada una por su densidad expresada en t/m3.

- **MBC TIPO AC 22 SURF S, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL**

Condiciones	Valores	Expresión	a	b	c
MAMBA_LevelName	Igual a Firmes				
01_04_CLASIFICACION	Igual a 030.030.010.030	a*b*c	1	Volumen geométrico	2,42

Tabla 3-9. Regla de medición de relleno para impermeabilización de MBC TIPO AC32 BASE S, excepto betún y polvo mineral. Fuente: Elaboración propia.

- **MBC TIPO AC32 BASE S, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL (t)**

Condiciones	Valores	Expresión	a	b	c
MAMBA_LevelName	Igual a Firmes				
01_04_CLASIFICACION	Igual a 030.030.010.010	a*b*c	1	Volumen geométrico	2,35

Tabla 3-10. Regla de medición de relleno para impermeabilización de MBC TIPO AC 22 SURF S, excepto betún y polvo mineral. Fuente: Elaboración propia.

- **BETÚN ASFÁLTICO CONVENCIONAL TIPO 50/70 (t)**

Esta unidad de obra está relacionada con la anterior, por lo que para realizar su medición se hará de manera idéntica pero además habrá que multiplicarla por el porcentaje de dotación del mismo reflejada en la Figura 3-7, según el PG-3, siendo 4,50% en la capa de rodadura y 4,00% en la capa base para un tipo de mezcla densa y semidensa.[16]

TIPO DE CAPA	TIPO DE MEZCLA	DOTACIÓN MÍNIMA (%)
RODADURA	densa y semidensa	4,50
INTERMEDIA	densa y semidensa	4,00
	alto módulo	4,50
BASE	semidensa y gruesa	4,00
	alto módulo	4,75

Figura 3-7. Dotación de ligante hidrocarbonado según PG-3. Fuente: PG-3.

Condiciones	Valores	Expresión	a	b	c	d
MAMBA_LevelName	Igual a Firmes					
01_04_CLASIFICACION	Igual a 030.030.010.030	a*b*c*d	1	Volumen geométrico	2,35	0,040

Tabla 3-11. Regla de medición de betún asfáltico convencional tipo 50/70 para MBC TIPO AC32 BASE S.
Fuente: Elaboración propia.

Condiciones	Valores	Expresión	a	b	c	d
MAMBA_LevelName	Igual a Firmes					
01_04_CLASIFICACION	Igual a 030.030.010.010	a*b*c*d	1	Volumen geométrico	2,42	0,045

Tabla 3-12. Regla de medición de betún asfáltico convencional tipo 50/70 para MBC TIPO AC 22 SURF S.
Fuente: Elaboración propia.

- **CEMENTO PORTLAND EMPLEADO COMO POLVO MINERAL DE APORTACIÓN (m3):**

Igualmente, esta unidad de obra está relacionada con las dos anteriores, por lo que para realizar su medición se hará de manera idéntica pero además de multiplicarla por el porcentaje de dotación del mismo reflejada en la Figura 3-7, se multiplica por la relación filler betún a utilizar, según el PG-3, siendo para zona cálida y media (zona en la que se encuentra ubicado el acceso) 1,2 en capa de rodadura y 1,0 en la capa base.[16]

TIPO DE CAPA	ZONA TÉRMICA ESTIVAL	
	CÁLIDA Y MEDIA	TEMPLADA
RODADURA	1,2	1,1
INTERMEDIA	1,1	1,0
BASE	1,0	0,9

Figura 3-8. Relación filler-betún a utilizar según PG-3. Fuente: PG-3.

Condiciones	Valores	Expresión	a	b	c	d
MAMBA_LevelName	Igual a Firmes					
01_04_CLASIFICACION	Igual a 030.030.010.030	$a*b*c*d$	1,0	Volumen geométrico	2,42	0,038

Tabla 3-13. Regla de medición de cemento portland empleado como polvo mineral de aportación para MBC TIPO AC32 BASE S. Fuente: Elaboración propia.

Condiciones	Valores	Expresión	a	b	c	d
MAMBA_LevelName	Igual a Firmes					
01_04_CLASIFICACION	Igual a 030.030.010.010	$a*b*c*d$	1,2	Volumen geométrico	2,42	0,047

Tabla 3-14. Regla de medición de cemento portland empleado como polvo mineral de aportación para MBC TIPO AC 22 SURF S. Fuente: Elaboración propia.

- **EMULSIONES BITUMINOSAS**

Para realizar las mediciones de estas unidades de obra con una única regla de medición se ha filtrado por el LevelName, en el cual se incluyen ambas, y luego se ha discretizado cada una en base a su código de clasificación, único, siendo este el perteneciente al riego correspondiente para cada tipo de mezcla y multiplicada cada una por su dotación expresada en kg/m², según el PG-3.

- EMULSIÓN C60BF4 IMP EN RIEGO DE IMPRIMACIÓN con dotación de 0,0015 kg/m².
- EMULSIÓN C60B3 ADH EN RIEGOS DE ADHERENCIA O C60B3 CUR EN RIEGOS DE CURADO con dotación de 0,0008 Kg/m².

- **EMULSIÓN C60B3 ADH EN RIEGOS DE ADHERENCIA O C60B3 CUR EN RIEGOS DE CURADO (t)**

Condiciones	Valores	Expresión	a	b	c
MAMBA_LevelName	Igual a Riegos				
01_04_CLASIFICACION	Igual a 030.030.010.010	a*b*c	1	Riego	0,0008

Tabla 3-15. Regla de medición de emulsión C60B3 ADH en riegos de adherencia o C60B3 CUR en riegos de curado. Fuente: Elaboración propia.

- **EMULSIÓN C60BF4 IMP EN RIEGO DE IMPRIMACIÓN (t)**

Condiciones	Valores	Expresión	a	b	c
MAMBA_LevelName	Igual a Riegos				
01_04_CLASIFICACION	Igual a 030.030.010.030	a*b*c	1	Riego	0,0015

Tabla 3-16. Regla de medición de emulsión C60BF4 IMP en riego de imprimación. Fuente: Elaboración propia.

- **TUBO DE HORMIGÓN ARMADO DE DIÁMETRO 400 MM CLASE 135 (m)**

Para medir esta unidad de obra se ha filtrado únicamente por el código de clasificación correspondiente a la obra de fábrica proyectada, ya que es único y directamente se ha medido la longitud de dicha obra incluido en el modelo 3D.

Condiciones	Valores	Expresión	a	b
01_04_CLASIFICACION	Igual a 040.020.030	a*b	1	Longitud obra fábrica

Tabla 3-17. Regla de medición de tubo de hormigón armado de diámetro 400 mm clase 135. Fuente: Elaboración propia.

3.3.5 Creación de condiciones y valores

Cuando se selecciona una regla de medición, se muestra, a la derecha del control, las condiciones que deben satisfacer los elementos de los modelos BIM del documento para que pasen el filtro. Cada condición consiste en un parámetro que debe existir en dichos elementos y, para cada parámetro, existen unos valores posibles que éste puede adoptar. Esto permite filtrar aún más los elementos BIM que cumplen los requisitos de la regla a la hora de aplicar la medición a cada concepto vinculado.

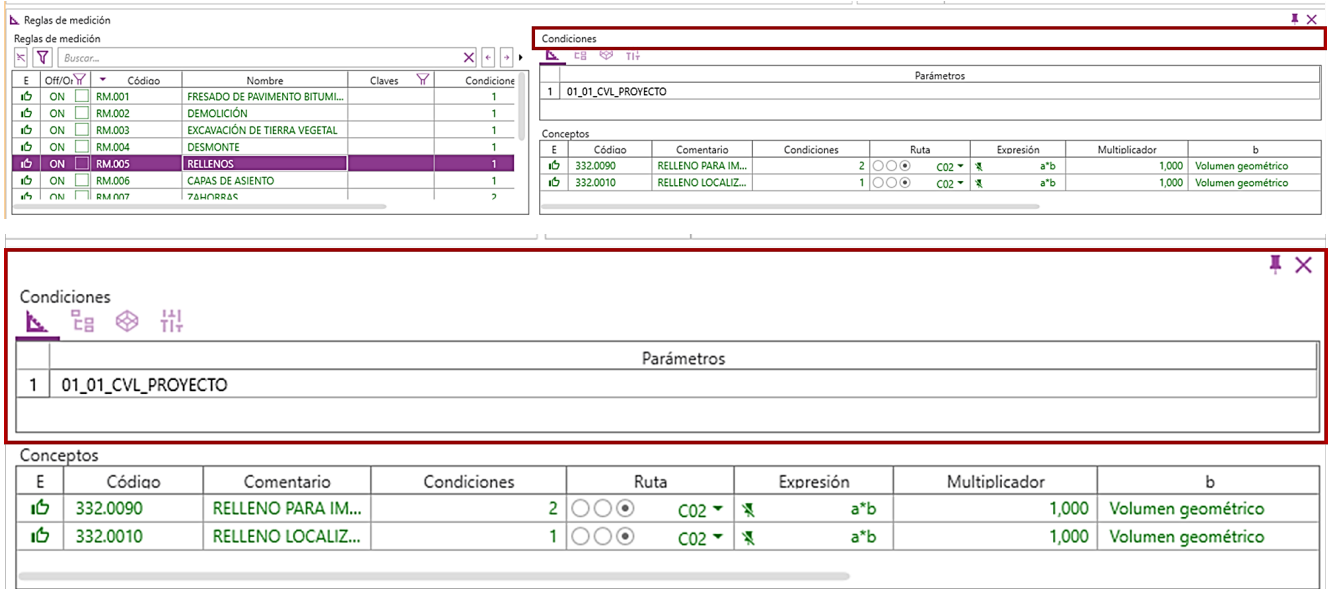


Figura 3-9. Creación de condiciones y valores en MAMBA. Fuente: Elaboración propia.

Por ejemplo, como se puede ver en la imagen superior, puede definirse una regla para todos los rellenos y que dicha regla contenga un concepto vinculado para el tipo de relleno seleccionado, de modo que se añada una condición adicional a dichos conceptos vinculados que sólo midan los elementos del tipo de relleno que corresponde a dicha partida. Cualquier valor posible de un parámetro es un binomio formado por un comparador y un valor. El comparador (a la izquierda) es el criterio con el que se aplicará el valor (a la derecha). Cada parámetro que configura una condición puede tener cuantos valores posibles se necesiten, cada uno de ellos con un comparador y un valor posible, pero debe tenerse en cuenta que deben satisfacerse todas las condiciones definidas a la vez.

En resumen, para cada condición debe verificarse que el valor del parámetro que está dentro de los márgenes definidos en los valores posibles que se hayan definido. Pero el criterio de filtrado puede incluir varias condiciones y no solo una. Pasarán el filtro los elementos BIM que cumplan simultáneamente todas las condiciones definidas. [7], [15]

3.3.6 Creación de conceptos

Una vez que el concepto vinculado ha sido agregado, hay que completarlo con todas sus propiedades disponibles. Para llevar a cabo la medición de manera precisa, lo más importante es crear la expresión que guiará dicha operación. Esta expresión se va conformando de manera automática a medida que se añaden los diferentes parámetros. En la expresión algebraica, el término 'a' representa el número de unidades idénticas, un valor calculado por MAMBA durante el proceso de medición y agrupación de líneas. Los términos 'b', 'c' y 'd' son las tres magnitudes claramente definidas en el estándar FIEBDC-3, que por lo general hacen referencia a la longitud, anchura y altura de los elementos. No obstante, estos términos pueden ser modificados por el usuario para reflejar cualquier otro parámetro de interés, ya que hacen referencia a los parámetros de los elementos BIM filtrados que serán utilizados en la expresión. Esta flexibilidad en la definición de parámetros ofrece un mayor control y personalización en el proceso de medición, permitiéndoles ajustar la expresión según sus necesidades específicas. De este modo, MAMBA se adapta a las particularidades de cada proyecto y facilita una medición acorde con los requerimientos individuales.

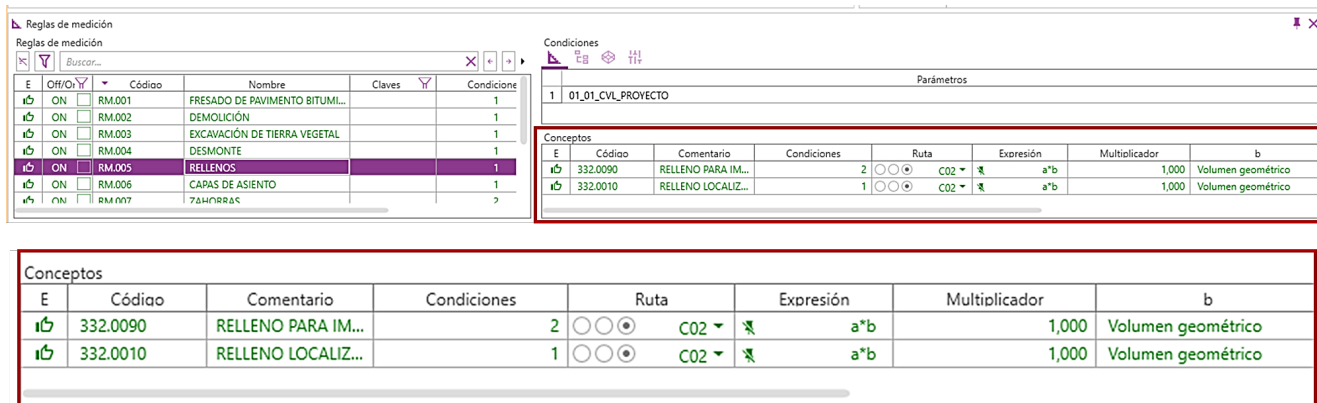


Figura 3-10. Creación de conceptos en MAMBA. Fuente: Elaboración propia.

Al encontrarse seleccionado un elemento BIM, al acceder al modo edición de la celda se despliegan los parámetros numéricos disponibles de dicho elemento. Así, para asignar un parámetro a una casilla específica, se efectúa el procedimiento de arrastrar el parámetro deseado desde la rejilla de propiedades, dado que previamente se ha seleccionado el elemento BIM. En estas casillas se puede definir un único nombre para el parámetro seleccionado, introducir un valor numérico directamente o incluso establecer una expresión algebraica que involucre números y otros parámetros, pudiendo emplearse cualquier operador matemático válido. Asimismo, si el concepto vinculado necesita un banco de precios específico, en la casilla "Banco de precios" se puede seleccionar la ruta completa correspondiente. Esta opción resulta muy útil para indicar de manera precisa y detallada el banco de precios que se desea utilizar en el proceso de medición.

Cuando se realiza una medición automática de un modelo BIM, es posible que la medición se aplique directamente a las partidas que ya están presentes en el documento, o bien se pueden ubicar en una ruta de capítulos específica, acorde con los requerimientos del proyecto. Además, existe la posibilidad de que las partidas se ubiquen en la ruta de capítulos del banco de precios original del cual proviene la partida. La versatilidad en la definición de parámetros y opciones de ubicación proporcionada por MAMBA es una característica clave para realizar mediciones personalizadas. [7], [15]

3.3.7 Verificación de reglas de medición

Cuando se selecciona una regla de medición específica en el sistema, los elementos BIM que cumplen con los criterios de filtrado establecidos en la regla seleccionada se iluminan, lo que indica claramente cuáles de ellos serán medidos de manera automatizada. La capacidad de alternar entre diferentes reglas de medición facilita el análisis de los elementos BIM que serán afectados por cada una de ellas. Al seleccionar una regla en particular, se activa una visualización a que permite identificar con precisión qué elementos cumplen con los requisitos de esa regla específica. La capacidad de visualizar cómo cada regla de medición afecta a los elementos BIM en el modelo proporciona precisión y control sobre el proceso de medición. Esta funcionalidad de MAMBA permite obtener una comprensión de cómo se aplican las reglas de medición y cómo afectan a los elementos del proyecto en su totalidad. La capacidad de identificar y medir automáticamente los elementos BIM, así como de comprobar aquellos que no cumplen con ningún criterio de medición, garantiza una planificación y ejecución del proyecto.[15]

Reglas de medición

Reglas de medición

Buscar...

E	Off/On	Código	Nombre	Claves	Condiciones	Banco de precios
<input checked="" type="checkbox"/>	ON <input type="checkbox"/>	RM.001	FRESADO DE PAVIMENTO BITUMINOSO O DE HORMIGÓN EXISTENTE		1	...\bp_dgc_oc_2-2022.t ...
<input checked="" type="checkbox"/>	ON <input type="checkbox"/>	RM.002	DEMOLICIÓN		1	...\bp_dgc_oc_2-2022.t ...
<input checked="" type="checkbox"/>	ON <input type="checkbox"/>	RM.003	EXCAVACIÓN DE TIERRA VEGETAL		1	...\bp_dgc_oc_2-2022.t ...
<input checked="" type="checkbox"/>	ON <input type="checkbox"/>	RM.004	DESMONTE		1	...\bp_dgc_oc_2-2022.t ...
<input checked="" type="checkbox"/>	ON <input type="checkbox"/>	RM.005	RELLENOS		1	...\bp_dgc_oc_2-2022.t ...
<input checked="" type="checkbox"/>	ON <input type="checkbox"/>	RM.007	ZAHORRAS		2	...\bp_dgc_oc_2-2022.t ...
<input checked="" type="checkbox"/>	ON <input type="checkbox"/>	RM.006	CAPAS DE ASIENTO		1	...\bp_dgc_oc_2-2022.t ...
<input checked="" type="checkbox"/>	ON <input type="checkbox"/>	RM.009	BETUNES		1	...\bp_dgc_oc_2-2022.t ...
<input checked="" type="checkbox"/>	ON <input type="checkbox"/>	RM.010	MEZCLAS BITUMINOSAS		1	...\bp_dgc_oc_2-2022.t ...
<input checked="" type="checkbox"/>	ON <input type="checkbox"/>	RM.011	CONGLOMERANTE		1	...\bp_dgc_oc_2-2022.t ...
<input checked="" type="checkbox"/>	ON <input type="checkbox"/>	RM.012	OBRAS DE FÁBRICA		1	...\bp_dgc_oc_2-2022.t ...
<input checked="" type="checkbox"/>	ON <input type="checkbox"/>	RM.008	EMULSIONES BITUMINOSAS		1	...\bp_dgc_oc_2-2022.t ...

Figura 3-11. Verificación de las reglas de medición. Fuente: Elaboración propia.

3.3.8 Exportación/importación de reglas de medición

Una importante y eficaz funcionalidad que ofrece MAMBA es su capacidad de exportar e importar las reglas de medición creadas. Esta característica tiene muchas ventajas a la hora de empezar a medir y presupuestar un nuevo proyecto, ya que las reglas previamente definidas pueden reutilizarse en dichos proyectos.

El proceso es sencillo: una vez que las reglas de medición han sido creadas, se pueden exportar una vez que han sido completadas, probadas y validadas. A continuación, estas reglas se almacenan en el repositorio de la aplicación, donde quedan disponibles para ser reutilizadas en el futuro. De este modo, se evita la necesidad de volver a definir las reglas en cada proyecto, lo que ahorra tiempo, y garantiza una mayor consistencia y precisión en el proceso de medición. La capacidad de exportar e importar reglas de medición en MAMBA es una herramienta muy útil para la gestión de proyectos, especialmente cuando se trabaja en varios proyectos o en proyectos similares. La reutilización de reglas previamente validadas y optimizadas asegura una mayor eficiencia y seguridad en la medición de cada nuevo proyecto. Además, contribuye a mantener una base de datos consolidada de reglas de medición, lo que facilita la colaboración y el intercambio de conocimientos entre equipos de trabajo.[7], [15]

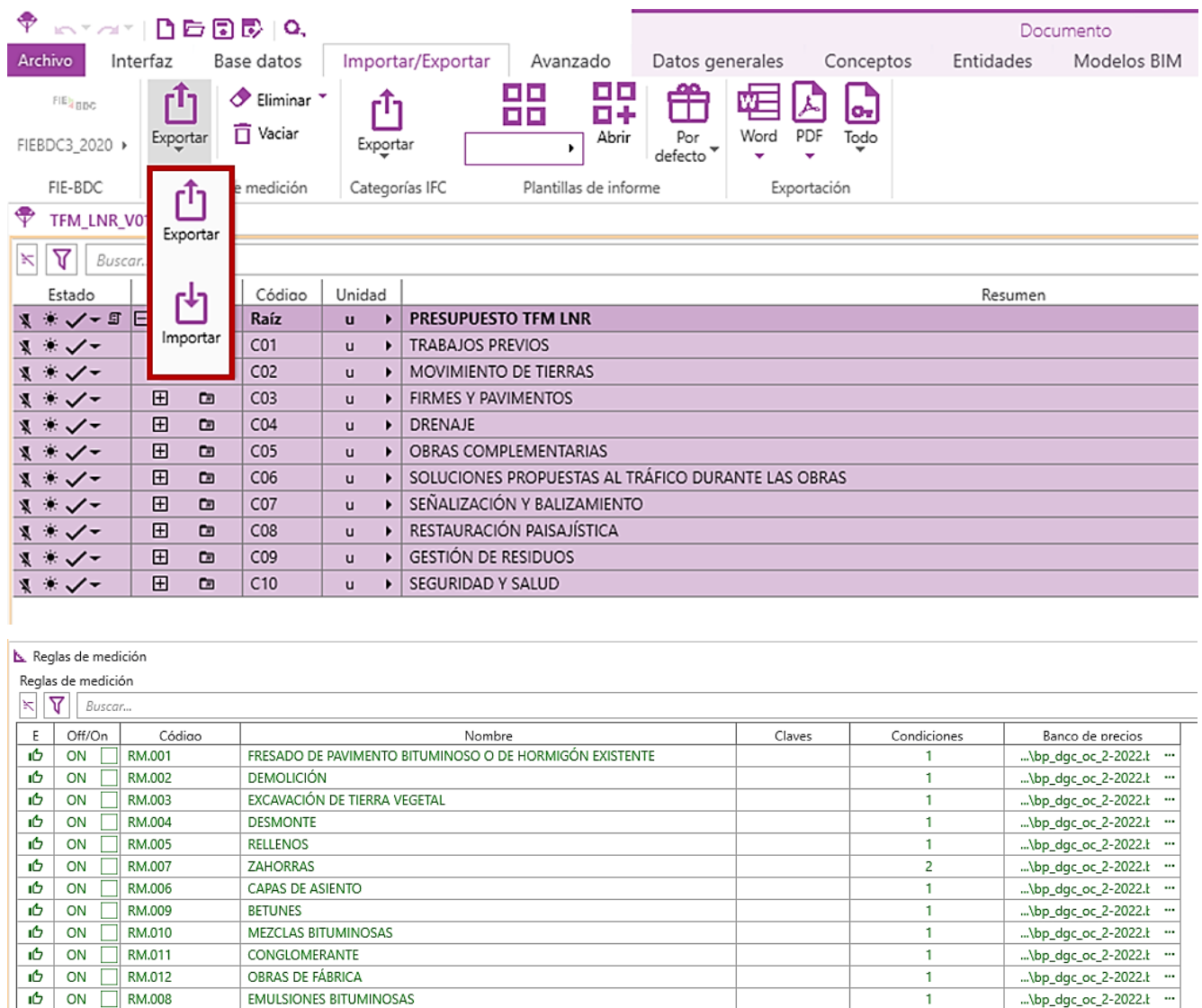


Figura 3-12. Importación/Exportación de las reglas de medición. Fuente: Elaboración propia.

3.3.9 Proceso de medición

Una vez completados los pasos previos, se realiza la medición del proyecto. En esta fase, cada unidad de obra se organizará y agrupará dentro del capítulo al cual previamente se ha vinculado. La medición representa una etapa de gran importancia, ya que es el momento en el cual se cuantifican y detallan todas las unidades de trabajo necesarias para la ejecución del proyecto. Cada concepto, con su respectiva vinculación al capítulo correspondiente, se convierte en la base para establecer las unidades de obra a medir. La precisión en esta etapa es fundamental para obtener resultados fiables y coherentes. Cada unidad de obra debe ser correctamente identificada y cuantificada, asegurando así una medición efectiva. La agrupación de las unidades de obra dentro del capítulo seleccionado previamente garantiza una organización ordenada de toda la información. Esta estructura a permite una revisión de los datos medidos, facilitando la gestión y seguimiento del proyecto. La medición es el momento en el cual los cálculos y estimaciones previas se materializan en datos cuantificables.

En MAMBA, esta fase de medición se realiza de manera eficiente y efectiva, gracias a sus herramientas y su capacidad para organizar y presentar la información de forma clara y estructurada. Además, facilita la vinculación entre conceptos y capítulos, asegurando que cada unidad de obra sea correctamente ubicada y cuantificada.[7], [15]

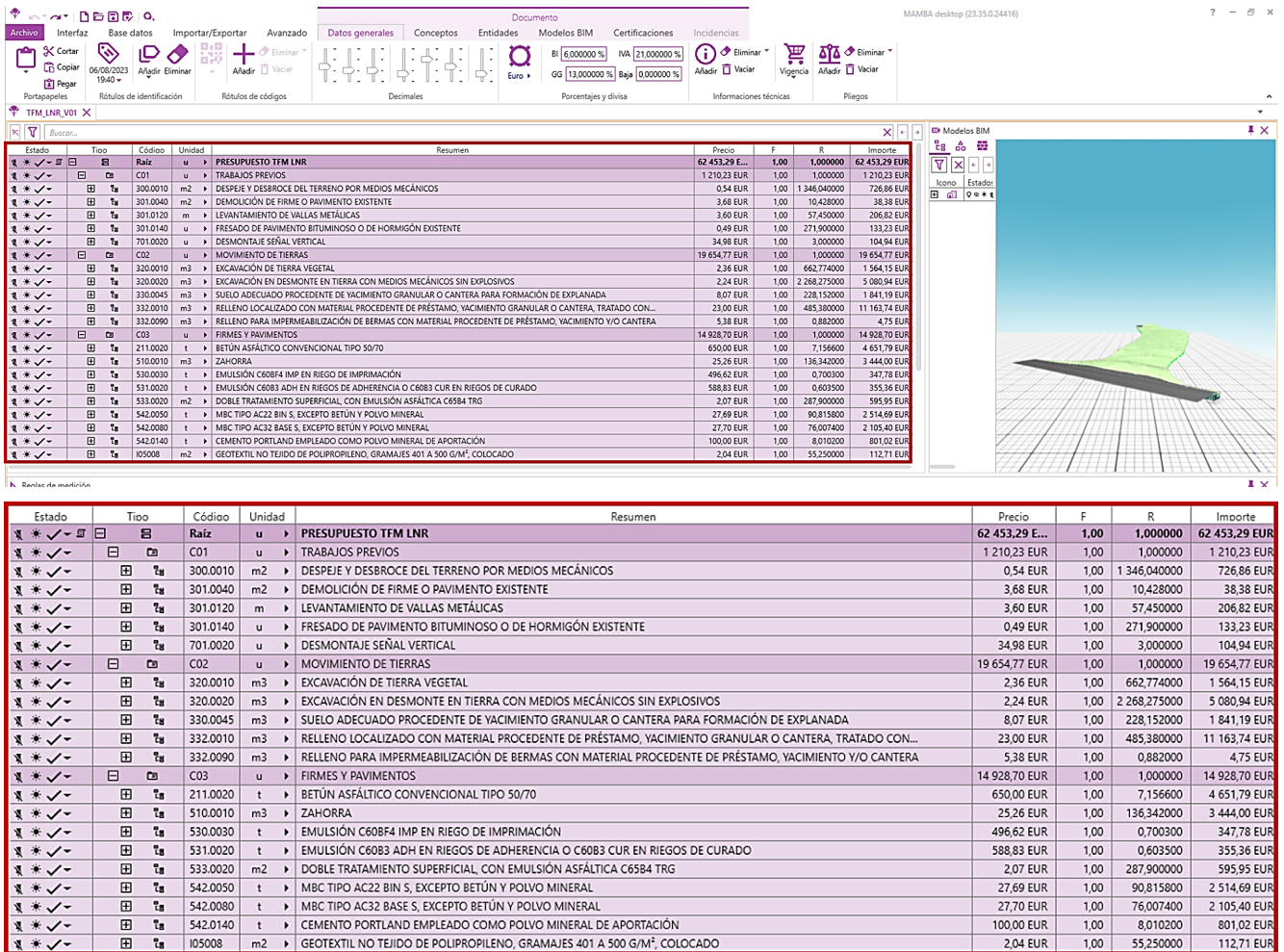


Figura 3-13. Medición con MAMBA. Fuente: Elaboración propia.

3.3.10 Vinculación con las bases de precios

MAMBA ofrece la oportunidad de operar con varios bancos de precios de forma simultánea, lo que tiene la ventaja de que cada regla tiene la capacidad de especificar su propio banco de precios. Dentro de cada regla, se puede asignar una ruta distinta para cualquier concepto vinculado, dando adaptabilidad al proceso. También es posible definir un banco de precios que aplique a todo el documento en su totalidad. En este escenario, se logra una gestión coherente de precios para el conjunto de la documentación, incluso permitiendo la definición de una ruta por defecto a nivel de aplicación en casos en los que el propio documento no hubiera especificado una configuración previa.

Para el desarrollo de este trabajo de fin de máster, se ha optado por emplear varias bases de precios, ya que no todas las partidas se encuentran en una única base de precios. La selección recae sobre la base de precios de la Dirección General de Carreteras (DGC), actualizada al año 2022, la base de precios de TRAGSA, actualizada a 2023 y la base de precios de la construcción del Gobierno de Extremadura, actualizada al mismo año, ya que aunque el ámbito de estudio del proyecto se encuentre en Andalucía, la base de precios de esta comunidad se trata de una base de precios paramétrica, la cual no es compatible con MAMBA, por lo que se ha optado por elegir estas bases de precios debido a que son paramétricas además de, a su notable nivel de actualización y su extenso catálogo de unidades de obra claramente definidas. Esta elección asegura la disponibilidad de información precisa y confiable para el desarrollo del proyecto, garantizando así resultados de alta calidad y precisión en el análisis y estudio de los elementos considerados. Ya que se ha considerado la elección de tres bases de precios diferentes para poder recoger la máxima información, se ha unificado el precio tanto los materiales como la mano de obra para tener un mismo precio para cada una de ellas.

A la hora de elaborar el presupuesto, es importante tener en cuenta que se puede especificar una divisa cualquiera de las definidas por el Banco Central Europeo. Una característica muy útil es la posibilidad de ajustar los porcentajes de beneficio industrial (BI), los costes indirectos (CI), la baja, los gastos generales (GG y el impuesto sobre el valor añadido (IVA). Esto ofrece una gran flexibilidad en la elaboración del presupuesto, permitiendo adaptarlo a las necesidades y circunstancias particulares de cada situación. Cabe mencionar que todos los valores que se muestran en este grupo son totalmente modificables desde la paleta de propiedades, lo que facilita en gran medida la personalización y optimización del presupuesto, como se muestra en la Figura 3-14. De esta forma, se puede obtener una visión más precisa y ajustada de los resultados esperados. La capacidad de ajustar estos parámetros desde la paleta de propiedades es una valiosa herramienta que ofrece el control para adecuar el presupuesto a sus preferencias y objetivos específicos.

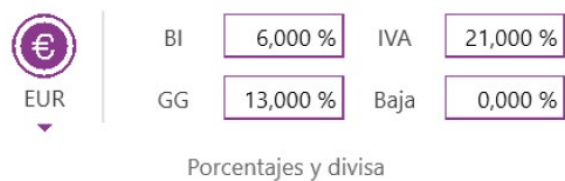


Figura 3-14. Datos generales. Fuente: Elaboración propia.

Además de las ventajas mencionadas previamente, es importante destacar que dentro de los programas de mediciones y presupuesto que trabajan con la metodología BIM, MAMBA destaca por su automatización y precisión. Una de las características más destacadas es la implementación de un indicador del porcentaje de medición que proviene específicamente de los elementos de los modelos BIM, lo cual ofrece una perspectiva sobre el nivel de automatización del presupuesto. Para contar con una mayor comprensión de este aspecto, MAMBA emplea tres algoritmos diferentes:

1. Algoritmo %BIM l: calcula el porcentaje de líneas de medición que se derivan directamente de los elementos BIM. Es importante mencionar que este algoritmo no se ve influenciado por el número de unidades iguales presentes en dichas líneas o por la cantidad medida en cada una de ellas; se centra exclusivamente en contabilizar las líneas de medición relacionadas con el BIM.
2. Algoritmo %BIM u: calcula el porcentaje de unidades de las diversas líneas de medición que están asociadas a elementos BIM. Aquí, además de tener en cuenta el número de líneas, se considera el número de unidades iguales presentes en cada línea. Sin embargo, cabe mencionar que no se toma en consideración la cuantía de medición, lo que implica que solo se enfoca en la cantidad de unidades relacionadas con el BIM.
3. Algoritmo %BIM €: calcula el importe del presupuesto que proviene específicamente de elementos BIM. Para ello, no solo contabiliza el número de líneas y unidades de cada línea, sino que también tiene en cuenta la cuantía de medición aportada por cada una, traducida a la divisa correspondiente. Esta evaluación se realiza multiplicando dicha cuantía por el precio unitario del concepto descompuesto o la partida alzada.

Es importante señalar que estos porcentajes se calculan para cada concepto descompuesto o partida alzada, por lo que es posible consultar el nivel de automatización del presupuesto de manera detallada, ya sea por partida, subcapítulo, capítulo o incluso a nivel global mediante el capítulo raíz. Asimismo, para dar una visión general instantánea, la barra de estado de la aplicación muestra un indicador del porcentaje de automatización del presupuesto, lo que permite a los usuarios tener un panorama claro y accesible de la cantidad de medición automatizada en el proceso de elaboración del presupuesto.

Estado	Tipo	Código	Unidad	Resumen	Precio	F	R	Importe	%BIM l	%BIM u	%BIM €
✓	☐	Raíz	u	PRESUPUESTO TFM LNR	62 453,29 E...	1,00	1,000000	62 453,29 EUR	66 %	67 %	56 %
✓	☐	C01	u	TRABAJOS PREVIOS	1 210,23 EUR	1,00	1,000000	1 210,23 EUR	67 %	67 %	14 %
✓	☐	C02	u	MOVIMIENTO DE TIERRAS	19 654,77 EUR	1,00	1,000000	19 654,77 EUR	100 %	100 %	100 %
✓	☐	C03	u	FIRMES Y PAVIMENTOS	14 928,70 EUR	1,00	1,000000	14 928,70 EUR	93 %	93 %	95 %
✓	☐	C04	u	DRENAJE	1 088,31 EUR	1,00	1,000000	1 088,31 EUR	50 %	50 %	74 %
✓	☐	C05	u	OBRAS COMPLEMENTARIAS	1 514,39 EUR	1,00	1,000000	1 514,39 EUR	0 %	0 %	0 %
✓	☐	C06	u	SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRÁFICO DURANTE LAS OBRAS	4 277,71 EUR	1,00	1,000000	4 277,71 EUR	0 %	0 %	0 %
✓	☐	C07	u	SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO	3 272,50 EUR	1,00	1,000000	3 272,50 EUR	0 %	0 %	0 %
✓	☐	C08	u	RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA	224,78 EUR	1,00	1,000000	224,78 EUR	0 %	0 %	0 %
✓	☐	C09	u	GESTIÓN DE RESIDUOS	11 548,18 EUR	1,00	1,000000	11 548,18 EUR	0 %	0 %	0 %
✓	☐	C10	u	SEGURIDAD Y SALUD	4 733,72 EUR	1,00	1,000000	4 733,72 EUR	0 %	0 %	0 %

%BIM l	%BIM u	%BIM €
66 %	67 %	56 %
67 %	67 %	14 %
100 %	100 %	100 %
93 %	93 %	95 %
50 %	50 %	74 %
0 %	0 %	0 %
0 %	0 %	0 %
0 %	0 %	0 %
0 %	0 %	0 %
0 %	0 %	0 %
0 %	0 %	0 %

Figura 3-15. Porcentaje de medición que proviene del modelo BIM. Fuente: Elaboración propia.

Como se puede apreciar en la imagen superior, el porcentaje procedente del modelo BIM para el global del proyecto con procedente de líneas de medición es de un 66%, mientras que el porcentaje de unidades de las diversas líneas de medición que están asociadas a elementos BIM es de un 67%. Se observa que el importe del presupuesto que proviene específicamente de elementos BIM es de un 56%, siendo este porcentaje un poco menor. Además, se contempla como el capítulo con más porcentaje procedente del modelo BIM se trata del capítulo perteneciente al Movimiento de Tierras, siendo este porcentaje del 100%, su totalidad, seguido del capítulo de Firmes y Pavimentos, con un 93 % para el porcentaje procedentes de las líneas de medición y de las unidades de diversas líneas del modelo BIM y un 95% para el porcentaje del importe del presupuesto que proviene específicamente de elementos BIM. Sin embargo, existen algunos capítulos en las que las partidas han sido medidas manualmente, siendo estos porcentajes anteriormente mencionados del 0%. [7], [15]

Ajuste de precios

En el proceso de elaboración de un presupuesto, es posible que sea necesario ajustar los precios de ciertos materiales o mano de obra, e incluso de realizar ajustes a nivel de un capítulo específico o de toda la obra en su conjunto. Ya que, en el estándar FIEBDC-3, un concepto puede tener múltiples precios asociados a diferentes rótulos de identificación definidos en los datos generales, al realizar ajustes de precios, hay especificar sobre qué precios o más bien, sobre qué precios de qué rótulos de identificación se quiere intervenir. Esta característica tiene como ventaja mantener intacto el precio original y efectuar correcciones en distintos rótulos de identificación, garantizando así que no se pierda información. Además, en el caso de los precios de los conceptos descompuestos en FIEBDC-3, los ajustes pueden realizarse en el factor de rendimiento, el rendimiento mismo o el precio en sí.

MAMBA ofrece al usuario cuatro algoritmos diferentes para llevar a cabo ajustes de precios, junto con dos variantes para uno de estos algoritmos. Asimismo, se le ofrece al usuario la posibilidad de ajustar parámetros específicos de los algoritmos, tales como el número de iteraciones y el número de inversiones de signo de la diferencia. Estos algoritmos se basan en los siguientes enfoques:

1. Ajuste lineal del precio de los conceptos simples.
2. Ajuste lineal del factor de rendimiento de las descomposiciones.
3. Ajuste lineal del rendimiento de las descomposiciones.
4. Conversión de los conceptos descompuestos en partidas alzadas.

El primer algoritmo calcula el factor de reducción o incremento necesario para ajustar los precios de los conceptos simples a los valores deseados, tomando en cuenta los precios actuales. A su vez, este algoritmo cuenta con dos variantes de aplicación:

- En la primera variante, los precios de los conceptos simples involucrados son modificados directamente de manera lineal, lo que altera los precios originales.
- En la segunda variante, se crea un nuevo rótulo de identificación y se duplican los precios de todos los conceptos simples asociados a dicho rótulo. Los ajustes se realizan en estos nuevos precios, permitiendo mantener los precios originales y alternar entre ellos con facilidad mediante un selector de rótulos de identificación en el Menú cinta o la Barra de estado.

El segundo algoritmo modifica el rendimiento en las descomposiciones, manteniendo intactos los precios y rendimientos originales.

El tercer algoritmo ajusta proporcionalmente el rendimiento en las descomposiciones, dejando sin modificar el factor de rendimiento y el precio. Por ejemplo, este algoritmo puede afectar las cantidades de materiales utilizadas.

Finalmente, el cuarto algoritmo elimina la descomposición de los conceptos y los convierte en partidas alzadas, asignándoles directamente el precio calculado.[7], [15]

Pliego de prescripciones técnicas particulares

MAMBA presenta una funcionalidad que permite elaborar pliegos de condiciones técnicas específicas, ajustándose al estándar establecido en FIEBDC-3. Este proceso se inicia con la definición de los diversos tipos de secciones de pliego que se deseen emplear. Posteriormente, en cada concepto de interés, se completan de manera precisa los valores correspondientes a cada una de las secciones, asegurando así una adecuada especificación de los requerimientos técnicos. Una vez que se han establecido los tipos de pliegos de condiciones técnicas particulares, MAMBA permite añadir información detallada de estos pliegos a los distintos conceptos del proyecto. Esta capacidad abarca tanto a los conceptos simples, auxiliares y descompuestos, como a los capítulos, garantizando que cada aspecto del proyecto esté documentado y alineado con los criterios técnicos requeridos. Esta herramienta permite adaptar y personalizar los pliegos de condiciones técnicas para cada concepto específico. De este modo, se logra una gestión integral de los requisitos técnicos en todo el proyecto, asegurando la coherencia y precisión de la documentación en cada fase. Sin embargo, en este trabajo no se elaborará el pliego de condiciones técnicas particulares ya que no es objeto del mismo.[7], [15]

Certificaciones de obra

Las certificaciones de obra desempeñan un papel fundamental que dan al contratista el derecho a recibir pagos en relación con los trabajos ejecutados durante el periodo correspondiente a cada certificación. Estos documentos, expedidos por el adjudicador, son el resultado del análisis de diversos aspectos vinculados al proyecto. Entre ellos, destacan los siguientes:

- Relación valorada: Esta sección detalla los valores monetarios asociados a los trabajos realizados en el proyecto. La relación valorada proporciona una visión clara y detallada de los costes de cada etapa, asegurando una adecuada compensación al contratista por sus esfuerzos y recursos invertidos.
- Liquidación: Constituye el cálculo final de los costes correspondientes a los trabajos efectuados. La liquidación es el resultado de un análisis de cada partida y concepto, asegurando garantizar la precisión y transparencia de las certificaciones.

- Revisión de precios: A veces, hay que llevar a cabo una actualización de los precios previamente acordados. La revisión de precios se realiza con el objetivo de ajustarlos según las condiciones del mercado o de acuerdo con las disposiciones contractuales vigentes.
- Anticipo a cuenta por acopios o instalaciones: En algunos proyectos, se proporciona al contratista un pago anticipado, conocido como anticipo a cuenta, para hacer frente a los costes iniciales de suministros o instalaciones requeridos para la ejecución del proyecto. Es importante destacar que ciertas circunstancias pueden generar desafíos en el proceso de certificación de obra. Por ejemplo, una revisión de precios desfavorable o una sanción por demora pueden resultar en un saldo negativo a favor del contratista, convirtiendo la certificación en una deuda que debe ser saldada en un momento posterior.

Al igual que en el apartado anterior, en este trabajo no se elaborará certificaciones de obra ya que no es objeto del mismo.[7], [15]

Análisis gráficos de conceptos

MAMBA, además, es una base de datos dinámica en memoria, con una gran capacidad para procesar enormes volúmenes de datos de manera muy rápida. A su vez, esta herramienta puede evaluar dichos datos de forma dinámica y en tiempo real, lo que resulta en la generación de resultados precisos para los técnicos en la toma de decisiones fundamentales. Una aplicación práctica de esta característica es la posibilidad de visualizar los datos de forma gráfica y en tiempo real para cualquier concepto seleccionado. En este sentido, MAMBA presenta cuatro tipos de gráficos diferentes, cada uno de ellos especializado en representar datos concretos:

1. Representación económica del PEM sobre la medición realizada con BIM:

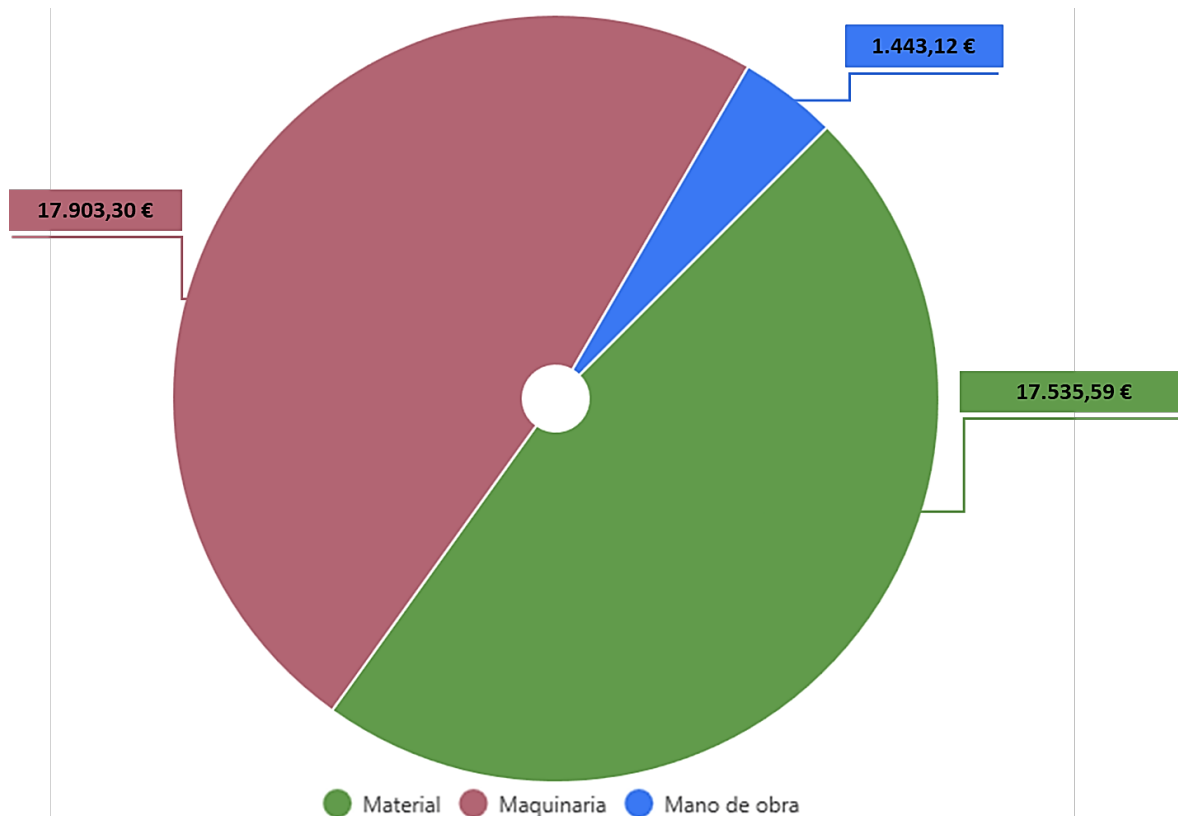


Figura 3-16. Representación económica con MAMBA del PEM sobre la medición realizada con BIM .

Fuente: Elaboración propia.

En la Figura 3-16, se enfoca en desglose del proyecto global, resaltando los diferentes tipos de conceptos anidados a él, como son los materiales, maquinaria y mano de obra, y aportando información precisa

sobre el importe correspondiente a cada uno de ellos. En él se observa como el importe correspondiente a los materiales y a la maquinaria conllevan el mayor importe del proyecto, siendo la mano de obra el de menor importe.

2. Representación de masa y volumen:

Las representaciones posteriores tanto de masa y volumen, como de residuos y emisiones producidas necesitan que dichos datos vengan incluidos en la base de datos original tomada para elaborar el presupuesto. Como se ha comentado anteriormente, las bases de precios a utilizar son las de la Dirección General de Carreteras (DGC), TRAGSA y la base de precios de la construcción del Gobierno de Extremadura, en las cuales no incluyen dichos datos para la representación, por lo cual, a continuación, solo se describen las representaciones ofrecidas por el programa sin aportar una imagen visual de las mismas del proyecto en concreto, si no una general.



Figura 3-17. Representación de masa y volumen con MAMBA. Fuente: Elaboración propia.

Mediante la representación de masa y volumen, se da una información que permite una fácil comprensión de la contribución en términos de masa y volumen realizada por cada concepto simple de tipo material que forma parte del concepto descompuesto seleccionado. Al seleccionar el capítulo raíz, se obtienen datos sobre los 'n' conceptos simples de material que más contribuyen en términos de masa a la obra. Esta representación gráfica ofrece una perspectiva sobre cómo la composición de materiales dentro del concepto descompuesto impacta en la masa total del proyecto. Dicha figura permite identificar con precisión qué conceptos simples de material representan las mayores proporciones en términos de masa y volumen, lo que resulta en una visión eficiente para la gestión de recursos y la toma de decisiones. Al conocer qué conceptos simples de material aportan más masa a la obra. Esto es muy útil a la hora de elaborar estrategias para reducir la cantidad de materiales utilizados, fomentar prácticas de reciclaje o reutilización, y contribuir a la eficiencia y sostenibilidad del proyecto. Al identificar los conceptos simples más significativos en términos de masa, se pueden diseñar planes que minimicen el impacto ambiental y promuevan prácticas más respetuosas con el medio ambiente. La capacidad de visualizar con precisión y en detalle la contribución de los conceptos simples de material en la figura previa permite una gran herramienta para mejorar la planificación y ejecución de proyectos. Esta representación gráfica ayuda en la toma de decisiones y guía hacia prácticas más responsables y eficientes en la gestión de recursos, contribuyendo así a un enfoque más equilibrado y consciente con el entorno en cada etapa del proyecto.

3. Representación de residuos generados:

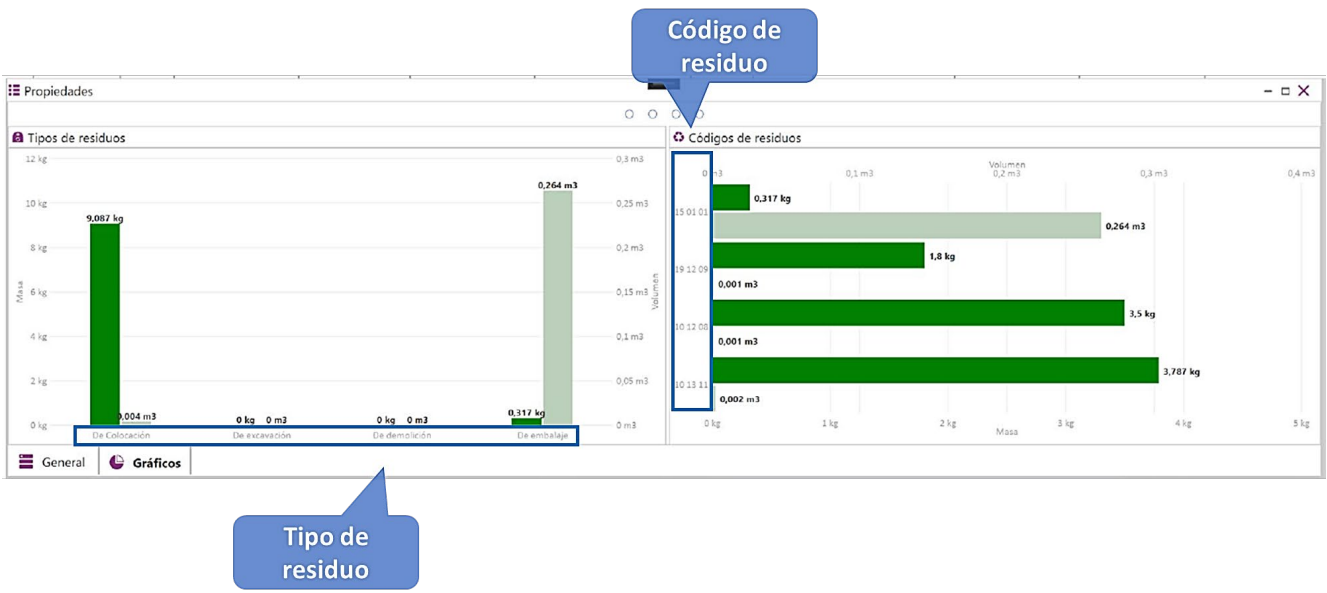


Figura 3-18. Representación de los residuos generados con MAMBA. Fuente: Elaboración propia.

La representación visual representada ofrece previamente una visión de la cantidad de masa y volumen de residuos que, cada tipo de residuo, concepto simple de tipo material o componente adicional de residuo, aporta al concepto descompuesto seleccionado. Al seleccionar el capítulo raíz, se obtendrán datos relacionados con los 'n' conceptos simples que contribuyen con una mayor cantidad de residuos a la obra. Esta figura proporciona una completa visión de la gestión de residuos dentro del proyecto, permitiendo identificar aquellos aspectos que representan las mayores fuentes de residuos. Al conocer qué tipos de residuos o conceptos simples generan más masa y volumen en el contexto del concepto descompuesto, se puede implementar una gestión de residuos más eficiente y sostenible y adoptar medidas adecuadas para reducir, reutilizar o reciclar dichos materiales, fomentando así una gestión de residuos más responsable.

4. Representación de emisiones y energía generadas:

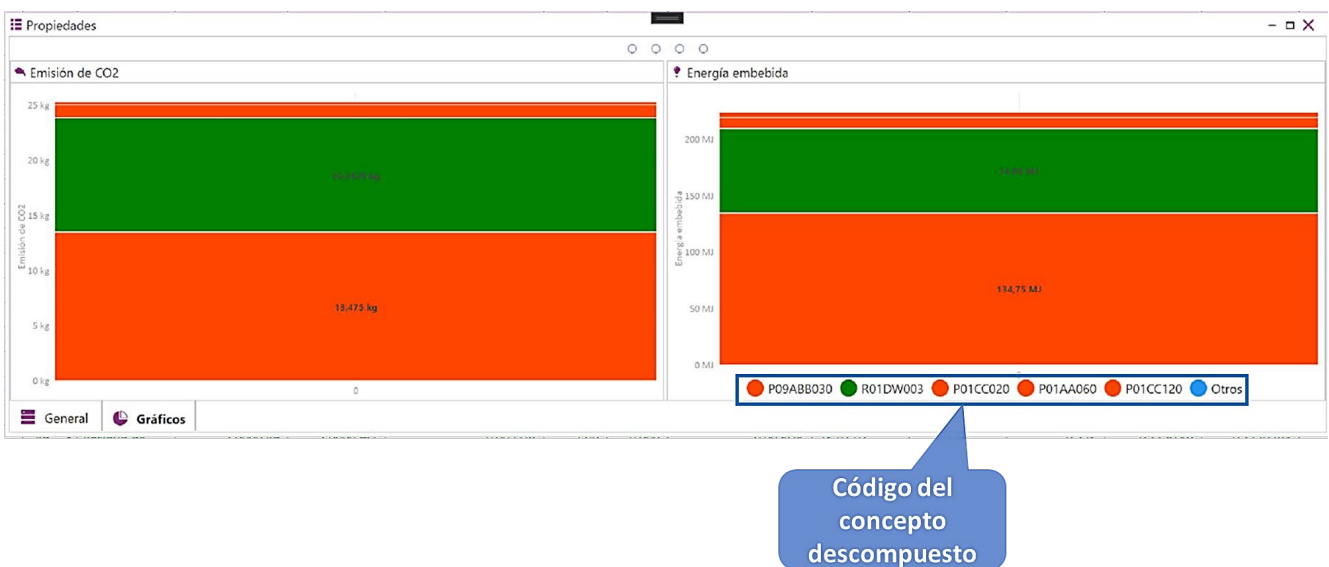


Figura 3-19. Representación de emisiones y energía generada con MAMBA. Fuente: Elaboración propia.

En la representación anterior se visualizan las emisiones de dióxido de carbono (CO2) y la energía incorporada proporcionada por cada concepto simple de tipo material o componente adicional de residuo que forma parte del concepto descompuesto seleccionado. Si se selecciona el capítulo raíz, se presentarán los datos relacionados con los 'n' conceptos simples que generan mayores emisiones o consumen más energía. En esta presentación gráfica se aprecia el impacto ambiental asociado a cada concepto simple y sus componentes en el contexto del concepto descompuesto. La información proporcionada permite identificar aquellos elementos que contribuyen significativamente a las emisiones de CO2 y al consumo de energía dentro del proyecto. De este modo, tener una visión clara de los conceptos que tienen un mayor impacto en términos de emisiones y consumo de energía, se puede optimizar estos aspectos, contribuyendo así a la sostenibilidad del proyecto y al cuidado del medio ambiente.

5. Representación de porcentajes y cuantías certificadas:

En este trabajo no se va a abordar la creación de las certificaciones de obra, aun así, a continuación, se deja un ejemplo de cómo sería esa representación gráfica.

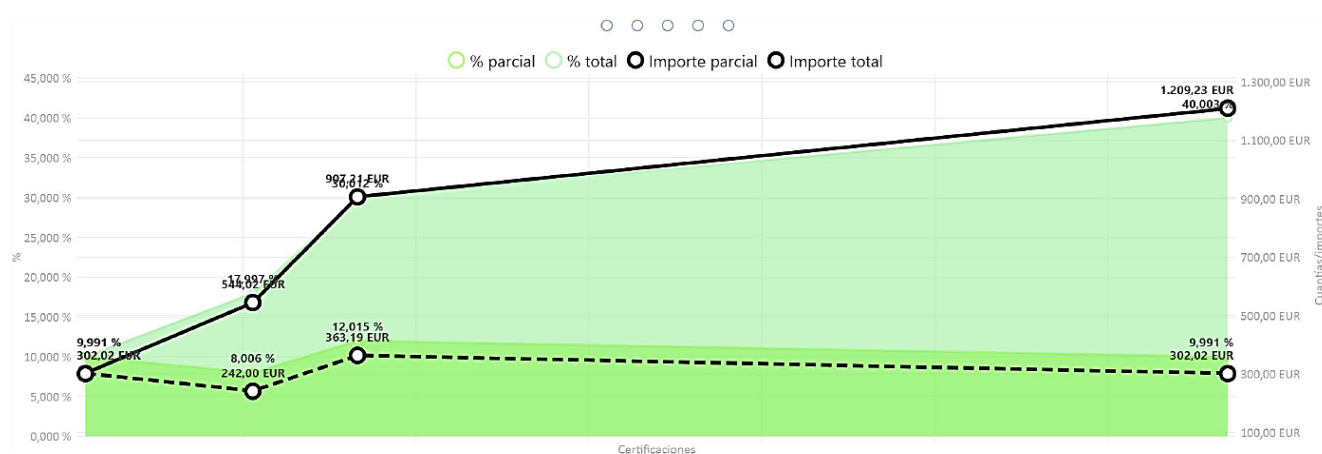


Figura 3-20. Representación de porcentajes y cuantías con MAMBA. Fuente: Elaboración propia.

La figura anterior ofrece una visión completa de cómo han evolucionado los porcentajes y las cuantías, tanto parcial como a origen, que han sido certificados en cada emisión de las certificaciones de obra. Esta representación gráfica ofrece perspectiva esclarecedora sobre cómo han progresado los trabajos a lo largo del tiempo, mostrando de manera precisa la evolución de los logros alcanzados en cada etapa del proyecto. Mediante la herramienta MAMBA, se adquiere un poderoso instrumento que le permite obtener una visión gráfica e informativa en tiempo real. Esta función es sumamente valiosa para fundamentar y respaldar las decisiones que se toman durante la gestión de proyectos y la evaluación de resultados. Al contar con una representación visual de la evolución de los porcentajes y las cuantías certificadas en cada etapa, el usuario puede identificar tendencias y patrones significativos, lo que resulta en una toma de decisiones más informada y efectiva.[7], [15]

Archivos multimedia y documentos adjuntos en conceptos

MAMBA ofrece la capacidad de adjuntar cualquier tipo de archivo multimedia, como imágenes o vídeos, a cualquier concepto dentro de un presupuesto. Esta característica proporciona una forma visualmente atractiva de presentar ideas y detalles. Además, MAMBA también permite incluir documentos adjuntos en formato PDF en cada uno de los conceptos presentes en un presupuesto. En la Figura 3-21 se muestra lo descrito anteriormente.[15]

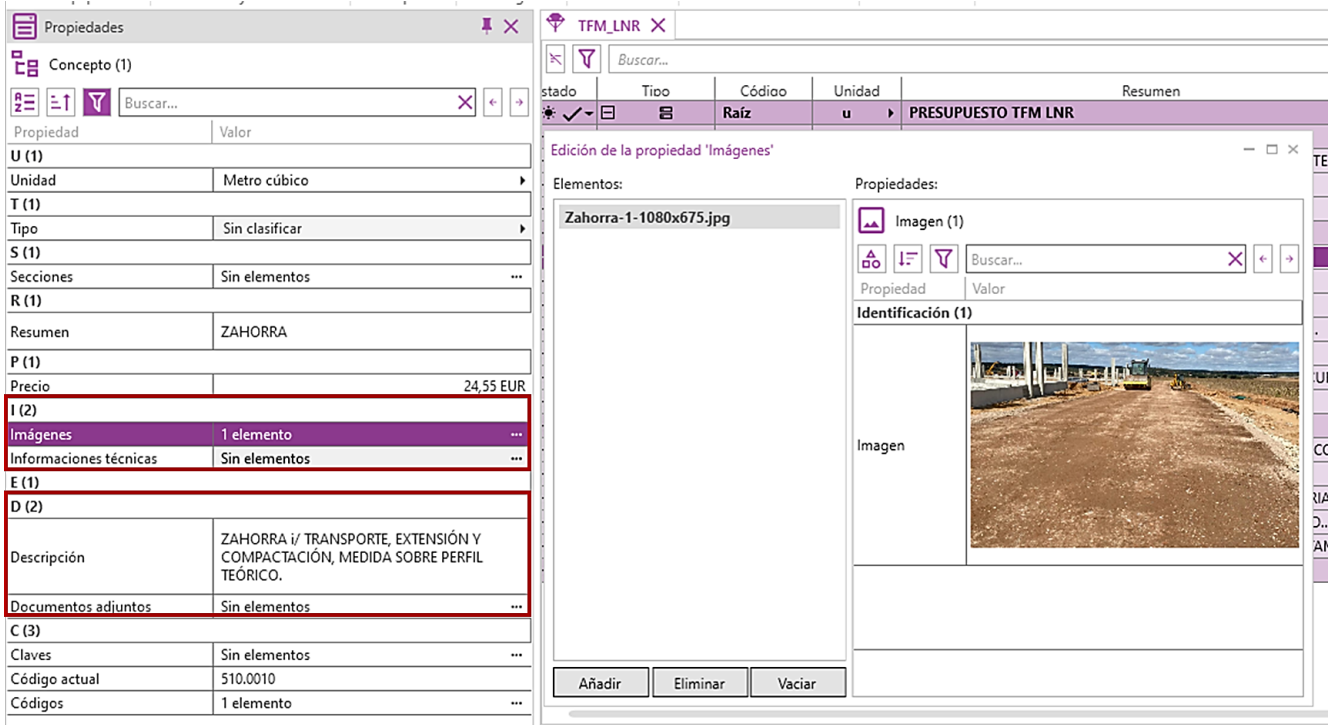


Figura 3-21. Imágenes y archivos adjuntos desde MAMBA. Fuente: Elaboración propia.

Creación de plantillas del documento

Una de las características que distingue a MAMBA, al igual que otros programas de mediciones y presupuestos, como PRESTO o ARQUIMEDES, es su simplificación a la hora de realizar los procesos de preparación de plantillas para la exportación de resultados o la generación de documentos e informes. Dentro de la ventana de gestión de Exportación de plantillas de documento existe la capacidad de crear o eliminar plantillas a su discreción. Además, para cada plantilla, se les permite agregar tantas secciones como sean necesarias, lo que asegura una adaptación precisa a las necesidades específicas de cada proyecto o informe. Una de las ventajas más notables es que para cada sección de la plantilla, MAMBA permite la configuración individual de los editores de encabezado, pie y cuerpo de página. Esto da lugar a muchas opciones para personalizar y dar formato a los resultados y documentos generados.

Gracias a esta simplificación y personalización de los procesos, MAMBA proporciona una herramienta eficiente y fácil de usar, que agiliza considerablemente la creación y presentación de informes y documentos relacionados con mediciones y presupuestos. Con MAMBA, la generación de plantillas y la exportación de resultados es mucho más fluido y rápido, permitiendo centrarse el análisis y la toma de decisiones informadas para sus proyectos.[7], [15]

4 PRESUPUESTO DE LAS OBRAS

4.1 Mediciones

4.1.1 Mediciones con ISTRAM ISPOL

Gracias a la herramienta ISTRAM ISPOL, se han obtenido una lista de mediciones de los elementos 3D del modelo BIM de la obra lineal objeto de este trabajo. Dichas mediciones se adjuntan en el *Apéndice 3.2 Mediciones elaboradas con ISTRAM ISPOL* y en la Tabla 4-1 se muestra un resumen de dicho listado de mediciones.

Unidad de obra	Unidad	Medición
FRESADO DE PAVIMENTO BITUMINOSO O DE HORMIGÓN EXISTENTE	m ² /c	290,00
DEMOLICIÓN DE FIRME O PAVIMENTO EXISTENTE	m ²	10,48
EXCAVACIÓN DE TIERRA VEGETAL	m ³	663,20
EXCAVACIÓN EN DESMONTE EN TIERRA CON MEDIOS MECÁNICOS SIN EXPLOSIVOS	m ³	2269,30
RELLENO PARA IMPERMEABILIZACIÓN DE BERMAS CON MATERIAL PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO Y/O CANTERA	m ³	0,90
RELLENO LOCALIZADO CON MATERIAL PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA, TRATADO CON CEMENTO EN CUÑAS DE TRANSICIÓN	m ³	485,70
SUELO ADECUADO PROCEDENTE DE YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA PARA FORMACIÓN DE EXPLANADA	m ³	228,20
ZAHORRA	m ³	136,10
EMULSIÓN C60BF4 IMP EN RIEGO DE IMPRIMACIÓN	t	0,68
EMULSIÓN C60B3 ADH EN RIEGOS DE ADHERENCIA O C60B3 CUR EN RIEGOS DE CURADO	t	0,60
MBC TIPO AC 22 SURF S, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL	t	90,71
MBC TIPO AC32 BASE S, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL	t	75,99
BETÚN ASFÁLTICO CONVENCIONAL TIPO 50/70	t	7,15
CEMENTO PORTLAND EMPLEADO COMO POLVO MINERAL DE APORTACIÓN	t	8,00
TUBO DE HORMIGÓN ARMADO DE DIÁMETRO 400 mm CLASE 135	m	13,03

Tabla 4-1. Mediciones elaboradas con la herramienta ISTRAM ISPOL. Fuente: Elaboración propia.

4.1.2 Mediciones con MAMBA

Al igual que en el apartado anterior, se proporcionan un listado de mediciones de los elementos 3D del modelo BIM de la obra lineal con la herramienta MAMBA. Dichas mediciones se adjuntan en el *Apéndice 3.1 Mediciones elaboradas con MAMBA* y en la Tabla 4-2 se muestra un resumen de dicho listado de mediciones.

Unidad de obra	Unidad	Medición
FRESADO DE PAVIMENTO BITUMINOSO O DE HORMIGÓN EXISTENTE	m2/c	271,90
DEMOLICIÓN DE FIRME O PAVIMENTO EXISTENTE	m2	10,43
EXCAVACIÓN DE TIERRA VEGETAL	m3	662,77
EXCAVACIÓN EN DESMONTE EN TIERRA CON MEDIOS MECÁNICOS SIN EXPLOSIVOS	m3	2268,28
RELLENO PARA IMPERMEABILIZACIÓN DE BERMAS CON MATERIAL PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO Y/O CANTERA	m3	0,88
RELLENO LOCALIZADO CON MATERIAL PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA, TRATADO CON CEMENTO EN CUÑAS DE TRANSICIÓN	m3	485,38
SUELO ADECUADO PROCEDENTE DE YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA PARA FORMACIÓN DE EXPLANADA	m3	228,15
ZAHORRA	m3	136,34
EMULSIÓN C60BF4 IMP EN RIEGO DE IMPRIMACIÓN	t	0,70
EMULSIÓN C60B3 ADH EN RIEGOS DE ADHERENCIA O C60B3 CUR EN RIEGOS DE CURADO	t	0,59
MBC TIPO AC 22 SURF S, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL	t	90,82
MBC TIPO AC32 BASE S, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL	t	76,01
BETÚN ASFÁLTICO CONVENCIONAL TIPO 50/70	t	7,16
CEMENTO PORTLAND EMPLEADO COMO POLVO MINERAL DE APORTACIÓN	t	8,01
TUBO DE HORMIGÓN ARMADO DE DIÁMETRO 400 mm CLASE 135	m	13,03

Tabla 4-2. Mediciones elaboradas con la herramienta MAMBA. Fuente: Elaboración propia.

4.1.3 Comparación de mediciones

Como se puede observar las mediciones que aportan ambos programas no son iguales, en la Tabla 4-3 se realiza una comparativa de las mediciones obtenidas por ambos softwares.

La comparación se ha hecho sobre las mediciones obtenidas en ISTRAM ISPOL; es decir la diferencia porcentual sale mostrada en rojo significa que la medición de ISTRAM ISPOL es superior a la estimada por MAMBA.

Unidad de obra	Unidad	Medición con ISTRAM ISPOL	Medición con MAMBA	Diferencia
FRESADO DE PAVIMENTO BITUMINOSO O DE HORMIGÓN EXISTENTE	m2/c	290,00	271,9	6,24%
DEMOLICIÓN DE FIRME O PAVIMENTO EXISTENTE	m2	10,48	10,43	0,5%
EXCAVACIÓN DE TIERRA VEGETAL	m3	663,20	662,77	0,06%
EXCAVACIÓN EN DESMONTE EN TIERRA CON MEDIOS MECÁNICOS SIN EXPLOSIVOS	m3	2269,30	2268,28	0,05%
RELLENO PARA IMPERMEABILIZACIÓN DE BERMAS CON MATERIAL PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO Y/O CANTERA	m3	0,90	0,88	1,89%
RELLENO LOCALIZADO CON MATERIAL PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA, TRATADO CON CEMENTO EN CUÑAS DE TRANSICIÓN	m3	485,70	485,38	0,07%
SUELO ADECUADO PROCEDENTE DE YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA PARA FORMACIÓN DE EXPLANADA	m3	228,20	228,15	0,02%
ZAHORRA	m3	136,10	136,34	0,18%
EMULSIÓN C60BF4 IMP EN RIEGO DE IMPRIMACIÓN	t	0,68	0,70	2,94%
EMULSIÓN C60B3 ADH EN RIEGOS DE ADHERENCIA O C60B3 CUR EN RIEGOS DE CURADO	t	0,60	0,595	0,51%
MBC TIPO AC 22 SURF S, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL	t	90,71	90,82	0,12%
MBC TIPO AC32 BASE S, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL	t	75,99	76,01	0,03%
BETÚN ASFÁLTICO CONVENCIONAL TIPO 50/70	t	7,15	7,16	0,10%
CEMENTO PORTLAND EMPLEADO COMO POLVO MINERAL DE APORTACIÓN	t	8,00	8,01	0,09%
TUBO DE HORMIGÓN ARMADO DE DIÁMETRO 400 mm CLASE 135	m	13,03	13,03	0,00%

Tabla 4-3. Comparación de mediciones. Fuente: Elaboración propia.

Se destaca que las mediciones donde se presenta una mayor diferencia, superando el 1%, son las referentes a los movimientos de tierra y firmes: FRESADO DE PAVIMENTO BITUMINOSO O DE HORMIGÓN EXISTENTE, RELLENO PARA IMPERMEABILIZACIÓN DE BERMAS CON MATERIAL PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO Y/O CANTERA y la EMULSIÓN C60BF4 IMP EN RIEGO DE IMPRIMACIÓN, donde las diferencias son de un 6,24%, 1,89% y 2,94% respectivamente. En este caso se muestra como el modelo exportado presenta una diferencia con el modelo original de ISTRAM ISPOL; por lo que podemos decir como conclusión que la interacción del modelo con el terreno puede presentar alguna deficiencia.

En la tabla inferior se observa el importe correspondiente a las mediciones obtenidas en la Tabla 4-3 de los elementos BIM. Al igual que en el caso anterior, la comparación se ha hecho sobre el importe obtenido en ISTRAM ISPOL; es decir la diferencia mostrada en rojo significa que el importe correspondiente a la medición en ISTRAM ISPOL es superior al estimado por MAMBA.

Unidad de obra	Precio (€)	Importe con PRESTO (€)	Importe con MAMBA (€)	Diferencia (€)
FRESADO DE PAVIMENTO BITUMINOSO O DE HORMIGÓN EXISTENTE	0,49	142,10	133,23	8,87 €
DEMOLICIÓN DE FIRME O PAVIMENTO EXISTENTE	3,68	38,57	38,38	0,19 €
EXCAVACIÓN DE TIERRA VEGETAL	2,36	1565,15	1564,15	1,01 €
EXCAVACIÓN EN DESMONTE EN TIERRA CON MEDIOS MECÁNICOS SIN EXPLOSIVOS	2,24	5083,23	5080,94	2,30 €
RELLENO PARA IMPERMEABILIZACIÓN DE BERMAS CON MATERIAL PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO Y/O CANTERA	5,38	4,84	4,75	0,09 €
RELLENO LOCALIZADO CON MATERIAL PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA, TRATADO CON CEMENTO EN CUÑAS DE TRANSICIÓN	23	11171,10	11163,76	7,34 €
SUELO ADECUADO PROCEDENTE DE YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA PARA FORMACIÓN DE EXPLANADA	8,07	1841,57	1841,19	0,38 €
ZAHORRA	25,26	3437,89	3444,00	-6,11 €
EMULSIÓN C60BF4 IMP EN RIEGO DE IMPRIMACIÓN	496,62	337,70	347,63	-9,93 €
EMULSIÓN C60B3 ADH EN RIEGOS DE ADHERENCIA O C60B3 CUR EN RIEGOS DE	588,83	350,38	348,59	1,79 €

CURADO				
MBC TIPO AC 22 SURF S, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL	27,69	2511,76	2514,75	-2,99 €
MBC TIPO AC32 BASE S, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL	27,7	2104,87	2105,39	-0,53 €
BETÚN ASFÁLTICO CONVENCIONAL TIPO 50/70	650	4648,09	4652,70	-4,61 €
CEMENTO PORTLAND EMPLEADO COMO POLVO MINERAL DE APORTACIÓN	100,14	801,48	802,22	-0,74 €
TUBO DE HORMIGÓN ARMADO DE DIÁMETRO 400 mm CLASE 135	61,39	799,91	799,91	0,00 €

Tabla 4-4. Comparación de presupuesto. Fuente: Elaboración propia.

Al igual que con la comparación de mediciones, la mayor diferencia aparece a los capítulos de movimientos de tierra y firmes: EMULSIÓN C60BF4 IMP EN RIEGO DE IMPRIMACIÓN, FRESADO DE PAVIMENTO BITUMINOSO O DE HORMIGÓN EXISTENTE y el RELLENO LOCALIZADO CON MATERIAL PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA, TRATADO CON CEMENTO EN CUÑAS DE TRANSICIÓN, donde las diferencias son de un 9,93 €, 8,87 € y 7,34 €, representados en porcentaje como un 2,94%, 6,24% y 0,07% de la unidad de obra respectivamente.

4.2 Presupuesto

4.2.1 Elaboración del presupuesto con PRESTO

Como se ha citado en el apartado 4. *Presupuestación de obras* de este documento, la metodología BIM desempeña un papel esencial e integrado en la elaboración de presupuestos para proyectos de construcción. Antes de la adopción del enfoque BIM, la estimación de gastos en proyectos de ingeniería se realizaba utilizando herramientas tales como Presto o Arquímedes. Para ello, el proceso de elaboración de presupuestos se basaba en la cuantificación de unidades de trabajo mediante mediciones extraídas de planos o listados. No obstante, este método manual podría conllevar a una serie de imprecisiones y errores en las mediciones, las cuales tendrían un impacto negativo en la exactitud de la estimación de gastos. Para la elaboración de este presupuesto se ha utilizado la base de precios de la Dirección General de Carreteras (DGC), TRAGSA y la base de precios de la construcción del Gobierno de Extremadura, ya que, aunque PRESTO es un programa que sí admite utilizar una base de precios paramétrica, como es la base de precios de la Junta de Andalucía, MAMBA no lo permite. A continuación, se muestra el presupuesto elaborado con PRESTO por capítulos para este proyecto en cuestión, descrito anteriormente tanto de los elementos 3D del modelo BIM como de los elementos medidos manualmente, este resumen también queda incluido en el *Apéndice 1.2 Resumen de presupuesto elaborado con PRESTO*.

RESUMEN DE PRESUPUESTO

PROYECTO DE CONSTRUCCION DE NUEVO ACCESO MD PK 15+853, CA-8200

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
C01	TRABAJOS PRELIMINARES.....	1.219,29	1,95
C02	MOVIMIENTOS DE TIERRAS.....	19.665,89	31,49
C03	FIRMES Y PAVIMENTOS.....	14.898,64	23,86
C04	DRENAJE.....	1.088,31	1,74
C05	OBRAS COMPLEMENTARIAS.....	1.514,39	2,43
C06	SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRÁFICO DURANTE LAS OBRAS.....	4.277,71	6,85
C07	SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO.....	3.272,50	5,24
C08	RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA.....	224,78	0,36
C09	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	11.548,18	18,49
C10	SEGURIDAD Y SALUD.....	4.733,72	7,58
TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL		62.443,41	
	13,00% Gastos generales.....	8.117,64	
	6,00% Beneficio industrial.....	3.746,60	
	SUMA DE G. G. y B.I.	11.864,24	
	21,00% I.V.A.....	15.604,61	
TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA		89.912,26	
TOTAL PRESUPUESTO GENERAL		89.912,26	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de OCHENTA Y NUEVE MIL NOVECIENTOS DOCE EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS

Figura 4-1. Presupuesto elaborado con PRESTO. Fuente: Elaboración propia.

En el presupuesto de ejecución material, como podemos observar los capítulos correspondientes a movimiento de tierras y firmes y pavimentos se llevan el gran porcentaje del presupuesto total, siendo mayor el porcentaje procedente del movimiento de tierras, con un 31,49%. El menor porcentaje respecto al presupuesto de ejecución material es el capítulo de restauración paisajística con un 0,36% del total.

4.2.2 Elaboración del presupuesto con MAMBA

MAMBA es un software diseñado con el propósito de automatizar la medición y elaboración de presupuestos para modelos de construcción e ingeniería civil creados a través de la metodología BIM, utilizando el estándar de intercambio de información IFC (Industry Foundation Classes). Para lograr esta tarea, MAMBA hace uso del Formato de Intercambio Estándar de Bases de Datos de la Construcción (FIEBDC), comúnmente conocida como BC3 o FIEBDC-3. Este formato se emplea para representar tanto los elementos desglosados o unidades de obra como los elementos simples que las componen. A continuación, se muestra el mismo presupuesto anterior pero elaborado con MAMBA para este proyecto, este resumen también queda incluido en el *Apéndice 1.1 Resumen de presupuesto elaborado con MAMBA*.

Resumen de Presupuesto

Cap.	Resumen	Importe	%
C01	TRABAJOS PREVIOS	1.210,23 EUR	1,94 %
C02	MOVIMIENTO DE TIERRAS	19.654,77 EUR	31,47 %
C03	FIRMES Y PAVIMENTOS	14.928,70 EUR	23,90 %
C04	DRENAJE	1.088,31 EUR	1,74 %
C05	OBRAS COMPLEMENTARIAS	1.514,39 EUR	2,42 %
C06	SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRÁFICO DURANTE LAS OBRAS	4.277,71 EUR	6,85 %
C07	SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO	3.272,50 EUR	5,24 %
C08	RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA	224,78 EUR	0,36 %
C09	GESTIÓN DE RESIDUOS	11.548,18 EUR	18,49 %
C10	SEGURIDAD Y SALUD	4.733,72 EUR	7,58 %
		Total Presupuesto de Ejecución Material 62.453,29 EUR	
		13,00 % G. Generales 8.118,93 EUR	
		6,00 % B. Industrial 3.747,20 EUR	
		Total Presupuesto Base de Licitación 74.319,42 EUR	
		21,00 % I.V.A. 15.607,08 EUR	
		Total Presupuesto de Licitación 89.926,50 EUR	

Asciende el presupuesto de licitación a la expresada cantidad de ochenta y nueve mil novecientos veintiséis euros con cincuenta céntimos (89.926,50 EUR)

Figura 4-2. Presupuesto elaborado con MAMBA. Fuente: Elaboración propia.

Al igual que en el presupuesto elaborado con PRESTO, se observa que el mayor porcentaje del presupuesto de ejecución material corresponde a los capítulos de movimiento de tierras y firmes y pavimentos, siendo mayor el porcentaje procedente del movimiento de tierras, con un 31,47%. El menor porcentaje respecto al presupuesto de ejecución material es el capítulo de restauración paisajística con un 0,36% del total.

4.2.3 Comparación entre presupuestos

Una vez presentados los presupuestos elaborados con los diferentes softwares, se describen las principales diferencias:

Capítulo	PEM con PRESTO (€)	PEM con MAMBA (€)	Diferencia (€)
TRABAJOS PRELIMINARES	1.219,07	1.210,23	-8,84
MOVIMIENTOS DE TIERRAS	19.665,89	19.654,77	-11,12
FIRMES Y PAVIMENTOS	14.898,64	14.928,70	30,06
DRENAJE	1.088,31	1.088,31	0,00

OBRAS COMPLEMENTARIAS	1.514,39	1.514,39	0,00
SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRÁFICO DURANTE LAS OBRAS	4.277,71	4.277,71	0,00
SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO	3.272,50	3.272,50	0,00
RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA	224,78	224,78	0,00
GESTIÓN DE RESIDUOS	11.548,18	11.548,18	0,00
SEGURIDAD Y SALUD	4.733,72	4.733,72	0,00%

Tabla 4-5. Comparación entre capítulos del presupuesto. Fuente: Elaboración propia.

- En términos globales, el importe total del Presupuesto de Ejecución Material (PEM) elaborado con PRESTO es de 62.443,41€ mientras que el presupuesto con MAMBA es de 62.453,29€, siendo la diferencia entre ambos de 9,88 €, lo que se traduce en que el presupuesto con MAMBA es un 0,015 % superior al implementado con PRESTO, lo cual dicha diferencia se puede deber por dos razones.
- La primera razón de peso por lo cual los presupuestos tienen una diferencia en cuanto al importe es, evidentemente, la diferencia entre las mediciones a la hora de calcular el presupuesto.
- Si comparamos los capítulos existentes en ambos presupuestos, hay diferencias en los capítulos de trabajos preliminares, movimiento de tierras y firmes y pavimentos, ya que son los capítulos que han sido medidos por los dos softwares. La mayor diferencia se presenta en los capítulos de trabajos preliminares y firmes y pavimentos:
 - El Capítulo 2. Movimiento de Tierras presenta un importe mayor en el presupuesto elaborado con PRESTO debido a que la medición de las partidas que componen dichos capítulos es también son mayores.
 - El Capítulo 3. Firmes y pavimentos, al igual que en el caso anterior, este capítulo también tiene un importe mayor en el presupuesto elaborado con PRESTO por esta misma razón.
 - El Capítulo 4. Drenaje, sin embargo, no presenta ninguna variación, ya que, aunque contemple partidas medidas con los distintos softwares utilizados en este trabajo, dichas mediciones son iguales, por lo que, el importe se mantiene también igual.

Los capítulos que se mantienen y no presentan variación son los correspondientes a obras complementarias, soluciones propuestas al tráfico, señalización y balizamiento, restauración paisajística gestión de residuos y seguridad y salud, al mantenerse con la misma medición, ya que no contienen partidas medidas con MAMBA, si no que han sido medidas con otros procedimientos habituales, como es la medición directa sobre planos, con lo cual tienen la misma medición.

5 CONCLUSIONES

En este apartado se establecen las conclusiones obtenidas, tras un exhaustivo análisis, de la aplicación de la metodología BIM a un proyecto de infraestructura lineal, así como las conclusiones derivadas del trabajo en la disciplina de la dimensión BIM 5D, referente a costes con el software de medición 5D MAMBA.

5.1 Referente a la metodología BIM

La metodología BIM (Building Information Modeling) es un enfoque integral y colaborativo para la gestión y diseño de proyectos de construcción. A través de la creación y uso de modelos digitales en 3D que contienen información detallada sobre todos los aspectos de un proyecto, desde la geometría del hasta los detalles de la construcción, los materiales y más, la metodología BIM ofrece una serie de conclusiones y beneficios claves:

1. **Mejora de la colaboración:** La metodología BIM promueve la comunicación y colaboración entre todas las partes interesadas en un proyecto, incluyendo arquitectos, ingenieros, contratistas, propietarios y más. Esto reduce errores, dificultades y volver a repetir procesos al permitir que todos trabajen en un modelo centralizado y compartido.
2. **Mayor precisión y calidad:** Los modelos BIM proporcionan una representación precisa y detallada del proyecto, lo que permite detectar problemas antes de la construcción del mismo. Esto conlleva a un mayor control de calidad y reduce los cambios y ajustes durante la construcción.
3. **Reducción de costes y plazos:** Al poderse anticiparse y resolver problemas al principio del proyecto, la metodología BIM ayuda a minimizar los retrasos en la construcción, lo que a su vez reduce los costes acorta los plazos de ejecución.
4. **Optimización del diseño y rendimiento:** La metodología BIM permite probar diferentes diseños y evaluar su impacto en aspectos como eficiencia energética, sostenibilidad y seguridad. Esto ayuda a crear proyectos más funcionales y eficientes.
5. **Gestión eficiente del ciclo de vida del edificio:** La metodología BIM no se limita a la fase de diseño y construcción, sino que se extiende al ciclo de vida completo del proyecto, incluyendo operaciones y mantenimiento. La información almacenada en el modelo BIM facilita la gestión y mantenimiento efectivo a lo largo del tiempo.
6. **Mayor sostenibilidad:** La metodología BIM permite evaluar el rendimiento ambiental y la eficiencia energética durante el diseño y la construcción, lo que contribuye a la creación de proyectos más sostenibles y con menor impacto ambiental.
7. **Facilitación de la planificación y la toma de decisiones:** La metodología BIM proporciona herramientas visuales y datos precisos que ayudan en la planificación estratégica y la toma de decisiones informadas en todas las etapas del proyecto.
8. **Cumplimiento normativo y reglamentario:** La metodología BIM facilita la generación de documentación necesaria para cumplir con los requisitos normativos y reglamentarios, lo que agiliza los procesos de aprobación y permisos.

En conclusión, la metodología BIM ha demostrado ser una herramienta poderosa para la industria de la construcción, revolucionando la forma en que se planifican, diseñan, construyen y gestionan los proyectos. Su enfoque colaborativo, precisión y capacidad para abordar todo el ciclo de vida del proyecto la convierten en una metodología fundamental para la mejora de la eficiencia, la calidad y la sostenibilidad en la industria de la construcción.

5.2 Referente al software MAMBA

MAMBA un software que ofrece muchas ventajas, ha sido creado para automatizar el proceso de mediciones en modelos 3D desarrollados a través de la metodología BIM. Su funcionalidad se apoya en la implementación del estándar IFC (Industry Foundation Classes) para el intercambio de datos. No obstante, MAMBA también puede ser empleado como un software tradicional para la cuantificación y estimación en proyectos de arquitectura e ingeniería, incluso en ausencia de la utilización de modelos BIM. MAMBA utiliza el Formato de Intercambio Estándar de Bases de Datos de la Construcción (FIEBDC), reconocido como BC3 o FIEBDC-3, para representar todos los elementos que la componen. Una de las características distintivas de MAMBA es su habilidad para generar presupuestos de tres maneras distintas: de forma manual, automatizada o con asistencia. Adicionalmente, MAMBA brinda la posibilidad de trabajar con múltiples bancos de precios o con un único banco de precios de manera global.

MAMBA tiene una característica para la creación de documentos técnicos y certificaciones de obra, de esta manera, se consigue una administración global de los requerimientos técnicos a lo largo de todo el proyecto, garantizando la coherencia y exactitud de la documentación en cada etapa.

Una ventaja encontrada en MAMBA, al igual que en otros programas destinados a mediciones y estimaciones, es su procedimiento de creación de plantillas para la exportación de resultados o la generación de informes y documentos. Además, se encuentra la capacidad de configurar de manera individual el encabezado, pie y cuerpo de página para cada sección de la plantilla. Esto brinda una amplia variedad de alternativas para personalizar y dar formato a los resultados y documentos producidos.

A pesar de las ventajas que presenta el programa, se han detectado las siguientes limitaciones en el software MAMBA:

- Deficiencias en la configuración inicial de la interfaz: Al empezar a utilizar MAMBA es complicado adecuarse a la interfaz original establecida por defecto. Es necesario realizar múltiples ajustes en la interfaz de modo que resulte cómodo trabajar anclando cada ventana en una ubicación óptima para trabajar de una manera eficiente.
- Software en constante evolución: Al tratarse de un programa relativamente nuevo, MAMBA se encuentra en un estado constante evolución, actualizándose muy a menudo. Esto puede generar un inconveniente al iniciar el programa, ya que es necesario esperar y aplicar las actualizaciones de manera recurrente, adaptándose a las modificaciones que dichas actualizaciones puedan haber introducido. Este proceso de adaptación puede requerir tiempo y esfuerzo por parte del usuario
- El software no contempla todas las unidades de obra reflejadas en proyectos de obra civil, como por ejemplo m²/cm, la cual es la unidad utilizada habitualmente para la medición de fresado sobre pavimento.
- Limitación en la compatibilidad con bases de precios paramétricas: Uno de los graves problemas que presenta este software es que no permite trabajar con bases de precios paramétricas. Este aspecto conlleva una carencia en Andalucía, dado que la base de precios oficial establecida por la Junta de Andalucía se encuentra en este formato. Como resultado, para la elaboración de este trabajo, se ha debido recurrir a la base de precios de la Dirección General de Carreteras (DGC), actualizada hasta el año 2022, así como a la base de precios de TRAGSA, con actualización hasta 2023, y también la base de precios de construcción del Gobierno de Extremadura, actualizada al mismo año. Este proceso de adaptación a diferentes bases de precios representa un componente integral del trabajo llevado a cabo.
- Problema con los costes indirectos: A pesar de que MAMBA recoge el concepto porque lo exige el estándar BC3, este no afecta en modo alguno al presupuesto. Por lo que la solución que se plantea para incorporar la información de costes indirectos son las siguientes alternativas:
 - Incorporar los costes indirectos en cada concepto como un medio auxiliar más.
 - Añadir una partida alzada al presupuesto al final con el concepto de costes indirectos (global).
 - Añadir un concepto simple de tipo medio auxiliar al final del presupuesto con el importe de los costes indirectos.

- Discrepancias con datos de masa y volumen: Los datos de masa y volumen de cada unidad de obra, los cuales representan la contribución en términos de masa y volumen realizada por cada concepto simple de tipo material que forma parte del concepto descompuesto seleccionado, deben estar incorporados en las unidades de obra que se están considerando, en los conceptos que se incluyen desde la base de datos utilizadas. No todas las bases de datos incluyen esa información, almacenada en forma de informaciones técnicas en el estándar BC3, por lo que es posible no contar con los datos necesarios. Si los conceptos utilizados se han generado de forma manual, se deberá completar la información de masa y volumen. En el caso de que se trate de conceptos tomados de una base de datos, se debe comprobar que cuenta con esa información. Asimismo, en el caso de este trabajo, las bases de precios utilizadas no cuentan con esa información.

Cabe destacar, que las incidencias comentadas anteriormente se han intentado solventar mediante comunicaciones a través de correo electrónico con el servicio técnico del programa que da soporte al mismo, no siendo posible solucionar dichas limitaciones. Ya que MAMBA es un programa en constante evolución y actualización, las limitaciones descritas intentarán resolverse en sus próximas versiones futuras.

5.3 Análisis crítico de la interoperabilidad ISTRAM ISPOL-MAMBA

La limitada interoperabilidad entre los programas ISTRAM ISPOL y MAMBA recae en la importación de la geometría, que suele generar inconvenientes significativos. La consecuencia de este problema se refleja especialmente en el modelado e importación de infraestructuras lineales de grandes dimensiones. Para solucionar esta situación, se divide la obra en varios tramos para que el programa pueda gestionar la información de manera adecuada. Sin embargo, esta solución presenta una considerable desventaja en comparación con otras disciplinas, ya que, al fragmentar la obra en tantas partes, se tiene que realizar el mismo procedimiento muchas veces. Este proceso repetitivo retrasa la redacción del proyecto y genera un aumento en el tiempo de ejecución. Es importante destacar que esta limitación de interoperabilidad puede impactar negativamente en la eficiencia del flujo de trabajo y en la productividad general del proyecto. La necesidad de dividir la obra en tramos y realizar la misma tarea en múltiples ocasiones implica una mayor carga de trabajo y una mayor probabilidad de errores durante la transferencia de datos.

5.4 Consecución de los objetivos marcados en el Trabajo Fin de Máster

Al inicio de este Trabajo Fin de Máster se proponen varios objetivos a cumplir, definiendo como objetivo principal el de elaborar un presupuesto BIM a partir de un modelo BIM 3D previo, estableciendo una asociación entre cada objeto BIM del modelo y su correspondiente unidad de obra. Como se puede comprobar en el *Apartado 4. Presupuesto de las obras*, gracias a las herramientas ISTRAM ISPOL y MAMBA, se han obtenido una lista de mediciones de los elementos 3D del modelo BIM de la obra lineal objeto de este trabajo, a las cuales se le ha asignado un precio referente a una base de precios elegida, obteniendo así la elaboración del presupuesto de proyecto.

Además, otro objetivo establecido es el de evaluar la interoperabilidad de los formatos de intercambio utilizados y la eficacia de la metodología BIM aplicada en obras lineales de ingeniería civil, y tal como se ha descrito en el apartado anterior, es limitada entre los programas utilizados a la hora del modelado e importación de infraestructuras lineales de grandes dimensiones.

Finalmente, como objetivo secundario, se plantea la creación de una codificación de unidades de obra específica para infraestructuras de carreteras en el ámbito de la ingeniería civil, la cual servirá como base para proponer una codificación BIM que actualmente no se encuentra ampliamente establecida para este tipo de obras, dentro de las codificaciones BIM más utilizadas. Esta codificación mencionada se desglosa en el *Apartado 1.4.3. Proposición de estándares para la identificación de elementos BIM*, donde se propone una codificación de unidades de obra específicamente diseñada para el software ISTRAM ISPOL, vinculado al formato IFC, del cual se extraerá la información necesaria para realizar las mediciones y valoraciones económicas mediante el programa de medición 5D MAMBA, cumpliendo así el objetivo marcado.

La propuesta de codificación se establece en asignar a cada unidad de obra un código de clasificación, el cual se estructura en diferentes subniveles dentro de cada nivel, el cual permite una identificación única de cada elemento evitando confusiones en el proceso de medición y generando de informes para la fácil comunicación entre los diferentes agentes del proyecto.

6 BIBLIOGRAFÍA

- [1] Dña. C. V. Galindo, «APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA BIM A UN PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN DE UN CORREDOR DE TRANSPORTE PARA UN COMPLEJO INDUSTRIAL. MODELO BIM 5D COSTES», Sevilla, 2018.
- [2] «¿Qué es BIM? - BuildingSMART Spanish Chapter». Accedido: 25 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.buildingsmart.es/bim/>
- [3] «Ventajas e Inconvenientes de la metodología BIM | Inarquia». Accedido: 25 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://inarquia.es/ventajas-inconvenientes-metodologia-bim/>
- [4] «Home - buildingSMART Technical». Accedido: 25 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://technical.buildingsmart.org/>
- [5] «010 Entendiendo el IFC - BIMlevel». Accedido: 17 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://bimlevel.com/010-entendiendo-el-ifc/>
- [6] «(2) IFC (2): Clases, esquemas, versiones y formatos | LinkedIn». Accedido: 17 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.linkedin.com/pulse/ifc-2-clases-esquemas-versiones-y-formatos-modeler-bim/?originalSubdomain=es>
- [7] «Mediciones, presupuestos y MAMBA. Conceptos básicos fundamentales. - Distrito BIM». Accedido: 17 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://distritobim.com/mediciones-presupuestos-y-mamba-conceptos-basicos-fundamentales/>
- [8] «BIM y el diseño estructural - Konstruedu». Accedido: 25 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://konstruedu.com/es/blog/bim-y-el-diseno-estructural>
- [9] «buildBIM | AEC Solutions | BIM | CLBuildBIM». Accedido: 21 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.buildbim.cl/>
- [10] «Consultoría, Cursos y Master BIM, y VR, AR y MR | Espacio BIM». Accedido: 21 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.espaciobim.com/>
- [11] «IFC Open BIM Archives - BibLus». Accedido: 25 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://biblus.accasoftware.com/es/category/ifc-open-bim/>
- [12] «Software Autodesk Civil 3D | Obtener precios y comprar el producto Civil 3D 2024 oficial». Accedido: 25 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: https://www.autodesk.es/products/civil-3d/overview?us_oa=forums-us&us_si=aa0152bf-95ee-44b6-b037-34213f326101&us_st=Civil%203D&us_pt=CIV3D&term=1-YEAR&tab=subscription&plc=CIV3D
- [13] «Software para Ingeniería Civil - Istram». Accedido: 25 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://istram.net/>
- [14] KEN KEVIN CAYCO RUEDA, «ANÁLISIS COMPARATIVO DEL SOFTWARE AUTOCAD CIVIL 3D E ISTRAM ISPOL PARA EL DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS DE TERCERA CLASE APLICADO AL PROYECTO MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA VECINAL PUENTE CHICO – SANCARAGRA – CUCHICANCHA – MAL PASO – CHOQUICOCHA – SANTA ROSA – TABLAHUASI – MILPO – QUIULACOCCHA, DISTRITO DE CONCHAMARCA – AMBO – HUÁNUCO», HUÁNUCO – PERÚ, 2020.
- [15] «MAMBA – Mide como quieras». Accedido: 25 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://mamba.bimmate.com/>
- [16] «17. Pliegos de Prescripciones Técnicas Generales | Ministerio de Transportes, Movilidad y Agenda Urbana». Accedido: 25 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.mitma.gob.es/carreteras/normativa-tecnica/17-pliegos-de-prescripciones-tecnicas-generales>

APÉNDICE 1.1. PRESUPUESTO ELABORADO CON MAMBA

C01		TRABAJOS PREVIOS	1.210,23 EUR		
			Cantidad	Precio	Importe
300.0010	m2	DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO POR MEDIOS MECÁNICOS DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO POR MEDIOS MECÁNICOS i/ DESTOCADO, ARRANQUE, CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO O GESTOR AUTORIZADO DE AQUELLOS RESTOS QUE SEA NECESARIO, HASTA UNA DISTANCIA DE 60 km O AL LUGAR DE UTILIZACIÓN DENTRO DE LA OBRA SEA CUAL SEA LA DISTANCIA.	1.346,0400	0,54 EUR	726,86 EUR
301.0040	m2	DEMOLICIÓN DE FIRME O PAVIMENTO EXISTENTE DEMOLICIÓN DE FIRME O PAVIMENTO EXISTENTE DE CUALQUIER TIPO O ESPESOR i/ BAJAS POR RENDIMIENTO POR PASO DE VEHÍCULOS, DEMOLICIÓN DE ACERAS, ISLETAS, BORDILLOS Y TODA CLASE DE PIEZAS ESPECIALES DE PAVIMENTACIÓN, DESESCOMBRO, CARGA Y TRANSPORTE DE MATERIAL DEMOLIDO A GESTOR AUTORIZADO HASTA UNA DISTANCIA DE 60 km.	10,4280	3,68 EUR	38,38 EUR
301.0120	m	LEVANTAMIENTO DE VALLAS METÁLICAS LEVANTAMIENTO DE VALLAS METÁLICAS i/ DESMONTAJE, DEMOLICIÓN, DESESCOMBRO, CARGA Y TRANSPORTE DE MATERIAL DEMOLIDO A GESTOR AUTORIZADO HASTA UNA DISTANCIA DE 60 km.	57,4500	3,60 EUR	206,82 EUR
301.0140	u	FRESADO DE PAVIMENTO BITUMINOSO O DE HORMIGÓN EXISTENTE FRESADO DE PAVIMENTO BITUMINOSO O DE HORMIGÓN EXISTENTE i/ CARGA, BARRIDO, RETIRADA Y TRANSPORTE DE RESIDUOS A LUGAR DE EMPLEO Y/O GESTOR AUTORIZADO HASTA UNA DISTANCIA DE 60 km.	271,9000	0,49 EUR	133,23 EUR
701.0020	u	DESMONTAJE SEÑAL VERTICAL SEÑAL TRIANGULAR DE 175 CM DE LADO, RETRORREFLECTANTE DE CLASE RA2, COLOCADA SOBRE POSTE GALVANIZADO, FIJADO A TIERRA MEDIANTE HORMIGONADO i/ TORNILLERÍA Y ELEMENTOS DE FIJACIÓN Y TRANSPORTE A LUGAR DE EMPLEO.	3,0000	34,98 EUR	104,94 EUR
C02		MOVIMIENTO DE TIERRAS	19.654,77 EUR		
			Cantidad	Precio	Importe
320.0010	m3	EXCAVACIÓN DE TIERRA VEGETAL EXCAVACIÓN DE TIERRA VEGETAL i/ CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO HASTA UNA DISTANCIA DE 5 km O ACOPIO DENTRO DE LA OBRA SEA CUAL SEA LA DISTANCIA, DEPOSITO DE TIERRA VEGETAL EN ZONA ADECUADA PARA SU REUTILIZACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE ACOPIOS, FORMACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS CABALLEROS.	662,7740	2,36 EUR	1.564,15 EUR
320.0020	m3	EXCAVACIÓN EN DESMONTE EN TIERRA CON MEDIOS MECÁNICOS SIN EXPLOSIVOS EXCAVACIÓN EN DESMONTE EN TIERRA CON MEDIOS MECÁNICOS (TIPO EXCAVADORA O SIMILAR) SIN EXPLOSIVOS i/ AGOTAMIENTO Y DRENAJE DURANTE LA EJECUCIÓN, SANEAMIENTO DE DESPRENDIMIENTOS,	2.268,2750	2,24 EUR	5.080,94 EUR

FORMACIÓN, Y PERFILADO DE CUNETAS, REFINO DE TALUDES, CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO HASTA UNA DISTANCIA DE 5 km O AL LUGAR DE UTILIZACIÓN DENTRO DE LA OBRA SEA CUAL SEA LA DISTANCIA.

330.0045	m3	SUELO ADECUADO PROCEDENTE DE YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA PARA FORMACIÓN DE EXPLANADA SUELO ADECUADO PROCEDENTE DE YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA PARA FORMACIÓN DE EXPLANADA EN CORONACIÓN DE TERRAPLÉN Y EN FONDO DE DESMONTES i/ CANON DE PRÉSTAMO, EXCAVACIÓN DEL MATERIAL, CARGA Y TRANSPORTE AL LUGAR DE EMPLEO HASTA UNA DISTANCIA DE 5 km, EXTENDIDO, HUMECTACIÓN, COMPACTACIÓN, TERMINACIÓN Y REFINO DE LA SUPERFICIE DE LA CORONACIÓN Y REFINO DE TALUDES.	228,1520	8,07 EUR	1.841,19 EUR
332.0010	m3	RELLENO LOCALIZADO CON MATERIAL PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA, TRATADO CON CEMENTO EN CUÑAS DE TRANSICIÓN RELLENO LOCALIZADO CON MATERIAL PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA, TRATADO CON CEMENTO EN CUÑAS DE TRANSICIÓN i/ CANON DE MATERIAL Y TRANSPORTE AL LUGAR DE EMPLEO HASTA UNA DISTANCIA DE 5 km.	485,3800	23,00 EUR	11.163,74 EUR
332.0090	m3	RELLENO PARA IMPERMEABILIZACIÓN DE BERMAS CON MATERIAL PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO Y/O CANTERA RELLENO PARA IMPERMEABILIZACIÓN DE BERMAS CON MATERIAL PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO GRANULAR Y/O CANTERA, i/ CARGA Y TRANSPORTE HASTA UNA DISTANCIA DE 5 km, EXTENDIDO Y COMPACTACIÓN, MEDIDO SOBRE PERFIL TEÓRICO	0,8820	5,38 EUR	4,75 EUR

C03	FIRMES Y PAVIMENTOS	14.928,70 EUR
-----	----------------------------	---------------

			Cantidad	Precio	Importe
211.0020	t	BETÚN ASFÁLTICO CONVENCIONAL TIPO 50/70 BETÚN ASFÁLTICO CONVENCIONAL EN MEZCLAS BITUMINOSAS TIPO 50/70	7,1566	650,00 EUR	4.651,79 EUR
510.0010	m3	ZAHORRA ZAHORRA i/ TRANSPORTE, EXTENSIÓN Y COMPACTACIÓN, MEDIDA SOBRE PERFIL TEÓRICO.	136,3420	25,26 EUR	3.444,00 EUR
530.0030	t	EMULSIÓN C60BF4 IMP EN RIEGO DE IMPRIMACIÓN EMULSIÓN C60BF4 IMP EN RIEGO DE IMPRIMACIÓN, BARRIDO Y PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE, TOTALMENTE TERMINADO.	0,7003	496,62 EUR	347,78 EUR
531.0020	t	EMULSIÓN C60B3 ADH EN RIEGOS DE ADHERENCIA O C60B3 CUR EN RIEGOS DE CURADO EMULSIÓN C60B3 ADH EN RIEGOS DE ADHERENCIA O C60B3 CUR EN RIEGOS DE CURADO i/ EL BARRIDO Y LA PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE, TOTALMENTE TERMINADO.	0,6035	588,83 EUR	355,36 EUR
533.0020	m2	DOBLE TRATAMIENTO SUPERFICIAL, CON EMULSIÓN ASFÁLTICA C65B4 TRG DOBLE TRATAMIENTO SUPERFICIAL, CON EMULSIÓN ASFÁLTICA C65B4 TRG Y DOTACIÓN 1,10 kg/m ² Y 0,80	287,9000	2,07 EUR	595,95 EUR

kg/m² CON ÁRIDOS 6/3 Y 12/6 i/ EXTENSIÓN, COMPACTACIÓN, LIMPIEZA Y BARRIDO.

542.0050	t	MBC TIPO AC 22 SURF S, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE TIPO AC 22 SURF S, EXTENDIDA Y COMPACTADA, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL DE APORTACIÓN.	90,8158	27,69 EUR	2.514,69 EUR
542.0080	t	MBC TIPO AC32 BASE S, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE TIPO AC32 BASE S, EXTENDIDA Y COMPACTADA, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL DE APORTACIÓN.	76,0074	27,70 EUR	2.105,40 EUR
542.0140	t	CEMENTO PORTLAND EMPLEADO COMO POLVO MINERAL DE APORTACIÓN CEMENTO PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS Y FABRICACIÓN DE SUELOCEMENTO O GRAVACIMIENTO, PUESTO A PIE DE OBRA	8,0102	100,00 EUR	801,02 EUR
105008	m2	GEOTEXTIL NO TEJIDO DE POLIPROPILENO, GRAMAJES 401 A 500 G/M², COLOCADO Geotextil no tejido de filamentos de polipropileno "virgen", 82nc ha mecánicamente por agujado y calandrado, estabilizados frente a los rayos UV, gramajes de 401 a 500 g/m ² , 82nc hapa8282e a la tracción de 34 KN/m, 82nc hapa8282e estática mediante ensayo tipo CBR según UNE-EN ISO 12236. No incluye solapes. Colocado.	55,2500	2,04 EUR	112,71 EUR

C04

DRENAJE

1.088,31 EUR

			Cantidad	Precio	Importe
400.0010	m3	HORMIGÓN C20/25 EN FORMACIÓN DE CUNETAS i/ ENCOFRADO, FRATASADO, ACABADOS Y JUNTAS SIN INCLUIR EXCAVACIÓN HORMIGÓN C20/25 EN FORMACIÓN DE CUNETAS i/ ENCOFRADO, FRATASADO, ACABADOS Y JUNTAS SIN INCLUIR EXCAVACIÓN	2,8800	100,14 EUR	288,40 EUR
414.0030	m	TUBO DE HORMIGÓN ARMADO DE DIÁMETRO 400 mm CLASE 135 TUBO DE HORMIGÓN ARMADO SOBRE CAMA DE HORMIGÓN C20/25 DE 10 CM DE ESPESOR Y DIÁMETRO 400MM CLASE 135 (UNE-EN1916) CON UNIÓN ELÁSTICA Y JUNTA DE GOMA i/SUMINISTRO, TRANSPORTE A OBRA Y COLOCACIÓN	13,0300	61,39 EUR	799,91 EUR

C05

OBRAS COMPLEMENTARIAS

1.514,39 EUR

			Cantidad	Precio	Importe
915.0010	m	CERRAMIENTO COMPUESTO POR POSTES METÁLICOS Y MALLA DE ACERO GALVANIZADO SIMPLE TORSIÓN CERRAMIENTO DE 2 M DE ALTURA COMPUESTO POR POSTES METÁLICOS CADA 4 M, ARRIOSTRAMIENTO CADA 40 M Y MALLA DE ACERO GALVANIZADO ANUDADA CON DISTANCIA ENTRE LOS HILOS VERTICALES DE 15 CM Y DISTANCIA ENTRE LOS HORIZONTALES CON AUMENTO PROGRESIVO DESDE 5-15 CM EN LA PARTE INFERIOR HASTA 15- 20 CM EN LA SUPERIOR, CON MALLA DE ACERO GALVANIZADO DE REFUERZO TRIPLE TORSIÓN DE 1 M PARA	68,0000	18,84 EUR	1.281,12 EUR

PEQUEÑOS VERTEBRADOS ADOSADA EN LA BASE, ENTERRADAS 20 CM i/ PARTE PROPORCIONAL DE CIMIENTOS, TOTALMENTE COLOCADO. EXCEPTO PUERTAS

915.0020	u	PUERTA PARA CERRAMIENTO DE UNA HOJA, TOTALMENTE COLOCADA PUERTA PARA CERRAMIENTO DE UNA HOJA, TOTALMENTE COLOCADA.	1,0000	233,27 EUR	233,27 EUR
----------	---	---	--------	------------	------------

C06	SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRÁFICO DURANTE LAS OBRAS	4.277,71 EUR
-----	--	--------------

C06.01	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	1.108,01 EUR
--------	-------------------------	--------------

			Cantidad	Precio	Importe
700.0100	m	MARCA VIAL AMARILLA REFLECTANTE, TIPO ACRÍLICA, ANCHO 10 cm MARCA VIAL TIPO II (RW) DE PINTURA AMARILLA REFLECTANTE, TIPO ACRÍLICA DE BASE SOLVENTE, DE 10 cm DE ANCHO i/ LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE, PREMARCAJE Y ELIMINACIÓN POSTERIOR (MEDIDA LA LONGITUD REALMENTE PINTADA).	3.165,7500	0,35 EUR	1.108,01 EUR

C06.02	SEÑALIZACION VERTICAL	1.634,27 EUR
--------	-----------------------	--------------

			Cantidad	Precio	Importe
109003	u	SEÑAL TRIANGULAR TEMPORAL TIPO PELIGRO, 90 CM, COLOCADA Señal de peligro, sin 83nc hapa83, de forma triangular y 90 cm de lado, incluyendo el poste de sustentación, tornillería, excavación y hormigonado.	5,0000	98,17 EUR	490,85 EUR
109013	u	SEÑAL PROHIBICIÓN U OBLIGACIÓN TEMPROAL, Ø 60 CM, COLOCADA Señal de prohibición, restricción u obligación, sin 83nc hapa83, de forma circular y 60 cm de diámetro, incluyendo el poste de sustentación, tornillería, excavación y hormigonado.	12,0000	87,13 EUR	1.045,56 EUR
109021	u	SEÑAL CUADRADA TEMPORAL 60X60 CM, COLOCADA Señal 83nc hapa8383e de indicación, sin 83nc hapa83, de forma cuadrada, de 60 cm de lado, incluyendo el poste de sustentación, tornillería, excavación y hormigonado.	1,0000	97,86 EUR	97,86 EUR

C06.03	BALIZAMIENTO	1.535,43 EUR
--------	--------------	--------------

			Cantidad	Precio	Importe
U05BCN020	u	CONO POLIETILENO REFLECT. 500 mm Cono polietileno reflectante de 500 mm. de diámetro, colocado.	19,0000	28,04 EUR	532,76 EUR
U05BLB010	u	BALIZA INTERMITENTE OBRAS TL-2 Baliza intermitente para obras de color ámbar con célula fotoeléctrica, TL-2, colocada.	4,0000	51,67 EUR	206,68 EUR

U05BP010	u	PANEL DIRECCIONAL 160x40 cm, CON CLASE RA2 Panel direccional de 160x40 cm y retroreflectancia clase RA2 i/ tornillería, elementos de fijación, postes y cimentación y transporte a lugar de empleo.	3,0000	265,33 EUR	795,99 EUR
C07		SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO			3.272,50 EUR
C07.01		SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL			1.120,23 EUR
			Cantidad	Precio	Importe
700.0040	m	MARCA VIAL BLANCA REFLECTANTE, TIPO ACRÍLICA, ANCHO 10 cm MARCA VIAL DE TIPO II (RW), DE PINTURA BLANCA REFLECTANTE, TIPO ACRÍLICA DE BASE SOLVENTE DE 10 cm DE ANCHO SIN RESALTES i/ LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE Y PREMARCAJE (MEDIDA LA LONGITUD REALMENTE PINTADA).	3.205,0740	0,33 EUR	1.057,67 EUR
700.0050	m	MARCA VIAL BLANCA REFLECTANTE, TIPO ACRÍLICA, ANCHO 30 cm MARCA VIAL DE TIPO II (RW), DE PINTURA BLANCA REFLECTANTE, TIPO ACRÍLICA DE BASE SOLVENTE DE 15 cm DE ANCHO SIN RESALTES i/ LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE Y PREMARCAJE (MEDIDA LA LONGITUD REALMENTE PINTADA).	9,3150	0,40 EUR	3,73 EUR
700.0060	m	MARCA VIAL BLANCA REFLECTANTE, TIPO ACRÍLICA, ANCHO 40 cm MARCA VIAL DE TIPO II (RW), DE PINTURA BLANCA REFLECTANTE, TIPO ACRÍLICA DE BASE SOLVENTE DE 20 cm DE ANCHO SIN RESALTES i/ LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE Y PREMARCAJE (MEDIDA LA LONGITUD REALMENTE PINTADA).	15,0000	0,48 EUR	7,20 EUR
700.0130	m2	MARCA VIAL BLANCA REFLECTANTE, TIPO ACRÍLICA, EN SÍMBOLOS MARCA VIAL DE TIPO II (RW), DE PINTURA BLANCA REFLECTANTE, TIPO ACRÍLICA DE BASE SOLVENTE, EN SÍMBOLOS Y CEBREADOS i/ LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE Y PREMARCAJE (MEDIDA LA SUPERFICIE REALMENTE PINTADA).	6,9300	7,45 EUR	51,63 EUR
C07.02		SEÑALIZACIÓN VERTICAL			2.131,60 EUR
			Cantidad	Precio	Importe
109010	u	SEÑAL TRIANGULAR TIPO PELIGRO, REFLECTANTE 60 CM, COLOCADA Señal de peligro, reflectante, de forma triangular y 60 cm de lado, incluyendo el poste de sustentación, tornillería, excavación y hormigonado.	3,0000	88,35 EUR	265,05 EUR
109018	u	SEÑAL PROHIBICIÓN U OBLIGACIÓN, REFLECTANTE, Ø 60 CM, COLOCADA Señal de prohibición, restricción u obligación, reflectante, de forma circular y 60 cm de diámetro, incluyendo el poste de sustentación, tornillería, excavación y hormigonado.	6,0000	95,36 EUR	572,16 EUR
109020	u	SEÑAL STOP, REFLECTANTE, Ø 60 CM, COLOCADA	1,0000	99,13 EUR	99,13 EUR

Señal de STOP, reflectante, de forma circular y 60 cm de diámetro, incluyendo el poste de sustentación, tornillería, excavación y hormigonado.

U05VCC010	m2	CARTEL TIPO FLECHA EN CHAPA DE ACERO GALVANIZADO, CON RA2 Cartel tipo 85nc ha 85nc hapa de acero galvanizado, retrorreflectante clase RA2, i/ tornillería, elementos de fijación, postes y cimentación y transporte a lugar de empleo.	3,2782	364,61 EUR	1.195,26 EUR
-----------	----	--	--------	------------	--------------

C07.03	BALIZAMIENTO	20,67 EUR
--------	--------------	-----------

			Cantidad	Precio	Importe
702.0020	u	CAPTAFARO HORIZONTAL CON REFLECTANCIA A DOS CARAS CAPTAFARO HORIZONTAL CON REFLECTANCIA A DOS CARAS.	3,0000	6,89 EUR	20,67 EUR

C08	RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA	224,78 EUR
-----	---------------------------	------------

			Cantidad	Precio	Importe
801.0060	m3	EXTENSIÓN DE TIERRA VEGETAL DE LA PROPIA OBRA EN TALUDES ACOPIO, MANTENIMIENTO, CARGA, TRANSPORTE Y EXTENSIÓN DE TIERRA VEGETAL DE LA PROPIA OBRA EN TALUDES.	155,0220	1,45 EUR	224,78 EUR

C09	GESTIÓN DE RESIDUOS	11.548,18 EUR
-----	---------------------	---------------

			Cantidad	Precio	Importe
PA_09	u	PA GESTIÓN DE RESIDUOS	1,0000	11.548,18 EUR	11.548,18 EUR

C10	SEGURIDAD Y SALUD	4.733,72 EUR
-----	-------------------	--------------

			Cantidad	Precio	Importe
PA_10	u	PA SEGURIDAD Y SALUD	1,0000	4.733,72 EUR	4.733,72 EUR

Total Presupuesto de Ejecución Material: **62.453,29 EUR**

APÉNDICE 1.2. PRESUPUESTO ELABORADO CON PRESTO

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PROYECTO DE CONSTRUCCION DE NUEVO ACCESO MD PK 15+853, CA-8200

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO C01 TRABAJOS PRELIMINARES									
300.0010	m2 DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO POR MEDIOS MECÁNICOS DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO POR MEDIOS MECÁNICOS i/ DESTOCONADO, ARRANQUE, CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO O GESTOR AUTORIZADO DE AQUELLOS RESTOS QUE SEA NECESARIO, HASTA UNA DISTANCIA DE 60 km O AL LUGAR DE UTILIZACIÓN DENTRO DE LA OBRA SEA CUAL SEA LA DISTANCIA. S/L Desbroce	1	1.346,0400			1.346,0400			
							1.346,0400	0,540	726,86
301.0140	m2/cFRESADO DE PAVIMENTO BITUMINOSO O DE HORMIGÓN EXISTENTE FRESADO DE PAVIMENTO BITUMINOSO O DE HORMIGÓN EXISTENTE i/ CARGA, BARRIDO, RETIRADA Y TRANSPORTE DE RESIDUOS A LUGAR DE EMPLEO Y/O GESTOR AUTORIZADO HASTA UNA DISTANCIA DE 60 km. S/L (2,9 m3 e= 5 cm)	1	2,9000	5,0000	20,0000	290,0000			
							290,0000	0,490	142,10
301.0120	m LEVANTAMIENTO DE VALLAS METÁLICAS LEVANTAMIENTO DE VALLAS METÁLICAS i/ DESMONTAJE, DEMOLICIÓN, DESESCOMBRO, CARGA Y TRANSPORTE DE MATERIAL DEMOLIDO A GESTOR AUTORIZADO HASTA UNA DISTANCIA DE 60 km. S/P Vallado 1 Vallado 2	1	33,8300			33,8300			
		1	23,6200			23,6200			
							57,4500	3,600	206,82
301.0040	m2 DEMOLICIÓN DE FIRME O PAVIMENTO EXISTENTE DEMOLICIÓN DE FIRME O PAVIMENTO EXISTENTE DE CUALQUIER TIPO O ESPESOR i/ BAJAS POR RENDIMIENTO POR PASO DE VEHÍCULOS, DEMOLICIÓN DE ACERAS, ISLETAS, BORDILLOS Y TODA CLASE DE PIEZAS ESPECIALES DE PAVIMENTACIÓN, DESESCOMBRO, CARGA Y TRANSPORTE DE MATERIAL DEMOLIDO A GESTOR AUTORIZADO HASTA UNA DISTANCIA DE 60 km. S/L	1	10,4800			10,4800			
							10,4800	3,680	38,57
701.0020	Ud DESMONTAJE SEÑAL VERTICAL SEÑAL TRIANGULAR DE 175 CM DE LADO, RETRORREFLECTANTE DE CLASE RA2, COLOCADA SOBRE POSTE GALVANIZADO, FIJADO A TIERRA MEDIANTE HORMIGONADO i/ TORNILLERÍA Y ELEMENTOS DE FIJACIÓN Y TRANSPORTE A LUGAR DE EMPLEO. S/P R-500 R-305	1				1,0000			
		2				2,0000			
							3,0000	34,980	104,94
TOTAL CAPÍTULO C01 TRABAJOS PRELIMINARES.....									1.219,29

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PROYECTO DE CONSTRUCCION DE NUEVO ACCESO MD PK 15+853, CA-8200

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO C02 MOVIMIENTOS DE TIERRAS									
320.0010	m3 EXCAVACIÓN DE TIERRA VEGETAL EXCAVACIÓN DE TIERRA VEGETAL i/ CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO HASTA UNA DISTANCIA DE 5 km O ACOPIO DENTRO DE LA OBRA SEA CUAL SEA LA DISTANCIA, DEPOSITO DE TIERRA VEGETAL EN ZONA ADECUADA PARA SU REUTILIZACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE ACOPIOS, FORMACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS CABALLEROS. S/L	1	663,2000			663,2000			
							663,2000	2,360	1.565,15
320.0020	m3 EXCAVACIÓN EN DESMONTE EN TIERRA CON MEDIOS MECÁNICOS SIN EXPLOS EXCAVACIÓN EN DESMONTE EN TIERRA CON MEDIOS MECÁNICOS (TIPO EXCAVADORA O SIMILAR) SIN EXPLOSIVOS i/ AGOTAMIENTO Y DRENAJE DURANTE LA EJECUCIÓN, SANEAMIENTO DE DESPRENDIMIENTOS, FORMACIÓN, Y PERFILADO DE CUNETAS, REFINO DE TALUDES, CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO HASTA UNA DISTANCIA DE 5 km O AL LUGAR DE UTILIZACIÓN DENTRO DE LA OBRA SEA CUAL SEA LA DISTANCIA. S/L	1	2.269,3000			2.269,3000			
							2.269,3000	2,240	5.083,23
332.0010	m3 RELLENO PARA IMPERMEABILIZACIÓN DE BERMAS CON MATERIAL PROCEDENT RELLENO LOCALIZADO CON MATERIAL PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA, TRATADO CON CEMENTO EN CUÑAS DE TRANSICIÓN i/ CANON DE MATERIAL Y TRANSPORTE AL LUGAR DE EMPLEO HASTA UNA DISTANCIA DE 5 km. S/L Bermas	1	0,9000			0,9000			
							0,9000	5,380	4,84
332.0090	m3 RELLENO LOCALIZADO CON MATERIAL PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIEN RELLENO PARA IMPERMEABILIZACIÓN DE BERMAS CON MATERIAL PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO GRANULAR Y/O CANTERA, i/ CARGA Y TRANSPORTE HASTA UNA DISTANCIA DE 5 km, EXTENDIDO Y COMPACTACIÓN, MEDIDO SOBRE PERFIL TEÓRICO S/L Terraplén Relleno saneo	1	24,6000			24,6000			
		1	461,1000			461,1000			
							485,7000	23,000	11.171,10
330.0045	m3 SUELO ADECUADO PROCEDENTE DE YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA PARA SUELO ADECUADO PROCEDENTE DE YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA PARA FORMACIÓN DE EXPLANADA EN CORONACIÓN DE TERRAPLÉN Y EN FONDO DE DESMONTE i/ CANON DE PRÉSTAMO, EXCAVACIÓN DEL MATERIAL, CARGA Y TRANSPORTE AL LUGAR DE EMPLEO HASTA UNA DISTANCIA DE 5 km, EXTENDIDO, HUMECTACIÓN, COMPACTACIÓN, TERMINACIÓN Y REFINO DE LA SUPERFICIE DE LA CORONACIÓN Y REFINO DE TALUDES. S/L	1	228,2000			228,2000			
							228,2000	8,070	1.841,57
TOTAL CAPÍTULO C02 MOVIMIENTOS DE TIERRAS									19.665,89

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PROYECTO DE CONSTRUCCION DE NUEVO ACCESO MD PK 15+853, CA-8200

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
		1	55,2500	1,0000		55,2500			
							55,2500	2,040	112,71
533.0020	m2 DOBLE TRATAMIENTO SUPERFICIAL, CON EMULSIÓN ASFÁLTICA C65B4 TRG								
	DOBLE TRATAMIENTO SUPERFICIAL, CON EMULSIÓN ASFÁLTICA C65B4 TRG Y DOTACIÓN 1,10 kg/m ² Y 0,80 kg/m ² CON ÁRIDOS 6/3 Y 12/6 i/ EXTENSIÓN, COMPACTACIÓN, LIMPIEZA Y BARRIDO.								
	S/L								
	RIEGO SOBRE ZAHORRA	1	739,8000			739,8000			
	RIEGO DE IMPIRMACIÓN	-1	451,9000			-451,9000			
							287,9000	2,070	595,95
	TOTAL CAPÍTULO C03 FIRMES Y PAVIMENTOS.....								14.898,64

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PROYECTO DE CONSTRUCCION DE NUEVO ACCESO MD PK 15+853, CA-8200

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO C04 DRENAJE									
414.0030	m TUBO DE HORMIGÓN ARMADO DE DIÁMETRO 400 mm CLASE 135 TUBO DE HORMIGÓN ARMADO SOBRE CAMA DE HORMIGÓN C20/25 DE 10 CM DE ESPESOR Y DIÁMETRO 400MM CLASE 135 (UNE-EN1916) CON UNIÓN ELÁSTICA Y JUNTA DE GOMA i/SUMINISTRO, TRANSPORTE A OBRA Y COLOCACIÓN S/P	1	13,0300			13,0300			
							13,0300	61,390	799,91
400.0010	m3 HORMIGÓN C20/25 EN FORMACIÓN DE CUNETA i/ ENCOFRADO, FRATASADO, HORMIGÓN C20/25 EN FORMACIÓN DE CUNETA i/ ENCOFRADO, FRATASADO, ACABADOS Y JUNTAS SIN INCLUIR EXCAVACIÓN S/P Cuneta triangular 1:1 calado 0,3 m	1	41,1430	0,0700		2,8800			
							2,8800	100,140	288,40
TOTAL CAPÍTULO C04 DRENAJE.....									1.088,31

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PROYECTO DE CONSTRUCCION DE NUEVO ACCESO MD PK 15+853, CA-8200

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO C05 OBRAS COMPLEMENTARIAS									
915.0010	m CERRAMIENTO COMPUESTO POR POSTES METÁLICOS Y MALLA DE ACERO GALV CERRAMIENTO DE 2 M DE ALTURA COMPUESTO POR POSTES METÁLICOS CADA 4 M, ARRIOSTRAMIENTO CADA 40 M Y MALLA DE ACERO GALVANIZADO ANUDADA CON DISTANCIA ENTRE LOS HILOS VERTICALES DE 15 CM Y DISTANCIA ENTRE LOS HORIZONTALES CON AUMENTO PROGRESIVO DESDE 5-15 CM EN LA PARTE INFERIOR HASTA 15- 20 CM EN LA SUPERIOR, CON MALLA DE ACERO GALVANIZADO DE REFUERZO TRIPLE TORSIÓN DE 1 M PARA PEQUEÑOS VERTEBRADOS ADOSADA EN LA BASE, ENTERRADAS 20 CM i/ PARTE PROPORCIONAL DE CIMENTOS, TOTALMENTE COLOCADO. EXCEPTO PUERTAS S/P Cerramiento	1	68,0000			68,0000			
							68,0000	18,840	1.281,12
915.0020	UD PUERTA PARA CERRAMIENTO DE UNA HOJA, TOTALMENTE COLOCADA PUERTA PARA CERRAMIENTO DE UNA HOJA, TOTALMENTE COLOCADA. S/P Puerta	1				1,0000			
							1,0000	233,270	233,27
TOTAL CAPÍTULO C05 OBRAS COMPLEMENTARIAS									1.514,39

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PROYECTO DE CONSTRUCCION DE NUEVO ACCESO MD PK 15+853, CA-8200

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
CAPÍTULO C06 SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRÁFICO DURANTE LAS OBRAS									
SUBCAPÍTULO C061_1 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL									
700.0100.	m MARCA VIAL AMARILLA REFLECTANTE, TIPO ACRÍLICA, ANCHO 10 cm								
	MARCA VIAL TIPO II (RW) DE PINTURA AMARILLA REFLECTANTE, TIPO ACRÍLICA DE BASE SOLVENTE, DE 10 cm DE ANCHO i/ LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE, PREMARCAJE Y ELIMINACIÓN POSTERIOR (MEDIDA LA LONGITUD REALMENTE PINTADA).								
	S/P								
	M-2.2	1	1.055,2500				1.055,2500		
	M-2.6	2	1.055,2500				2.110,5000		
							3.165,7500	0,350	1.108,01
	TOTAL SUBCAPÍTULO C061_1 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL ..								1.108,01
SUBCAPÍTULO C061_2 SEÑALIZACIÓN VERTICAL									
I09003	ud SEÑAL TRIANGULAR TEMPORAL TIPO PELIGRO, 90 CM, COLOCADA								
	Señal de peligro, sin reflectar, de forma triangular y 90 cm de lado, incluyendo el poste de sustentación, tornillería, excavación y hormigonado.								
	S/P								
	TR-5	1					1,0000		
	TR-301	4					4,0000		
	TR-305	4					4,0000		
	TR-500	2					2,0000		
	R-401b	1					1,0000		
							12,0000	87,130	1.045,56
I09013	ud SEÑAL PROHIBICIÓN U OBLIGACIÓN TEMPROAL, Ø 60 CM, COLOCADA								
	Señal de prohibición, restricción u obligación, sin reflectar, de forma circular y 60 cm de diámetro, incluyendo el poste de sustentación, tornillería, excavación y hormigonado.								
	S/P								
	TP-17a	1					1,0000		
	TP-18	4					4,0000		
							5,0000	98,170	490,85
I09021	ud SEÑAL CUADRADA TEMPORAL 60X60 CM, COLOCADA								
	Señal informativa de indicación, sin reflectar, de forma cuadrada, de 60 cm de lado, incluyendo el poste de sustentación, tornillería, excavación y hormigonado.								
	S/P								
	R-6	1					1,0000		
							1,0000	97,860	97,86
	TOTAL SUBCAPÍTULO C061_2 SEÑALIZACIÓN VERTICAL								1.634,27

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PROYECTO DE CONSTRUCCION DE NUEVO ACCESO MD PK 15+853, CA-8200

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO C061_3 BALIZAMIENTO									
U05BCN020	ud CONO POLIETILENO REFLECT. 500 mm								
	Cono polietileno reflectante de 500 mm. de diámetro, colocado.								
	S/P								
	TB-6	19				19,0000			
							19,0000	28,040	532,76
U05BP010	ud PANEL DIRECCIONAL 160x40 cm, CON CLASE RA2								
	Panel direccional de 160x40 cm y retroreflectancia clase RA2 i/ tornillería, elementos de fijación, postes y cimentación y transporte a lugar de empleo.								
	S/P								
	TB-2	3				3,0000			
							3,0000	265,330	795,99
U05BLB010	ud BALIZA INTERMITENTE OBRAS TL-2								
	Baliza intermitente para obras de color ámbar con célula fotoeléctrica, TL-2, colocada.								
	S/P								
	TL-2	4				4,0000			
							4,0000	51,670	206,68
TOTAL SUBCAPÍTULO C061_3 BALIZAMIENTO									1.535,43
TOTAL CAPÍTULO C06 SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRÁFICO DURANTE LAS OBRAS									4.277,71

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PROYECTO DE CONSTRUCCION DE NUEVO ACCESO MD PK 15+853, CA-8200

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE	
CAPÍTULO C07 SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO										
SUBCAPÍTULO C071_ SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL										
700.0040	m MARCA VIAL BLANCA REFLECTANTE, TIPO ACRÍLICA, ANCHO 10 cm									
	MARCA VIAL DE TIPO II (RW), DE PINTURA BLANCA REFLECTANTE, TIPO ACRÍLICA DE BASE SOLVENTE DE 10 cm DE ANCHO SIN RESALTES i/ LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE Y PREMARCAJE (MEDIDA LA LONGITUD REALMENTE PINTADA).									
	S/P									
	M-1.9 ACCESO	1	10,3040						10,3040	
	M-2.2 ACCESO	1	53,7200						53,7200	
	M-2.2 REPOSICION	1	1.055,2500						1.055,2500	
	acceso	-1	55,2500						-55,2500	
	prohibición adelantamiento	-2	150,0000						-300,0000	
	M-2.2 PROH. ADELANTA	2	150,0000						300,0000	
	M-2.6 ACCESO	1	142,5500						142,5500	
	M-2.6 REPOSICIÓN	2	1.055,2500						2.110,5000	
	acceso MI	-1	56,0000						-56,0000	
	acceso MD	-1	56,0000						-56,0000	
								3,205,0740	0,330	1.057,67
700.0050	m MARCA VIAL BLANCA REFLECTANTE, TIPO ACRÍLICA, ANCHO 30 cm									
	MARCA VIAL DE TIPO II (RW), DE PINTURA BLANCA REFLECTANTE, TIPO ACRÍLICA DE BASE SOLVENTE DE 15 cm DE ANCHO SIN RESALTES i/ LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE Y PREMARCAJE (MEDIDA LA LONGITUD REALMENTE PINTADA).									
	.									
	S/P									
	M-1.7	1	18,6300	0,5000					9,3150	
								9,3150	0,400	3,73
700.0060	m MARCA VIAL BLANCA REFLECTANTE, TIPO ACRÍLICA, ANCHO 40 cm									
	MARCA VIAL DE TIPO II (RW), DE PINTURA BLANCA REFLECTANTE, TIPO ACRÍLICA DE BASE SOLVENTE DE 20 cm DE ANCHO SIN RESALTES i/ LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE Y PREMARCAJE (MEDIDA LA LONGITUD REALMENTE PINTADA).									
	S/P									
	M-4.1	1	15,0000						15,0000	
								15,0000	0,480	7,20
700.0130	m2 MARCA VIAL BLANCA REFLECTANTE, TIPO ACRÍLICA, EN SÍMBOLOS									
	MARCA VIAL DE TIPO II (RW), DE PINTURA BLANCA REFLECTANTE, TIPO ACRÍLICA DE BASE SOLVENTE, EN SÍMBOLOS Y CEBREADOS i/ LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE Y PREMARCAJE (MEDIDA LA SUPERFICIE REALMENTE PINTADA).									
	S/P									
	M-6.4	1	1,2300						1,2300	
	M-5.1.1	2	1,2000						2,4000	
	M-5.1.3	1	3,3000						3,3000	
								6,9300	7,450	51,63
TOTAL SUBCAPÍTULO C071_ SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL									1.120,23	

PRESUPUESTO Y MEDICIONES

PROYECTO DE CONSTRUCCION DE NUEVO ACCESO MD PK 15+853, CA-8200

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD	PRECIO	IMPORTE
SUBCAPÍTULO C071_2 SEÑALIZACIÓN VERTICAL									
I09018	ud SEÑAL PROHIBICIÓN U OBLIGACIÓN, REFLECTANTE, Ø 60 CM, COLOCADA								
	Señal de prohibición, restricción u obligación, reflectante, de forma circular y 60 cm de diámetro, incluyendo el poste de sustentación, tornillería, excavación y hormigonado.								
	S/P								
	R-301	2					2,0000		
	R-305	4					4,0000		
							6,0000	95,360	572,16
I09010	ud SEÑAL TRIANGULAR TIPO PELIGRO, REFLECTANTE 60 CM, COLOCADA								
	Señal de peligro, reflectante, de forma triangular y 60 cm de lado, incluyendo el poste de sustentación, tornillería, excavación y hormigonado.								
	S/P								
	P-1a	1					1,0000		
	P-1b	1					1,0000		
	P-25	1					1,0000		
							3,0000	88,350	265,05
I09020	ud SEÑAL STOP, REFLECTANTE, Ø 60 CM, COLOCADA								
	Señal de STOP, reflectante, de forma circular y 60 cm de diámetro, incluyendo el poste de sustentación, tornillería, excavación y hormigonado.								
	S/P								
	R-2	1					1,0000		
							1,0000	99,130	99,13
U05VCC010	m2 CARTEL TIPO FLECHA EN CHAPA DE ACERO GALVANIZADO, CON RA2								
	Cartel tipo flecha en chapa de acero galvanizado, retrorreflectante clase RA2, i/ tornillería, elementos de fijación, postes y cimentación y transporte a lugar de empleo.								
	S/P								
	S-300	2	2,2000	0,5500			2,4200		
	-esquina	-2			0,0987		-0,1974		
	S-300	2	1,4500	0,4000			1,1600		
	-esquina	-2			0,0522		-0,1044		
							3,2782	364,610	1.195,26
	TOTAL SUBCAPÍTULO C071_2 SEÑALIZACIÓN VERTICAL								2.131,60
SUBCAPÍTULO C071_3 BALIZAMIENTO									
702.0020	ud CAPTAFARO HORIZONTAL CON REFLECTANCIA A DOS CARAS								
	CAPTAFARO HORIZONTAL CON REFLECTANCIA A DOS CARAS.								
	S/P								
	Captafaro	3					3,0000		
							3,0000	6,890	20,67
	TOTAL SUBCAPÍTULO C071_3 BALIZAMIENTO								20,67
	TOTAL CAPÍTULO C07 SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO.....								3.272,50

APÉNDICE 2.1 RESUMEN DE PRESUPUESTO ELABORADO CON MAMBA

Cap.	Resumen	Importe	%
C01	TRABAJOS PREVIOS	1.210,23 EUR	1,94 %
C02	MOVIMIENTO DE TIERRAS	19.654,77 EUR	31,47 %
C03	FIRMES Y PAVIMENTOS	14.928,70 EUR	23,90 %
C04	DRENAJE	1.088,31 EUR	1,74 %
C05	OBRAS COMPLEMENTARIAS	1.514,39 EUR	2,42 %
C06	SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRÁFICO DURANTE LAS OBRAS	4.277,71 EUR	6,85 %
C07	SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO	3.272,50 EUR	5,24 %
C08	RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA	224,78 EUR	0,36 %
C09	GESTIÓN DE RESIDUOS	11.548,18 EUR	18,49 %
C10	SEGURIDAD Y SALUD	4.733,72 EUR	7,58 %

Total Presupuesto de Ejecución Material...62.453,29 EUR

13,00 % G. Generales 8.118,93 EUR

6,00 % B. Industrial 3.747,20 EUR

Total Presupuesto Base de Licitación...74.319,42 EUR

21,00 % I.V.A. 15.607,08 EUR

Total Presupuesto de Licitación...89.926,50 EUR

Asciende el presupuesto de licitación a la expresada cantidad de **ochenta y nueve mil novecientos veintiséis euros con cincuenta céntimos (89.926,50 EUR)**

En Sevilla. 2024

APÉNDICE 2.2 RESUMEN DE PRESUPUESTO ELABORADO CON PRESTO

RESUMEN DE PRESUPUESTO

PROYECTO DE CONSTRUCCION DE NUEVO ACCESO MD PK 15+853, CA-8200

CAPITULO	RESUMEN	EUROS	%
C01	TRABAJOS PRELIMINARES.....	1.219,29	1,95
C02	MOVIMIENTOS DE TIERRAS.....	19.665,89	31,49
C03	FIRMES Y PAVIMENTOS.....	14.898,64	23,86
C04	DRENAJE.....	1.088,31	1,74
C05	OBRAS COMPLEMENTARIAS.....	1.514,39	2,43
C06	SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRÁFICO DURANTE LAS OBRAS.....	4.277,71	6,85
C07	SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO.....	3.272,50	5,24
C08	RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA.....	224,78	0,36
C09	GESTIÓN DE RESIDUOS.....	11.548,18	18,49
C10	SEGURIDAD Y SALUD.....	4.733,72	7,58
	TOTAL EJECUCIÓN MATERIAL	62.443,41	
	13,00 % Gastos generales.....	8.117,64	
	6,00 % Beneficio industrial.....	3.746,60	
	SUMA DE G.G. y B.I.	11.864,24	
	21,00 % I.V.A.....	15.604,61	
	TOTAL PRESUPUESTO CONTRATA	89.912,26	
	TOTAL PRESUPUESTO GENERAL	89.912,26	

Asciende el presupuesto general a la expresada cantidad de OCHENTA Y NUEVE MIL NOVECIENTOS DOCE EUROS con VEINTISEIS CÉNTIMOS

APÉNDICE 3.1 MEDICIONES ELABORADAS CON MAMBA

300.0010	DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO POR MEDIOS MECÁNICOS	1.346,040000 m2
-----------------	--	------------------------

DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO POR MEDIOS MECÁNICOS i/ DESTOCÓNADO, ARRANQUE, CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO O GESTOR AUTORIZADO DE AQUELLOS RESTOS QUE SEA NECESARIO, HASTA UNA DISTANCIA DE 60 km O AL LUGAR DE UTILIZACIÓN DENTRO DE LA OBRA SEA CUAL SEA LA DISTANCIA.

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
--------------	---	----------	----------	----------	----------	----------------

301.0040	DEMOLICIÓN DE FIRME O PAVIMENTO EXISTENTE	10,428000 m2
-----------------	--	---------------------

DEMOLICIÓN DE FIRME O PAVIMENTO EXISTENTE DE CUALQUIER TIPO O ESPESOR i/ BAJAS POR RENDIMIENTO POR PASO DE VEHÍCULOS, DEMOLICIÓN DE ACERAS, ISLETAS, BORDILLOS Y TODA CLASE DE PIEZAS ESPECIALES DE PAVIMENTACIÓN, DESESCOMBRO, CARGA Y TRANSPORTE DE MATERIAL DEMOLIDO A GESTOR AUTORIZADO HASTA UNA DISTANCIA DE 60 km.

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
DEMOLICION	1,000	1,000	10,428			10,428

301.0120	LEVANTAMIENTO DE VALLAS METÁLICAS	57,450000 m
-----------------	--	--------------------

LEVANTAMIENTO DE VALLAS METÁLICAS i/ DESMONTAJE, DEMOLICIÓN, DESESCOMBRO, CARGA Y TRANSPORTE DE MATERIAL DEMOLIDO A GESTOR AUTORIZADO HASTA UNA DISTANCIA DE 60 km.

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
--------------	---	----------	----------	----------	----------	----------------

301.0140	FRESADO DE PAVIMENTO BITUMINOSO O DE HORMIGÓN EXISTENTE	271,900000 u
-----------------	--	---------------------

FRESADO DE PAVIMENTO BITUMINOSO O DE HORMIGÓN EXISTENTE i/ CARGA, BARRIDO, RETIRADA Y TRANSPORTE DE RESIDUOS A LUGAR DE EMPLEO Y/O GESTOR AUTORIZADO HASTA UNA DISTANCIA DE 60 km.

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
FRESADO	1,000	1,000	271,900			

701.0020	DESMONTAJE SEÑAL VERTICAL	3,000000 u
-----------------	----------------------------------	-------------------

SEÑAL TRIANGULAR DE 175 CM DE LADO, RETRORREFLECTANTE DE CLASE RA2, COLOCADA SOBRE POSTE GALVANIZADO, FIJADO A TIERRA MEDIANTE HORMIGONADO i/ TORNILLERÍA Y ELEMENTOS DE FIJACIÓN Y TRANSPORTE A LUGAR DE EMPLEO.

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
--------------	---	----------	----------	----------	----------	----------------

C02

MOVIMIENTO DE TIERRAS

320.0010	EXCAVACIÓN DE TIERRA VEGETAL	662,774000 m3
-----------------	-------------------------------------	----------------------

EXCAVACIÓN DE TIERRA VEGETAL *i*/ CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO HASTA UNA DISTANCIA DE 5 km O ACOPIO DENTRO DE LA OBRA SEA CUAL SEA LA DISTANCIA, DEPOSITO DE TIERRA VEGETAL EN ZONA ADECUADA PARA SU REUTILIZACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE ACOPIOS, FORMACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS CABALLEROS.

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
VEGETAL	1,000	1,000	662,774			662,774

320.0020	EXCAVACIÓN EN DESMONTE EN TIERRA CON MEDIOS MECÁNICOS SIN EXPLOSIVOS	2.268,275000 m3
-----------------	---	------------------------

EXCAVACIÓN EN DESMONTE EN TIERRA CON MEDIOS MECÁNICOS (TIPO EXCAVADORA O SIMILAR) SIN EXPLOSIVOS *i*/ AGOTAMIENTO Y DRENAJE DURANTE LA EJECUCIÓN, SANEAMIENTO DE DESPRENDIMIENTOS, FORMACIÓN, Y PERFILADO DE CUNETAS, REFINO DE TALUDES, CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO HASTA UNA DISTANCIA DE 5 km O AL LUGAR DE UTILIZACIÓN DENTRO DE LA OBRA SEA CUAL SEA LA DISTANCIA.

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
D TIERRA	1,000	1,000	2.268,275			2.268,275

330.0045	SUELO ADECUADO PROCEDENTE DE YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA PARA FORMACIÓN DE EXPLANADA	228,152000 m3
-----------------	---	----------------------

SUELO ADECUADO PROCEDENTE DE YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA PARA FORMACIÓN DE EXPLANADA EN CORONACIÓN DE TERRAPLÉN Y EN FONDO DE DESMONTE *i*/ CANON DE PRÉSTAMO, EXCAVACIÓN DEL MATERIAL, CARGA Y TRANSPORTE AL LUGAR DE EMPLEO HASTA UNA DISTANCIA DE 5 km, EXTENDIDO, HUMECTACIÓN, COMPACTACIÓN, TERMINACIÓN Y REFINO DE LA SUPERFICIE DE LA CORONACIÓN Y REFINO DE TALUDES.

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
S ADECUADO S1	1,000	1,000	228,152			228,152

332.0010	RELLENO LOCALIZADO CON MATERIAL PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA, TRATADO CON CEMENTO EN CUÑAS DE TRANSICIÓN	485,380000 m3
-----------------	--	----------------------

RELLENO LOCALIZADO CON MATERIAL PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA, TRATADO CON CEMENTO EN CUÑAS DE TRANSICIÓN *i*/ CANON DE MATERIAL Y TRANSPORTE AL LUGAR DE EMPLEO HASTA UNA DISTANCIA DE 5 km.

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
S TOLERABLE S0	1,000	1,000	485,380			485,380

332.0090	RELLENO PARA IMPERMEABILIZACIÓN DE BERMAS CON MATERIAL PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO Y/O CANTERA	0,882000 m3
-----------------	--	--------------------

RELLENO PARA IMPERMEABILIZACIÓN DE BERMAS CON MATERIAL PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO GRANULAR Y/O CANTERA, *i*/ CARGA Y TRANSPORTE HASTA UNA DISTANCIA DE 5 km, EXTENDIDO Y COMPACTACIÓN, MEDIDO SOBRE PERFIL TEÓRICO

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
Firmes	1,000	1,000	0,882			0,882

211.0020	BETÚN ASFÁLTICO CONVENCIONAL TIPO 50/70	7,156600 t
-----------------	--	-------------------

BETÚN ASFÁLTICO CONVENCIONAL EN MEZCLAS BITUMINOSAS TIPO 50/70

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
Firmes	1,000	1,000	7,157			

510.0010	ZAHORRA	136,342000 m3
-----------------	----------------	----------------------

ZAHORRA \bar{v} TRANSPORTE, EXTENSIÓN Y COMPACTACIÓN, MEDIDA SOBRE PERFIL TEÓRICO.

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
Firmes	1,000	1,000	136,342			136,342

530.0030	EMULSIÓN C60BF4 IMP EN RIEGO DE IMPRIMACIÓN	0,700300 t
-----------------	--	-------------------

EMULSIÓN C60BF4 IMP EN RIEGO DE IMPRIMACIÓN, BARRIDO Y PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE, TOTALMENTE TERMINADO.

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
Riegos	1,000	1,000	0,700			

531.0020	EMULSIÓN C60B3 ADH EN RIEGOS DE ADHERENCIA O C60B3 CUR EN RIEGOS DE CURADO	0,603500 t
-----------------	---	-------------------

EMULSIÓN C60B3 ADH EN RIEGOS DE ADHERENCIA O C60B3 CUR EN RIEGOS DE CURADO \bar{v} EL BARRIDO Y LA PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE, TOTALMENTE TERMINADO.

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
Riegos	1,000	1,000	0,604			

533.0020	DOBLE TRATAMIENTO SUPERFICIAL, CON EMULSIÓN ASFÁLTICA C65B4 TRG	287,900000 m2
-----------------	--	----------------------

DOBLE TRATAMIENTO SUPERFICIAL, CON EMULSIÓN ASFÁLTICA C65B4 TRG Y DOTACIÓN 1,10 kg/m² Y 0,80 kg/m² CON ÁRIDOS 6/3 Y 12/6 \bar{v} EXTENSIÓN, COMPACTACIÓN, LIMPIEZA Y BARRIDO.

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial

542.0050	MBC TIPO AC22 BIN S, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL	90,815800 t
-----------------	---	--------------------

MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE TIPO AC22 BIN S, EXTENDIDA Y COMPACTADA, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL DE APORTACIÓN.

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
Firmes	1,000	1,000	90,816			

542.0080	MBC TIPO AC32 BASE S, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL	76,007400 t
-----------------	--	--------------------

MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE TIPO AC32 BASE S, EXTENDIDA Y COMPACTADA, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL DE APORTACIÓN.

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
Fimes	1,000	1,000	76,007			

542.0140	CEMENTO PORTLAND EMPLEADO COMO POLVO MINERAL DE APORTACIÓN	8,010200 t
-----------------	---	-------------------

CEMENTO PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS Y FABRICACIÓN DE SUELOCEMENTO O GRAVACIMIENTO, PUESTO A PIE DE OBRA

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
Fimes	1,000	1,000	8,010			

105008	GEOTEXTIL NO TEJIDO DE POLIPROPILENO, GRAMAJES 401 A 500 G/M², COLOCADO	55,250000 m²
---------------	--	---------------------

Geotextil no tejido de filamentos de polipropileno "virgen", unidos mecánicamente por agujado y calandrado, estabilizados frente a los rayos UV, gramajes de 401 a 500 g/m², resistencia a la tracción de 34 KN/m, resistencia estática mediante ensayo tipo CBR según UNE-EN ISO 12236. No incluye solapes. Colocado.

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
-------	---	---	---	---	---	---------

C04 DRENAJE

400.0010	HORMIGÓN C20/25 EN FORMACIÓN DE CUNETA ¡ ENCOFRADO, FRATASADO, ACABADOS Y JUNTAS SIN INCLUIR EXCAVACIÓN	2,880000 m³
-----------------	--	--------------------

HORMIGÓN C20/25 EN FORMACIÓN DE CUNETA ¡ ENCOFRADO, FRATASADO, ACABADOS Y JUNTAS SIN INCLUIR EXCAVACIÓN

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
-------	---	---	---	---	---	---------

414.0030	TUBO DE HORMIGÓN ARMADO DE DIÁMETRO 400 mm CLASE 135	13,030000 m
-----------------	---	--------------------

TUBO DE HORMIGÓN ARMADO SOBRE CAMA DE HORMIGÓN C20/25 DE 10 CM DE ESPESOR Y DIÁMETRO 400MM CLASE 135 (UNE-EN1916) CON UNIÓN ELÁSTICA Y JUNTA DE GOMA ¡SUNIMINISTRO, TRANSPORTE A OBRA Y COLOCACIÓN

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
(OBF1) Tubo HA Día 400 mm	1,000	1,000	13,030			13,030

C05 OBRAS COMPLEMENTARIAS

915.0010	CERRAMIENTO COMPUESTO POR POSTES METÁLICOS Y MALLA DE ACERO GALVANIZADO SIMPLE TORSIÓN	68,000000 m
-----------------	---	--------------------

CERRAMIENTO DE 2 M DE ALTURA COMPUESTO POR POSTES METÁLICOS CADA 4 M, ARRIOSTRAMIENTO CADA 40 M Y MALLA DE ACERO GALVANIZADO ANUDADA CON DISTANCIA ENTRE LOS HILOS VERTICALES DE 15 CM Y DISTANCIA ENTRE LOS HORIZONTALES CON AUMENTO PROGRESIVO DESDE 5-15 CM EN LA PARTE INFERIOR HASTA 15- 20 CM EN LA SUPERIOR, CON MALLA DE ACERO GALVANIZADO DE REFUERZO TRIPLE TORSIÓN DE 1 M PARA PEQUEÑOS VERTEBRADOS ADOSADA EN LA BASE, ENTERRADAS 20 CM ¡ PARTE PROPORCIONAL DE CIMIENTOS, TOTALMENTE COLOCADO. EXCEPTO PUERTAS

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
-------	---	---	---	---	---	---------

915.0020	PUERTA PARA CERRAMIENTO DE UNA HOJA, TOTALMENTE COLOCADA	1,000000 u
-----------------	---	-------------------

PUERTA PARA CERRAMIENTO DE UNA HOJA, TOTALMENTE COLOCADA.

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
-------	---	---	---	---	---	---------

C06 SOLUCIONES PROPUESTAS AL TRÁFICO DURANTE LAS OBRAS

C06.01 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

700.0100	MARCA VIAL AMARILLA REFLECTANTE, TIPO ACRÍLICA, ANCHO 10 cm	3.165,750000 m
-----------------	--	-----------------------

MARCA VIAL TIPO II (RW) DE PINTURA AMARILLA REFLECTANTE, TIPO ACRÍLICA DE BASE SOLVENTE, DE 10 cm DE ANCHO y LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE, PREMARCAJE Y ELIMINACIÓN POSTERIOR (MEDIDA LA LONGITUD REALMENTE PINTADA).

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
-------	---	---	---	---	---	---------

C06.02 SEÑALIZACION VERTICAL

109003	SEÑAL TRIANGULAR TEMPORAL TIPO PELIGRO, 90 CM, COLOCADA	5,000000 u
---------------	--	-------------------

Señal de peligro, sin reflectar, de forma triangular y 90 cm de lado, incluyendo el poste de sustentación, tomillería, excavación y hormigonado.

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
-------	---	---	---	---	---	---------

109013	SEÑAL PROHIBICIÓN U OBLIGACIÓN TEMPROAL, Ø 60 CM, COLOCADA	12,000000 u
---------------	---	--------------------

Señal de prohibición, restricción u obligación, sin reflectar, de forma circular y 60 cm de diámetro, incluyendo el poste de sustentación, tomillería, excavación y hormigonado.

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
-------	---	---	---	---	---	---------

109021	SEÑAL CUADRADA TEMPORAL 60X60 CM, COLOCADA	1,000000 u
---------------	---	-------------------

Señal informativa de indicación, sin reflectar, de forma cuadrada, de 60 cm de lado, incluyendo el poste de sustentación, tomillería, excavación y hormigonado.

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
-------	---	---	---	---	---	---------

C06.03 BALIZAMIENTO

U05BCN020	CONO POLIETILENO REFLECT. 500 mm	19,000000 u
------------------	---	--------------------

Cono polietileno reflectante de 500 mm. de diámetro, colocado.

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
-------	---	---	---	---	---	---------

U05BLB010	BALIZA INTERMITENTE OBRAS TL-2	4,000000 u
------------------	---------------------------------------	-------------------

Baliza intermitente para obras de color ámbar con célula fotoeléctrica, TL-2, colocada.

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
-------	---	---	---	---	---	---------

U05BP010	PANEL DIRECCIONAL 160x40 cm, CON CLASE RA2					3,000000 u
----------	--	--	--	--	--	------------

Panel direccional de 160x40 cm y retrorreflectancia clase RA2 i/ tornillería, elementos de fijación, postes y cimentación y transporte a lugar de empleo.

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
-------	---	---	---	---	---	---------

C07 SEÑALIZACIÓN Y BALIZAMIENTO

C07.01 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

700.0040	MARCA VIAL BLANCA REFLECTANTE, TIPO ACRÍLICA, ANCHO 10 cm					3.205,074000 m
----------	---	--	--	--	--	----------------

MARCA VIAL DE TIPO II (RW), DE PINTURA BLANCA REFLECTANTE, TIPO ACRÍLICA DE BASE SOLVENTE DE 10 cm DE ANCHO SIN RESALTES i/ LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE Y PREMARCAJE (MEDIDA LA LONGITUD REALMENTE PINTADA).

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
-------	---	---	---	---	---	---------

700.0050	MARCA VIAL BLANCA REFLECTANTE, TIPO ACRÍLICA, ANCHO 30 cm					9,315000 m
----------	---	--	--	--	--	------------

MARCA VIAL DE TIPO II (RW), DE PINTURA BLANCA REFLECTANTE, TIPO ACRÍLICA DE BASE SOLVENTE DE 15 cm DE ANCHO SIN RESALTES i/ LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE Y PREMARCAJE (MEDIDA LA LONGITUD REALMENTE PINTADA).

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
-------	---	---	---	---	---	---------

700.0060	MARCA VIAL BLANCA REFLECTANTE, TIPO ACRÍLICA, ANCHO 40 cm					15,000000 m
----------	---	--	--	--	--	-------------

MARCA VIAL DE TIPO II (RW), DE PINTURA BLANCA REFLECTANTE, TIPO ACRÍLICA DE BASE SOLVENTE DE 20 cm DE ANCHO SIN RESALTES i/ LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE Y PREMARCAJE (MEDIDA LA LONGITUD REALMENTE PINTADA).

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
-------	---	---	---	---	---	---------

700.0130	MARCA VIAL BLANCA REFLECTANTE, TIPO ACRÍLICA, EN SÍMBOLOS					6,930000 m2
----------	---	--	--	--	--	-------------

MARCA VIAL DE TIPO II (RW), DE PINTURA BLANCA REFLECTANTE, TIPO ACRÍLICA DE BASE SOLVENTE, EN SÍMBOLOS Y CEBREADOS i/ LIMPIEZA Y PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE Y PREMARCAJE (MEDIDA LA SUPERFICIE REALMENTE PINTADA).

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
-------	---	---	---	---	---	---------

C07.02 SEÑALIZACIÓN VERTICAL

I09010	SEÑAL TRIANGULAR TIPO PELIGRO, REFLECTANTE 60 CM, COLOCADA					3,000000 u
--------	--	--	--	--	--	------------

Señal de peligro, reflectante, de forma triangular y 60 cm de lado, incluyendo el poste de sustentación, tornillería, excavación y homigonado.

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
-------	---	---	---	---	---	---------

109018	SEÑAL PROHIBICIÓN U OBLIGACIÓN, REFLECTANTE, Ø 60 CM, COLOCADA	6,000000 u
---------------	---	-------------------

Señal de prohibición, restricción u obligación, reflectante, de forma circular y 60 cm de diámetro, incluyendo el poste de sustentación, tomillería, excavación y hormigonado.

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
--------------	---	----------	----------	----------	----------	----------------

109020	SEÑAL STOP, REFLECTANTE, Ø 60 CM, COLOCADA	1,000000 u
---------------	---	-------------------

Señal de STOP, reflectante, de forma circular y 60 cm de diámetro, incluyendo el poste de sustentación, tomillería, excavación y hormigonado.

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
--------------	---	----------	----------	----------	----------	----------------

U05VCC010	CARTEL TIPO FLECHA EN CHAPA DE ACERO GALVANIZADO, CON RA2	3,278200 m2
------------------	--	--------------------

Cartel tipo flecha en chapa de acero galvanizado, retrorreflectante clase RA2, i/ tomillería, elementos de fijación, postes y cimentación y transporte a lugar de empleo.

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
--------------	---	----------	----------	----------	----------	----------------

C07.03 BALIZAMIENTO

702.0020	CAPTAFARO HORIZONTAL CON REFLECTANCIA A DOS CARAS	3,000000 u
-----------------	--	-------------------

CAPTAFARO HORIZONTAL CON REFLECTANCIA A DOS CARAS.

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
--------------	---	----------	----------	----------	----------	----------------

C08 RESTAURACIÓN PAISAJÍSTICA

801.0060	EXTENSIÓN DE TIERRA VEGETAL DE LA PROPIA OBRA EN TALUDES	155,022000 m3
-----------------	---	----------------------

ACOPIO, MANTENIMIENTO, CARGA, TRANSPORTE Y EXTENSIÓN DE TIERRA VEGETAL DE LA PROPIA OBRA EN TALUDES.

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
--------------	---	----------	----------	----------	----------	----------------

C09 GESTIÓN DE RESIDUOS

PA_09	PA GESTIÓN DE RESIDUOS	1,000000 u
--------------	-------------------------------	-------------------

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
--------------	---	----------	----------	----------	----------	----------------

C10 SEGURIDAD Y SALUD

PA_10	PA SEGURIDAD Y SALUD	1,000000 u
-------	----------------------	------------

Nivel	*	a	b	c	d	Parcial
-------	---	---	---	---	---	---------

APÉNDICE 3.2. MEDICIONES ELABORADAS CON ISTRAM ISPOL

MEDICIONES

PROYECTO DE CONSTRUCCION DE NUEVO ACCESO MD PK 15+853, CA-8200

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO C01 TRABAJOS PRELIMINARES							
300.0010	m2 DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO POR MEDIOS MECÁNICOS DESPEJE Y DESBROCE DEL TERRENO POR MEDIOS MECÁNICOS i/ DESTOCADO, ARRANQUE, CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO O GESTOR AUTORIZADO DE AQUELLOS RESTOS QUE SEA NECESARIO, HASTA UNA DISTANCIA DE 60 km O AL LUGAR DE UTILIZACIÓN DENTRO DE LA OBRA SEA CUAL SEA LA DISTANCIA. S/L						
	Desbroce	1	1.346,0400			1.346,0400	
							1.346,0400
301.0140	m2/cFRESADO DE PAVIMENTO BITUMINOSO O DE HORMIGÓN EXISTENTE FRESADO DE PAVIMENTO BITUMINOSO O DE HORMIGÓN EXISTENTE i/ CARGA, BARRIDO, RETIRADA Y TRANSPORTE DE RESIDUOS A LUGAR DE EMPLEO Y/O GESTOR AUTORIZADO HASTA UNA DISTANCIA DE 60 km. S/L						
	(2,9 m3 e= 5 cm)	1	2,9000	5,0000	20,0000	290,0000	
							290,0000
301.0120	m LEVANTAMIENTO DE VALLAS METÁLICAS LEVANTAMIENTO DE VALLAS METÁLICAS i/ DESMONTAJE, DEMOLICIÓN, DESESCOMBRO, CARGA Y TRANSPORTE DE MATERIAL DEMOLIDO A GESTOR AUTORIZADO HASTA UNA DISTANCIA DE 60 km. S/P						
	Vallado 1	1	33,8300			33,8300	
	Vallado 2	1	23,6200			23,6200	
							57,4500
301.0040	m2 DEMOLICIÓN DE FIRME O PAVIMENTO EXISTENTE DEMOLICIÓN DE FIRME O PAVIMENTO EXISTENTE DE CUALQUIER TIPO O ESPESOR i/ BAJAS POR RENDIMIENTO POR PASO DE VEHÍCULOS, DEMOLICIÓN DE ACERAS, ISLETAS, BORDILLOS Y TODA CLASE DE PIEZAS ESPECIALES DE PAVIMENTACIÓN, DESESCOMBRO, CARGA Y TRANSPORTE DE MATERIAL DEMOLIDO A GESTOR AUTORIZADO HASTA UNA DISTANCIA DE 60 km. S/L						
		1	10,4800			10,4800	
							10,4800
701.0020	Ud DESMONTAJE SEÑAL VERTICAL SEÑAL TRIANGULAR DE 175 CM DE LADO, RETRORREFLECTANTE DE CLASE RA2, COLOCADA SOBRE POSTE GALVANIZADO, FIJADO A TIERRA MEDIANTE HORMIGONADO i/ TORNILLERÍA Y ELEMENTOS DE FIJACIÓN Y TRANSPORTE A LUGAR DE EMPLEO. S/P						
	R-500	1				1,0000	
	R-305	2				2,0000	
							3,0000

MEDICIONES

PROYECTO DE CONSTRUCCION DE NUEVO ACCESO MD PK 15+853, CA-8200

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO C02 MOVIMIENTOS DE TIERRAS							
320.0010	m3 EXCAVACIÓN DE TIERRA VEGETAL EXCAVACIÓN DE TIERRA VEGETAL i/ CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO HASTA UNA DISTANCIA DE 5 km O ACOPIO DENTRO DE LA OBRA SEA CUAL SEA LA DISTANCIA, DEPOSITO DE TIERRA VEGETAL EN ZONA ADECUADA PARA SU REUTILIZACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO Y MANTENIMIENTO DE ACOPIOS, FORMACIÓN Y MANTENIMIENTO DE LOS CABALLEROS. S/L	1	663,2000			663,2000	
							663,2000
320.0020	m3 EXCAVACIÓN EN DESMONTE EN TIERRA CON MEDIOS MECÁNICOS SIN EXPLOS EXCAVACIÓN EN DESMONTE EN TIERRA CON MEDIOS MECÁNICOS (TIPO EXCAVADORA O SIMILAR) SIN EXPLOSIVOS i/ AGOTAMIENTO Y DRENAJE DURANTE LA EJECUCIÓN, SANEAMIENTO DE DESPRENDIMIENTOS, FORMACIÓN, Y PERFILADO DE CUNETAS, REFINO DE TALUDES, CARGA Y TRANSPORTE A VERTEDERO HASTA UNA DISTANCIA DE 5 km O AL LUGAR DE UTILIZACIÓN DENTRO DE LA OBRA SEA CUAL SEA LA DISTANCIA. S/L	1	2.269,3000			2.269,3000	
							2.269,3000
332.0010	m3 RELLENO PARA IMPERMEABILIZACIÓN DE BERMAS CON MATERIAL PROCEDENT RELLENO LOCALIZADO CON MATERIAL PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA, TRATADO CON CEMENTO EN CUÑAS DE TRANSICIÓN i/ CANON DE MATERIAL Y TRANSPORTE AL LUGAR DE EMPLEO HASTA UNA DISTANCIA DE 5 km. S/L Bermas	1	0,9000			0,9000	
							0,9000
332.0090	m3 RELLENO LOCALIZADO CON MATERIAL PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIEN RELLENO PARA IMPERMEABILIZACIÓN DE BERMAS CON MATERIAL PROCEDENTE DE PRÉSTAMO, YACIMIENTO GRANULAR Y/O CANTERA, i/ CARGA Y TRANSPORTE HASTA UNA DISTANCIA DE 5 km, EXTENDIDO Y COMPACTACIÓN, MEDIDO SOBRE PERFIL TEÓRICO S/L Terraplén Relleno saneo	1 1	24,6000 461,1000			24,6000 461,1000	
							485,7000
330.0045	m3 SUELO ADECUADO PROCEDENTE DE YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA PARA SUELO ADECUADO PROCEDENTE DE YACIMIENTO GRANULAR O CANTERA PARA FORMACIÓN DE EXPLANADA EN CORONACIÓN DE TERRAPLÉN Y EN FONDO DE DESMONTE i/ CANON DE PRÉSTAMO, EXCAVACIÓN DEL MATERIAL, CARGA Y TRANSPORTE AL LUGAR DE EMPLEO HASTA UNA DISTANCIA DE 5 km, EXTENDIDO, HUMECTACIÓN, COMPACTACIÓN, TERMINACIÓN Y REFINO DE LA SUPERFICIE DE LA CORONACIÓN Y REFINO DE TALUDES. S/L	1	228,2000			228,2000	
							228,2000

MEDICIONES

PROYECTO DE CONSTRUCCION DE NUEVO ACCESO MD PK 15+853, CA-8200

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
CAPÍTULO C03 FIRMES Y PAVIMENTOS							
510.0010	m3 ZAHORRA ZAHORRA i/ TRANSPORTE, EXTENSIÓN Y COMPACTACIÓN, MEDIDA SOBRE PERFIL TEÓRICO. S/L	1	136,1000			136,1000	
							136,1000
530.0030	t EMULSIÓN C60BF4 IMP EN RIEGO DE IMPRIMACIÓN EMULSIÓN C60BF4 IMP EN RIEGO DE IMPRIMACIÓN, BARRIDO Y PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE, TOTALMENTE TERMINADO. S/L (dot. 1,5 kg/m2) SOBRE ZA-25	1	451,9000	0,0015		0,6779	
							0,6779
531.0020	t EMULSIÓN C60B3 ADH EN RIEGOS DE ADHERENCIA O C60B3 CUR EN RIEGOS EMULSIÓN C60B3 ADH EN RIEGOS DE ADHERENCIA O C60B3 CUR EN RIEGOS DE CURADO i/ EL BARRIDO Y LA PREPARACIÓN DE LA SUPERFICIE, TOTALMENTE TERMINADO. S/L (dot. 0,8 kg/m2) SOBRE MBC AC32	1	743,8000	0,0008		0,5950	
							0,5950
542.0050	t MBC TIPO AC22 BIN S, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE TIPO AC22 BIN S, EXTENDIDA Y COMPACTADA, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL DE APORTACIÓN. S/L (d= 2,35 t/m3) MBC AC22	1	38,6000		2,3500	90,7100	
							90,7100
542.0080	t MBC TIPO AC32 BASE S, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL MEZCLA BITUMINOSA EN CALIENTE TIPO AC32 BASE S, EXTENDIDA Y COMPACTADA, EXCEPTO BETÚN Y POLVO MINERAL DE APORTACIÓN. S/L d= 2,42 t/m3) MBC AC32	1	31,4000		2,4200	75,9880	
							75,9880
211.0020	t BETÚN ASFÁLTICO CONVENCIONAL TIPO 50/70 BETÚN ASFÁLTICO CONVENCIONAL EN MEZCLAS BITUMINOSAS TIPO 50/70 S/L MBC AC22 (dot. 4,7%) MBC AC32 (dot. 3,8%)	1	90,7100		0,0470	4,2634	
		1	75,9880		0,0380	2,8875	
							7,1509
542.0140	t CEMENTO PORTLAND EMPLEADO COMO POLVO MINERAL DE APORTACIÓN CEMENTO PARA ESTABILIZACIÓN DE SUELOS Y FABRICACIÓN DE SUELOCEMENTO O GRAVACIMIENTO, PUESTO A PIE DE OBRA S/L MBC AC22 (f/b=1,2) MBC AC32 (f/b=1,1)	1	4,2634		1,2000	5,1161	
		1	2,8875		1,0000	2,8875	
							8,0036
105008	m2 GEOTEXTIL NO TEJIDO DE POLIPROPILENO, GRAMAJES 401 A 500 G/M², C Geotextil no tejido de filamentos de polipropileno "virgen", unidos mecánicamente por agujado y calandrado, estabilizados frente a los rayos UV, gramajes de 401 a 500 g/m², resistencia a la tracción de 34 KN/m, resistencia estática mediante ensayo tipo CBR según UNE-EN ISO 12236. No incluye solapes. Colocado. S/P						

MEDICIONES

PROYECTO DE CONSTRUCCION DE NUEVO ACCESO MD PK 15+853, CA-8200

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
SUBCAPÍTULO C071_2 SEÑALIZACIÓN VERTICAL							
I09018	ud SEÑAL PROHIBICIÓN U OBLIGACIÓN, REFLECTANTE, Ø 60 CM, COLOCADA Señal de prohibición, restricción u obligación, reflectante, de forma circular y 60 cm de diámetro, incluyendo el poste de sustentación, tornillería, excavación y hormigonado. S/P						
	R-301	2					2,0000
	R-305	4					4,0000
							6,0000
I09010	ud SEÑAL TRIANGULAR TIPO PELIGRO, REFLECTANTE 60 CM, COLOCADA Señal de peligro, reflectante, de forma triangular y 60 cm de lado, incluyendo el poste de sustentación, tornillería, excavación y hormigonado. S/P						
	P-1a	1					1,0000
	P-1b	1					1,0000
	P-25	1					1,0000
							3,0000
I09020	ud SEÑAL STOP, REFLECTANTE, Ø 60 CM, COLOCADA Señal de STOP, reflectante, de forma circular y 60 cm de diámetro, incluyendo el poste de sustentación, tornillería, excavación y hormigonado. S/P						
	R-2	1					1,0000
							1,0000
U05VCC010	m2 CARTEL TIPO FLECHA EN CHAPA DE ACERO GALVANIZADO, CON RA2 Cartel tipo flecha en chapa de acero galvanizado, retrorreflectante clase RA2, i/ tornillería, elementos de fijación, postes y cimentación y transporte a lugar de empleo. S/P						
	S-300	2	2,2000	0,5500			2,4200
	-esquina	-2			0,0987		-0,1974
	S-300	2	1,4500	0,4000			1,1600
	-esquina	-2			0,0522		-0,1044
							3,2782
SUBCAPÍTULO C071_3 BALIZAMIENTO							
702.0020	ud CAPTAFARO HORIZONTAL CON REFLECTANCIA A DOS CARAS CAPTAFARO HORIZONTAL CON REFLECTANCIA A DOS CARAS. .						
	S/P Captafaro	3					3,0000
							3,0000

MEDICIONES

PROYECTO DE CONSTRUCCION DE NUEVO ACCESO MD PK 15+853, CA-8200

CÓDIGO	RESUMEN	UDS	LONGITUD	ANCHURA	ALTURA	PARCIALES	CANTIDAD
--------	---------	-----	----------	---------	--------	-----------	----------

CAPÍTULO C10 SEGURIDAD Y SALUD

PA_10	u PA SEGURIDAD Y SALUD						
-------	------------------------	--	--	--	--	--	--

1,0000