



Análisis de conflictos en modelos BIM (Clash detection)

Autor: Borja Araujo Morales

Tutor: D. Manuel Porta Rodríguez

Departamento de construcciones
arquitectónicas EUAT



UNIVERSIDADE DA CORUÑA

Análisis de conflictos estáticos

Mi trabajo fin de grado tiene como objetivo el estudio de uno de los procesos mas importantes dentro de la gestión de un proyecto BIM.

Este procedimiento se está aplicando en la mayoría de las grandes obras a nivel internacional y gracias a él se estan obteniendo cotas muy altas en cuanto a eficiencia y calidad a la hora de la ejecución.

En definitiva, voy a explicar paso a paso como se debe realizar correctamente este proceso que creo que será obligatorio en nuestro país en un futuro no muy lejano.

Clash detection

The principal objective of my work is to explain one of the most important processes in the management of a BIM project.

In the big constructions of today, are applying this methodology and are getting a high level of efficiency and quality at the execution time.

In conclusion, I'm going to explain step by step this process that I think that it will be essential in the future.

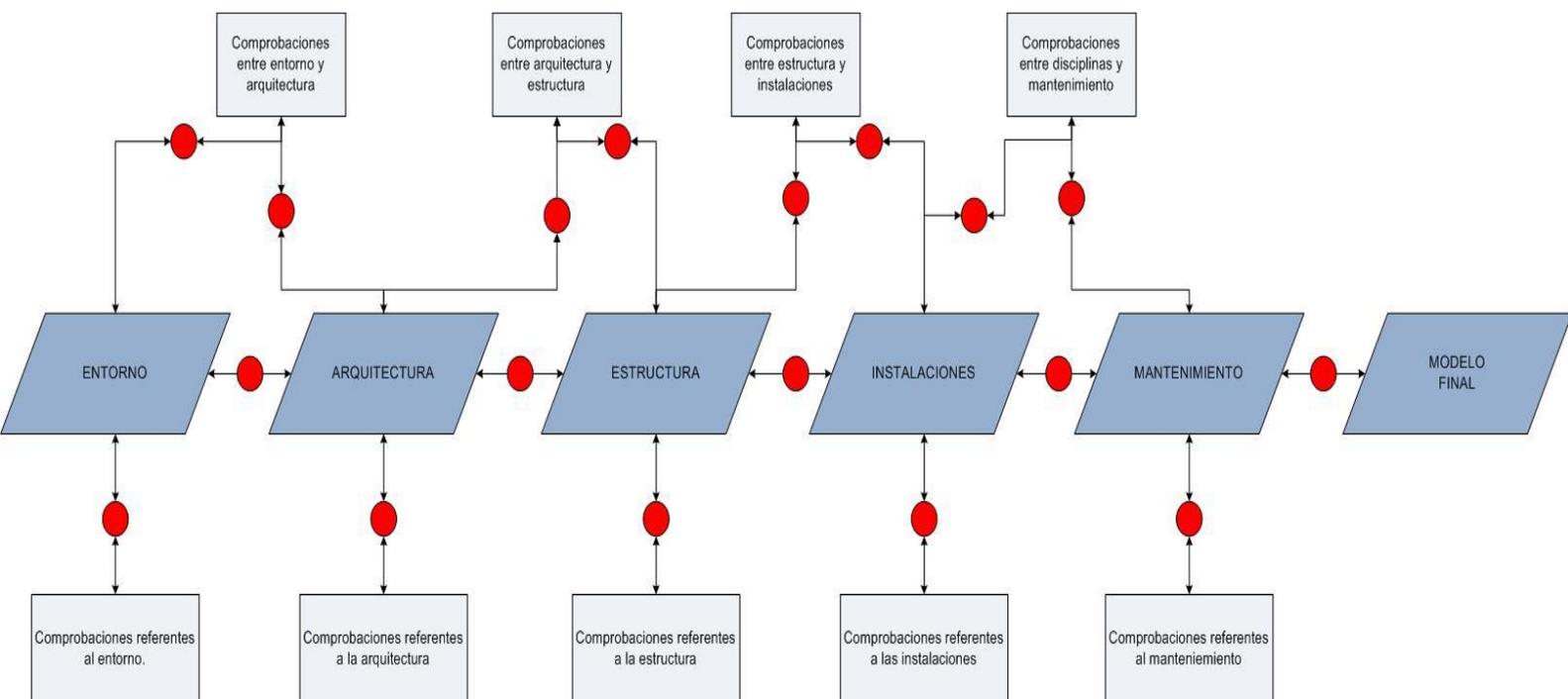
ÍNDICE:

0. Introducción	1 a 8
0.1. Clasificaciones	5 a 8
1. Análisis conflictos estáticos	9 a 13
1.1. Definición y generalidades	9 a 10
1.2. Proceso “Lean”	10 a 12
1.3. Flujo de trabajo	13
2. Recibir archivo	14 a 15
3. Selección de rol a desempeñar	16 a 28
3.0. Definición de roles	16 a 17
3.1. Análisis Arquitectónico	18 a 21
3.2. Coordinación BIM	22
3.3. Validación BIM arquitectónica	23 a 24
3.4. Validación BIM Mantenimiento	24
3.5. Validación BIM MEP	24 a 25
3.6. Validación BIM estructural	25
3.7. Análisis de energía	25
3.8. Reglas de ejemplo	26
3.9. Requisitos finales BIM (CoBim requirments)	27
3.10. Información de salida	28
3.11. Entrenamiento	28
4. Abrir el modelo	29 a 30
5. Análisis o chequeo del modelo	31 a 32
6. Decisiones sobre los análisis	33 a 35
7. Información que se podría obtener del modelo limpio	36 a 38
8. Aplicación caso práctico	39 a 72
9. Lecciones aprendidas, experiencias y valoraciones	73 a 81
10. Bibliografía	83 a 84

0. INTRODUCCIÓN

En el proceso de análisis de conflictos estáticos lo que estamos haciendo es aumentar la calidad del modelo.

El proceso funciona como una cadena de valor en la que en cada fase o disciplina debemos cumplir unos requisitos y de no hacerlo se generaran conflictos que supondrán unos riesgos que afectarán directamente a la calidad del producto. En la imagen siguiente se puede observar un resumen de esta cadena:



Entendemos por cadena de valor, el conjunto de procesos o actividades cuyo último objetivo es maximizar la creación de valor mientras se minimizan los costes. De lo que se trata es de crear valor para el cliente.

La cadena de valor ayuda a determinar las actividades o competencias distintivas que permiten generar una ventaja competitiva. Tener una ventaja de mercado es tener una rentabilidad relativa superior a los rivales en el sector industrial en el cual se compite, la cual tiene que ser sustentable en el tiempo. Rentabilidad significa un margen entre los ingresos y los costos. Cada actividad que realiza la empresa debe generar la mayor calidad posible. De no ser así, estaremos incumpliendo nuestro objetivo final. Las Actividades de la cadena de valor son múltiples y además complementarias (relacionadas).

En nuestro caso particular, tenemos una serie de actividades que se identifican como propias de cada disciplina, en cada una de estas, deberemos realizar unas comprobaciones determinadas lo que dará lugar a la aparición de conflictos, que por consecuencia, nos generarán riesgos (puntos rojos) de una relevancia determinada, y algunos de ellos de no ser corregidos o solventados impedirán la consecución de nuestro objetivo final, que es, la obtención de un modelo final optimizado.

Las disciplinas de nuestro modelo son las siguientes (en la cadena solo he incluido algunas de ellas):

- Arquitectura: Incluye todos los elementos arquitectónicos.
- Aire acondicionado: Incluye los componentes del sistema de aire acondicionado.
- Estructura: Incluye el conjunto de elementos que forman parte de la estructura de nuestro edificio.
- Inst. eléctrica: Incluye los componentes del sistema eléctrico.
- Inst. de calefacción: Incluye todos los elementos de la instalación de calefacción.

- Inst. de ventilación: Conjunto de elementos que forman el sistema de ventilación.
- Inst. de fontanería: Conjunto de componentes que conforman la instalación de fontanería.
- Inst. Anti incendios: Incluye todos los componentes que forman parte de la instalación anti incendios.
- Mantenimiento: Incluye elementos de todo el edificio y analiza la vida útil de cada uno de ellos.
- Inventario: Se incluyen elementos que van estar presentes durante la ejecución de la obra (acopios, medios auxiliares...)
- Estructura Hormigón prefabricado: Se distinguen de la estructura los elementos de hormigón prefabricado.
- Estructura de acero: Se distinguen de la estructura los elementos de acero.
- Sist. de refrigeración: Incluye todos los elementos que formen parte del sistema de refrigeración.
- Instalaciones con tuberías especiales: Incluye elementos que formen parte de instalaciones excepcionales.
- Entorno: Se incluyen todos los elementos que forman parte del entorno de nuestro edificio.

Estas son la totalidad de disciplinas que forman parte de nuestro modelo, cada una de ellas la formarán unos elementos determinados, que pueden estar presentes en más de una de ellas. Por ejemplo, los muros de carga estarán presentes en la disciplina de estructura pero también en arquitectura.

Como veíamos en la imagen de la cadena de valor, para cada disciplina vamos a tener que realizar una serie de comprobaciones y de esta evaluación nacerán riesgos. También existirán riesgos en el enfrentamiento entre varias disciplinas, poniendo un ejemplo, entre instalaciones y estructura (una tubería no puede atravesar un pilar --- generará un riesgo)

En conclusión, gracias a este proceso podemos identificar, analizar, valorar, y decidir si asumir o no los riesgos que se nos generan en esta cadena de valor.

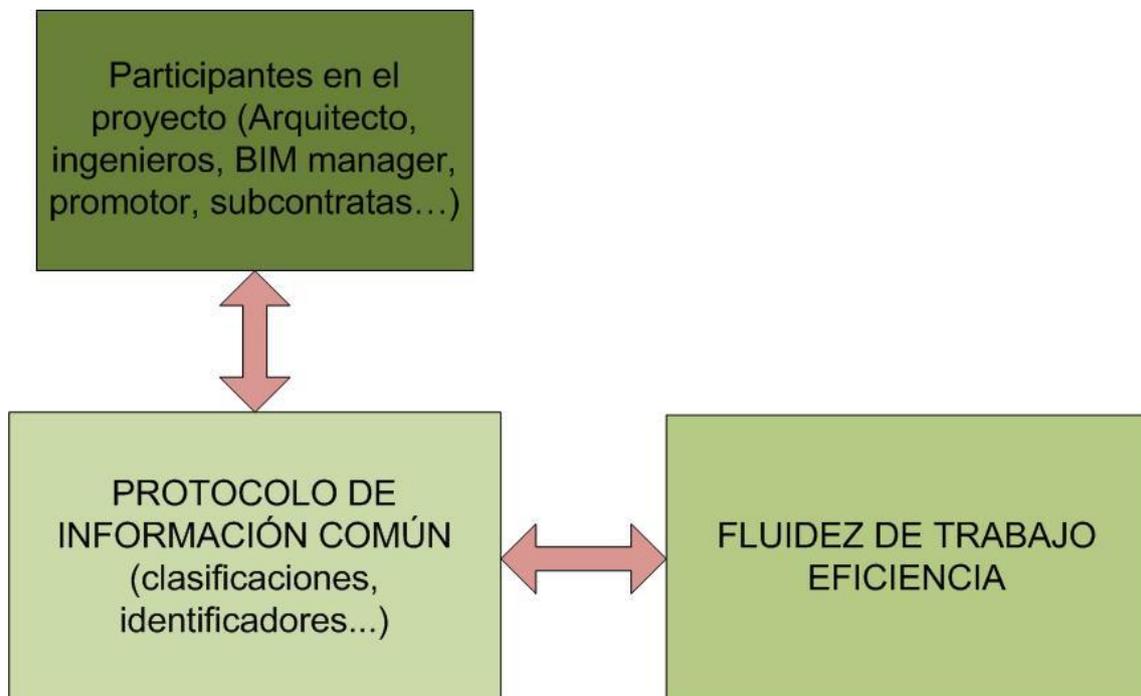
0.1 CLASIFICACIONES:

Como hemos visto anteriormente nuestro modelo está formado por una serie de diversas disciplinas, y cada una con elementos propios. Por lo tanto surge la necesidad de establecer una serie de clasificaciones y pautas a seguir para que le demos la identidad adecuada a cada elemento.

Para ello se dispone de una serie de clasificaciones ya establecidas. Por lo general, en Europa, en proyectos BIM se aconseja seguir las clasificaciones de “TALO 2000” como aconseja la guía de usuarios “COBIM requirements”, y en América, se aconseja seguir las directrices de “Unifomat II Elemental Classification for buildings specifications”.

(En las páginas siguientes se muestra una tabla resumen de estas dos clasificaciones.)

Añadiendo esta información a los elementos lo que se consigue es crear una identificación para cada grupo de elementos. De forma que todos los participantes involucrados en el proyecto puedan identificar de manera rápida, sencilla y sin confusión los elementos de cada disciplina.



Por lo tanto, estableciendo un protocolo de información entre todos los integrantes se conseguirá una mayor fluidez de trabajo lo que se transformara en una reducción de pérdidas y en un aumento de la eficiencia de trabajo.

En las páginas siguientes, se muestran las tablas de clasificaciones correspondientes a “Talo 2000” y “Unifomat II Elemental Classification for buildings especificacions”.

Clasificación “TALO 200”	
1. Demolición 11. Demolición de elementos constructivos 12. Eliminación de materiales peligrosos 13. Movimiento de edificios o estructuras	10. Acabados 101. Enlucidos 102. Enfoscados 103. Pintura y revestimientos 104. Instalación de revestimientos en suelos y paredes 105. Instalación de suelos 106. Otros acabados 107. Molduras
2. Movimientos de tierras 21. Estabilización de suelos 22. Construcciones de tierra 23. Construcciones de piedra 24. Cimentaciones 25. Sistemas de drenaje	11. Equipamientos y otros 111. Vallados o cierres 112. Mobiliario diverso 113. Equipamientos 114. Accesorios
3. Construcciones del entorno 31. Pavimento de piedra 32. Pavimento de madera 33. Pavimento de asfalto 34. Pavimentado especial 35. Áreas verdes 36. Equipamiento del entorno	
4. Construcciones de hormigón 41. Construcciones de hormigón in-situ 42. Construcciones de hormigón prefabricado 43. Construcciones de hormigón espaciales 44. Vertidos in-situ	
5. Albañilería 51. Ladrillos y bloques 52. Piedra natural y artificial 53. Tejas 54. Azulejos	
6. Construcciones metálicas 61. Estructuras de metales 62. Construcciones con panel sándwich 63. Construcciones con prefabricados 64. Construcciones auxiliares 65. Hojas metálicas	
7. Construcciones de madera 71. Estructuras de madera 72. Paneles prefabricados 73. Componentes prefabricados 74. Paneles de madera	
8. Construcciones de cristal 81. Acristalamientos 82. Acristalamientos especiales	
9. Aislamientos y impermeabilizaciones 91. Aislamientos térmicos y acústicos 92. Impermeabilizaciones al agua 93. Aislamiento al fuego 94. Juntas y uniones	

Nivel 1 Grupos	Nivel 2 Subgrupos	Nivel 3 Elementos individuales
A SUBESTRUCTURA	A10 Cimentaciones	A1010 Cimentaciones standard A1020 Cimentaciones especiales A1030 Losas de cimentación
	A20 Sótanos	A2010 Excavaciones para sótanos A2020 Muros de sótano
B ESQUELETO	B10 Estructura	B1010 Elementos de techo B1020 Elementos de suelo
	B20 Cerramientos exteriores	B2010 Muros exteriores B2020 Ventanas exteriores B2030 Puertas exteriores
	B30 Cubierta	B3010 Coberturas B3020 Aperturas
C INTERIORES	C10 Construcciones interiores	C1010 Particiones C1020 Puertas int C1030 Guarniciones
	C20 Escaleras	C2010 Construcción de escaleras C2020 Acabados de escaleras
	C30 Acabados interiores	C3010 Acabados muros C3020 Acabados suelos C3030 Acabados techos
D INSTALACIONES	D10 Accesos	D1010 Ascensores D1020 Escaleras mecánicas D1090 Otros sistemas
	D20 Fontanería	D2010 Accesorios de fontanería D2020 Distribución agua domestica D2030 Distribución aguas fecales D2040 Drenajes D2090 Otros sistemas
	D30 Aire acondicionado y calefacción	D3010 Proveedor de Energía D3020 Sistemas de calor D3030 Sistemas de aire acondiciona D3040 Sistemas de distribución D3050 Terminales y equipos D3060 Elementos de control D3070 Sistemas de prueba D3090 Otros sistemas y equipos
	D40 Protección contra el fuego	D4010 Rociadores D4020 Columnas de agua D4030 Especialidades D4090 Otros sistemas
	D50 Electricidad	D5010 Distribución eléctrica D5020 Iluminación y cableado D5030 Comunicación y seguridad D5090 Otros sistemas
	E EQUIPAMENTOS Y MOBILIARIO	E10 Equipamientos
E20 Mobiliario		E2010 Mobiliario fijo E2020 Mobiliario móvil
F CONSTRUCCIONES ESPECIALES Y DEMOLICIONES	F10 Construcciones especiales	F1010 Estructuras especiales F1020 Construcción integrada F1030 Sistemas especiales F1040 Equipamientos especiales F1050 Medios auxiliares
	F20 Demoliciones	F2010 Demolición de elementos F2020 Eliminación de sustancias peligrosas

1. ANÁLISIS CONFLICTOS ESTÁTICOS

1.1 Definición y generalidades:

El análisis de conflictos se puede considerar como un proceso de análisis y control que se basa en la búsqueda de errores con el fin de localizarlos, analizarlos, evaluarlos y decidir si se deben subsanar o no.

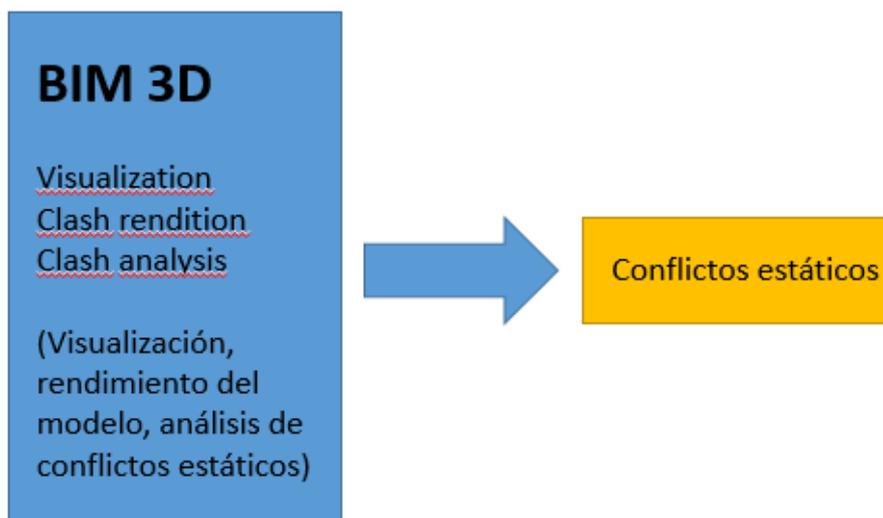
Dentro del análisis de conflictos podemos distinguir dos grandes grupos:

- Conflictos estáticos
- Conflictos dinámicos

Nos vamos a centrar ampliamente en los primeros, por lo tanto dejaremos de lado los producidos una vez introducido el factor tiempo.

El objetivo principal que buscamos realizando este proceso es de una manera generalista, la optimización del modelo 3D. Ya que el resultado que estamos buscando realizando estos análisis, es la consecución de un modelo libre de errores dentro de todas sus disciplinas, lo que se traduce de forma directa en un aporte de calidad.

Además un modelo optimizado podrá ser utilizado para la extracción de información (InformationTakeOver), ya que estará exento de defectos y obtendremos una información fiable.



Entendemos por conflictos estáticos aquellos que pueden ser detectados sin que influya el factor tiempo. Para detectar este tipo de conflictos se analiza el modelo con una serie de filtros, reglas o normas (rulesets) y se identifican los errores o incompatibilidades que surgen de este enfrentamiento. Y este proceso se realiza para todas las disciplinas (vistas anteriormente) que forman nuestro proyecto, y también mediante el enfrentamiento de algunas de ellas.

En definitiva lo que hacemos es implementar puertas de calidad (quality doors), abrimos modelos, los radiografiamos y cargamos calidades, normas, reglas (ISOS...). Por lo tanto nos permite mirar en momentos determinados aquello que no puede estar mal de ninguna manera.

1.2 Proceso “LEAN”

Este proceso de control sin duda cumple con los principales requisitos de la filosofía “lean”, esto significa que el resultado de nuestro análisis reducirá una gran parte de pérdidas, y ayudará a la consecución del objetivo principal de cualquier proceso “lean”, que es, la eficiencia.

El enfoque del “lean project management” tiene su origen en el “Lean Manufacturing” y es un conjunto de principios para lograr la calidad, la velocidad y la alineación con las expectativas del cliente. Sus premisas son:

1. Eliminar residuos.
2. Asegurar la calidad.
3. Crear conocimiento.
4. Aplazar el compromiso.
5. Entregar rápido.
6. Apostar por la autonomía individual.
7. Optimizar el sistema

En pocas palabras, la gestión de proyectos Lean busca eliminar todo lo que no está agregando valor para poder centrarse sólo en lo que es absolutamente necesario en el momento presente. Cuando en su principio número 1, habla de eliminar pérdidas o “wastes” se refiere precisamente a eso, a eliminar los siguientes tipos de pérdidas:

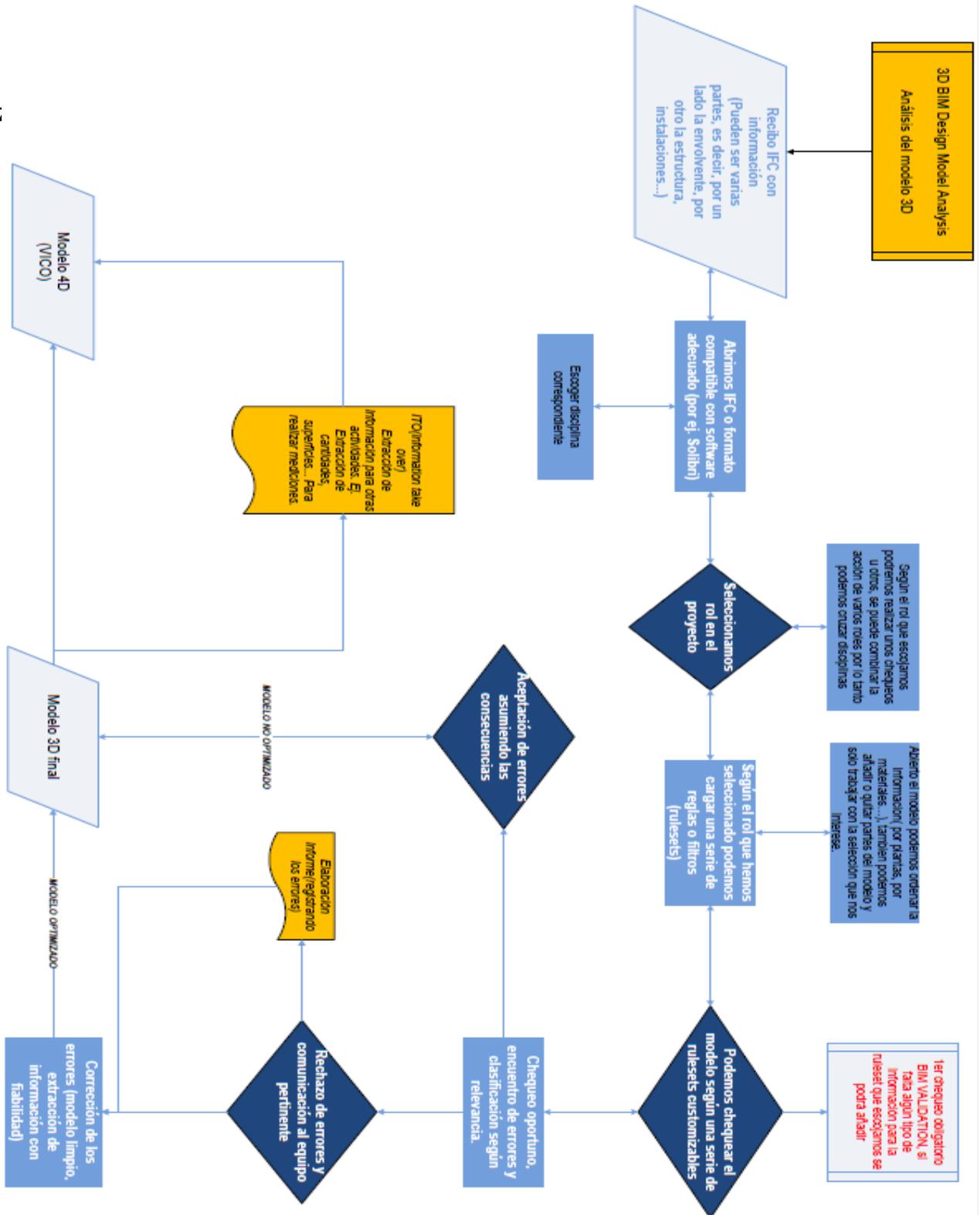
- *La sobreproducción:* Producción de cantidades más grandes que las requeridas o antes de lo necesario.
- *Esperas o tiempo de inactividad:* Esperas, interrupciones del trabajo o tiempo de inactividad debido a falta de datos, información, especificaciones...
- *Transporte innecesario:* Mala distribución y falta de planificación de los flujos de materiales e información.
- *Sobreprocesamiento:* Procesos adicionales en la construcción o instalación de elementos que causan el uso excesivo de materia prima, equipos, energía...
- *Exceso de inventario:* Inventarios excesivos, innecesarios o prematuros que conducen a pérdidas de material por diversas razones.
- *Movimientos innecesarios:* Movimientos o actos innecesarios o ineficientes por parte de los trabajadores durante su jornada.
- *Defectos de calidad:* Errores en el diseño, mediciones y planos, desajuste entre planos de diseño y planos de estructura e instalaciones, uso de métodos de trabajo incorrectos, mano de obra poco cualificada. Como consecuencia: repetición del trabajo e insatisfacción del cliente.

El “lean project management” encierra una de sus principales fortalezas en el valor del conjunto. Concentra gran parte de sus esfuerzos en lograr que el equipo funcione como un todo, intentando asegurar que cada aportación individual se halla optimizada para el conjunto. En esta línea, la gestión de proyectos “lean” aboga por la autonomía individual. Esta metodología defiende que cada persona es quien mejor conoce cómo hacer su trabajo. La tarea del Director de Proyecto se reduce a proporcionar los medios y recursos necesarios para garantizar su eficacia y confiar en ellos para hacerlo.

El aprendizaje es una parte importante en esta forma de trabajar. Por eso, incita a estructurar el trabajo para asegurar un aprendizaje continuo, razón por la que es necesario aplazar la toma de decisiones hasta el último momento, ya que solo entonces se puede aportar una respuesta de calidad.

La calidad es un elemento esencial en la cultura “lean” y todos los procesos han de orientarse a ella. Trabajar de esta forma aumenta la eficiencia y optimiza el aprovechamiento de recursos.

1.3 Flujo de trabajo¹



¹ Se adjunta el esquema en formato A3 en el apartado Anexo

2. RECIBIMOS EL ARCHIVO.

El archivo/s que recibimos ya vendrá definido completamente. Es decir debe ya contener una serie de requisitos básicos y un contenido mínimo de información para que podamos trabajar con él de forma correcta. Los requisitos principales serán los siguientes:

- a) Los elementos y espacios tienen que estar definidos, esto significa que debemos saber que son los elementos que conforman nuestro edificio y también que función realizan (estructural, no estructural, instalaciones...). Con respecto a los espacios debemos tener hecha una clasificación de los mismos, diferenciando las zonas que conforman nuestro modelo. Para ello es importante seguir un protocolo de información.
- b) El archivo debe estar en un formato compatible, hablaremos entonces de archivos tipo IFC y también otro tipo de archivos como por ejemplo “.smc”.
- c) Se deberán recibir los archivos de forma separada, cada uno para su disciplina correspondiente. Es decir un archivo para la envolvente arquitectónica, otro para la estructura, otro para las instalaciones...etc
- d) Al abrir el archivo deberemos seleccionar una disciplina. Estas disciplinas serán las que hemos visto con anterioridad.

Una vez que ya tenemos el archivo podemos trabajar con él para obtener los resultados pertinentes, es decir en nuestro caso el número de conflictos que puede tener nuestro proyecto y que pueden afectar de manera crucial al desarrollo del mismo, y que pueden repercutir directamente en retrasos en los tiempos de ejecución, y por lo tanto generando pérdidas en el proyecto.

El proceso para encontrar dichos errores o deficiencias tiene su origen en la teoría de bases relaciones. Lo que se hace es cruzar información y ver si de este enfrentamiento surge algún tipo de conflicto o incompatibilidad. En otras palabras, según los roles que veremos a continuación podremos seleccionar unas comprobaciones u otras, sobre los elementos que forman nuestro modelo, (componentes, espacios y objetos...), mediante una serie de filtros (rulesets) cuyo contenido se basa en restricciones que no deben superarse o de hacerlo generarán una incompatibilidad o conflicto en el modelo que conllevará un riesgo.

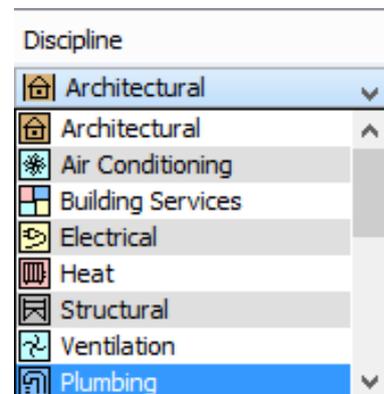
En definitiva el objetivo de estos procesos será limpiar al modelo de deficiencias que pueden ser subsanadas aportando mayor calidad al modelo final.

En el siguiente punto nos centraremos en alguno de los roles más importantes o más comunes y entraremos en detalle en alguna de las reglas o normas que contienen.

3. SELECCIONAMOS ROL A DESEMPEÑAR:

El primer paso a realizar una vez recibido y abierto el modelo, será seleccionar la disciplina con la que vamos a trabajar, entendemos por disciplinas las siguientes:

- Arquitectura
- Aire acondicionado
- Servicios del edificio
- Inst. eléctrica
- Inst. de calefacción
- Inst. de ventilación
- Inst. de fontanería
- Inst. Anti incendios
- Facilidad de gestión
- Inventario
- Estructura Hormigón prefabricado
- Estructura de acero
- Sist. de refrigeración
- Instalaciones con tuberías especiales
- Mantenimiento
- Proceso



Después se deberá escoger el rol que desempeñamos en el proyecto. Estos roles son propios del entorno BIM, a continuación haremos una enumeración de los mismos y luego entraremos más en detalle en alguno de ellos.

3.0 Roles

Roles a desempeñar:

- Architectural checking
- BIM Coordination
- BIM Validation Architectural
- BIM Validation FM
- BIM Validation MEP
- BIM Validation Structural
- Energy Analisis
- Example rules
- Finnish BIM requirments
- Quantity Take-off
- Training

-  Architectural Checking
-  BIM Coordination
-  BIM Validation - Architectural
-  BIM Validation - FM
-  BIM Validation - MEP
-  BIM Validation - Structural
-  Energy Analisis
-  Example Rules
-  Finnish BIM Requirements
-  Quantity Take-off
-  Training

3.1 Architectural Checking (Análisis arquitectónico):

Este rol es uno de los principales y de los primeros que deben interactuar en el análisis del modelo, ya que lo que vamos a analizar en este rol son básicamente los requisitos arquitectónicos que debe cumplir nuestro edificio. En este rol hablaremos entonces de reglas relacionadas con espacios, con elementos que conforman dichos espacios (paredes, techos...), reglas que analicen lo que contienen dichos espacios y cómo interactúan entre sí esos elementos (pilares, objetos...)

La primera regla que debemos cargar será “BIM Validation Architectural”, es decir debemos comprobar o validar nuestro edificio para que este de acorde con el entorno BIM. Contendría las siguientes revisiones:

Comprobación de la estructura del modelo: Entendiendo por estructura el conjunto de nuestro edificio no la parte estructural del mismo. Dentro de este apartado se realizarán las siguientes comprobaciones:

-Jerarquía del modelo: Comprueba que el modelo incluye un edificio y sus plantas respectivas.

-Pisos del edificio: Comprueba que el modelo no tiene ninguna planta vacía y que cada planta tiene su nombre. También comprueba que no existen varias plantas con la misma altura.

-Puertas y ventanas: Comprueba que las puertas y las ventanas están en la misma planta que el muro que las contiene. También se comprueba que el modelo no tenga ninguna puerta o ventana huérfana, es decir que no tenga relación con ningún muro.

-Las puertas se abren en la dirección adecuada: Verifica que las puertas se abren conforme a las reglas de accesibilidad.

Análisis de componentes: Dentro de este bloque se comprobará que los elementos tienen unas dimensiones razonables y que están bien localizados.

Se realizarán los chequeos siguientes:

-Dimensiones de componentes:

Dimensiones de los muros: Este conjunto de reglas comprueba las dimensiones del muro (el espesor no es demasiado grande o pequeño, si la longitud y la altura son correctas).

Relativo a las dimensiones también se comprobarán las vigas, pilares y forjados.

-Alturas de pisos: Se comprobará que la distancia libre entre dos plantas intermedias es suficiente.

Espacios libres: Esta norma comprueba que haya espacio libre por delante o por encima de ciertos componentes.

Se realizará la comprobación de espacios libres enfrente a ventanas, puertas y también se comprobará si hay espacio suficiente en los falsos techos.

Detección de deficiencias: Con esta regla podremos encontrar deficiencias en el modelo, como por ejemplo la ausencia de elementos o de cierta información. Se comprobará si el modelo contiene los elementos requeridos, si los espacios están bien definidos en el modelo, y si los elementos que conforman dichos espacios (vigas, pilares, forjados...) tienen a su vez otros elementos por encima o por debajo.

Otras de las reglas que podemos cargar con este rol, son las siguientes:

- Intersecciones entre los componentes arquitectónicos: Se comprueban todas las intersecciones entre los componentes arquitectónicos, es decir, intersecciones entre elementos del mismo tipo (muros, vigas, pilares, puertas, ventanas, escaleras...), intersecciones entre elementos arquitectónicos de diferente tipo y por último intersecciones entre mobiliario y otros objetos.
- Análisis avanzado de los espacios
- Análisis general de los espacios: Con este conjunto de reglas se comprobarán el modelo para encontrar alguna deficiencia relativa a los espacios. Puede ser que se necesiten parámetros específicos relacionados con los espacios, como por ejemplo área, y alcanzar esos valores puede ser obligatorio

Además también se comprobará si los espacios cumplen con las propiedades o requisitos exigidos, como por ejemplo que los espacios deben tener nombre, deben tener un número definido, deben tener un área definida y deben tener puertas.

- Análisis de mobiliario y otros objetos
- Eficiencia del edificio
- Pre-chequeo para el análisis energético
- Nombres y tipos específicos del proyecto
- Requisitos espaciales específicos del proyecto

- Revisión del modelo en comparación con la Arquitectura

- Advanced Space Check.cset
- BIM Validation - Architectural.cset
- Building Efficiency.cset
- Egress Analysis.cset
- Furniture and Other Objects Check.cset
- General Space Check.cset
- Intersections Between Architectural Components.cset
- Model Revisions Comparison - Architecture.cset
- Pre-check for Energy Analysis.cset
- Project Specific Space Requirements.cset
- Project Specific Types and Names.cset
- Quantity TakeOff.cset

- Análisis de output

3.2 BIM Coordination (Coordinación BIM):

Usa este rol para analizar la consistencia de nuestro modelo desde varias disciplinas.

Con este rol podremos cargar reglas que generalmente lo que hacen es cruzar disciplinas para averiguar los conflictos que pueden surgir entre estos choques. Las reglas a destacar son las siguientes:

- **Estructura vs Arquitectura:** Este conjunto de reglas incluye normas para la comprobación de la ubicación y tamaño de los componentes estructurales en comparación con el modelo arquitectónico. La definición correcta de las estructuras de soporte de carga en el modelo de arquitectura mejora la exactitud de este conjunto de reglas.
- **Modelo MEP y modelo arquitectónico:** Comprueba la relación entre el modelo MEP y el modelo arquitectónico. Se comprueban las intersecciones entre las instalaciones del edificio y los diferentes componentes arquitectónicos del mismo.
- **Modelo MEP y modelo estructural:** Comprueba la relación entre el modelo MEP y el modelo estructural. Se comprueban las intersecciones entre las instalaciones del edificio y los diferentes componentes estructurales del mismo.

Rulesets		
	Structural versus Architectural.cset RuleSets\Structural Rules\	★
	MEP models and Architectural model.cset RuleSets\MEP Rules\	★
	MEP models and Structural model.cset RuleSets\MEP Rules\	★

3.3 BIM validation architectural (Validación BIM arquitectura)

Usar este rol para validar la calidad general de los modelos arquitectónicos. Es recomendado que estos chequeos se hagan antes que cualquier análisis avanzado, ya que la fiabilidad de los resultados y la fiabilidad de la información depende de la calidad del modelo. Y para que esa calidad este de alguna manera asegurada debemos realizar primero los análisis más sencillos para subsanar los conflictos encontrados y de esta manera estaremos añadiendo calidad a nuestro modelo.

Nos volvemos encontrar reglas del estilo del rol “Architectural checking”, entre las que destacamos:

- Validación BIM arquitectura
- Análisis general de los espacios
- Intersecciones entre los componentes arquitectónicos.

Rulesets		
	BIM Validation - Architectural.cset Rulesets\Architectural Rules\	★
	General Space Check.cset Rulesets\Architectural Rules\	★
	Intersections Between Architectural Comp Rulesets\Architectural Rules\	★

3.4 BIM Validation FM (Validación de accesibilidad y eficiencia)

Usar este rol para comprobar e informar de la eficiencia y espacios en el edificio. Las reglas a destacar en este rol serán:

- Eficiencia del edificio
- Análisis general de los espacios
- Requisitos de espacio específicos del proyecto
- Intersecciones entre elementos arquitectónicos

Rulesets	
	Building Efficiency.cset Rulesets\Architectural Rules\ ★
	General Space Check.cset Rulesets\Architectural Rules\ ★
	Intersections Between Architectural Comp Rulesets\Architectural Rules\ ★
	Project Specific Space Requirements.cset Rulesets\Architectural Rules\ ★

3.5 BIM Validation MEP (Validación BIM instalaciones)

Utilice este rol para validar la calidad general de los modelos MEP. Se recomienda que estos controles se realicen antes de cualquier análisis adicional ya que la fiabilidad y la facilidad de uso de los resultados, y la fiabilidad de la información depende de la calidad del modelo.

En este rol podemos encontrar las siguientes reglas:

- Intersecciones en modelos MEP
- Validación BIM MEP
- Valores de dimensiones MagiCAD

Rulesets	
	BIM Validation - MEP.cset Rulesets\MEP Rules\ ★
	Dimension Values MagiCAD.cset Rulesets\MEP Rules\ ★
	Intersections in MEP Models.cset Rulesets\MEP Rules\ ★
	MEP models and Architectural model.cset Rulesets\MEP Rules\ ★
	MEP models and Structural model.cset Rulesets\MEP Rules\ ★
	Model Revisions Comparison - Building Serv Rulesets\MEP Rules\ ★

- Modelos MEP y modelos arquitectónicos
- Modelos MEP y modelos estructurales

3.6 BIM Validation Structural (Validación BIM estructural)

Utilice este rol para validar la calidad general de los modelos estructurales. Se recomienda que estos controles se realicen antes de cualquier análisis adicional ya que la fiabilidad y la facilidad de uso de los resultados, y la fiabilidad de la información depende de la calidad del modelo.

En este rol podemos encontrar las siguientes reglas:

- Estructura vs Arquitectura
- Validación BIM estructural
- Intersecciones entre componentes estructurales
- Revisiones del modelo estructural

Rulesets		
	Structural versus Architectural.cset RuleSets\Structural Rules\	★
	BIM Validation-Structural.cset RuleSets\Structural Rules\	★
	Intersections Between Structural Components.cset RuleSets\Structural Rules\	★
	Model Revisions Comparison - Structural.cset RuleSets\Structural Rules\	☆

3.7 Análisis energético:

Utilice esta función para comprobar que el modelo se puede utilizar en el Análisis de Energía (por algún software de terceros). Este rol incluye un conjunto de reglas para la pre-comprobación de un modelo antes de análisis de energía.

- Pre-comprobación para el análisis de energía

Rulesets		
	Pre-check for Energy Analysis.cset RuleSets\Architectural Rules\	★

3.8 Ejemplo de reglas:

Utilizar este rol para explorar diferentes maneras de utilizar las reglas o normas. También puede utilizar esta opción cuando desee poner a prueba las reglas que el usuario haya customizado. En este rol nos podemos encontrar infinidad de reglas, como las siguientes:

- Regla de intersección general
- Modelo debe tener componentes
- Pavimentos y zonas comunes
- Espacios
- Distancias entre espacios
- Espacios deben estar incluidos en los grupos
- Espacios deben tener área suficiente para alojar ventanas
- Espacios deben tener un único identificador
- Los componentes se deben tocar entre sí
- Requisitos espaciales
- Las dimensiones de los componentes deben ser consistentes
- Los muros contraincendios tendrán componentes con características adecuadas
- Ruta de escape
- Accesibilidad de puertas
- Accesibilidad de rampas
- Espacio libre en planta
- Accesibilidad de escaleras
- Distancia entre plantas
- Distancia entre muros
- Espacios libres en frente a los componentes

	#175 Space Group Containment.cset Rulesets\Example Rules\	★
	#176 Model Structure.cset Rulesets\Example Rules\	★
	#179 Escape Route Analysis.cset Rulesets\Example Rules\	★
	#19 Spaces Must Have Enough Window Rulesets\Example Rules\	★
	#190 Fire Compartment Area Must Be w Rulesets\Example Rules\	★
	#191 Spaces Must Be Included in Fire Co Rulesets\Example Rules\	★
	#202 Space Validation.cset Rulesets\Example Rules\	★
	#203 Required Property Sets.cset Rulesets\Example Rules\	★
	#1 General Intersection Rule.cset Rulesets\Example Rules\	★
	#11 Model Should Have Components.cse Rulesets\Example Rules\	★
	#111 Floor and Gross Area Analysis.cset Rulesets\Example Rules\	★
	#132 Space Area.cset Rulesets\Example Rules\	★
	#161 Distances Between Spaces.cset Rulesets\Example Rules\	★
	#162 Spaces Must Be Included in Space Rulesets\Example Rules\	★
	#171 Component Dimensions Must Be Co Rulesets\Example Rules\	★
	#172 Fire Walls Must Have Correct Wall, Rulesets\Example Rules\	★

3.9 Finalizar con los requisitos BIM

Este rol incluye conjuntos de reglas hechas de acuerdo a los requisitos comunes de BIM en Finlandia (Common BIM Requirements). De cumplir con estos requisitos se estará asegurando la calidad de nuestro modelo, ya que cumplirá todas las indicaciones propuestas por una serie de especialistas que han estudiado como se debe ejecutar un modelo BIM desde cada parte, es decir nuestro modelo cumpliría con todas las exigencias requeridas desde el punto de vista de arquitectura, instalaciones, estructura ...etc.

Los “rulesets” o reglas que nos encontramos para este rol se corresponden con el contenido de las publicaciones “COBIM”, es decir:

- Lista de comprobación de la situación inicial (Checklist from starting situation)
- Lista de comprobación de la arquitectura (Checklist for Architectural BIM)
- Lista de comprobación de la instalación eléctrica (Checklist for Electrical elements BIM)
- Lista de comprobación para elementos de calefacción y ventilación (Checklist for HVAC elements BIM)
- Lista de comprobación para BIM fusionada (Checklist for merged BIM)
- Lista de comprobación de la estructura (Checklist for structural building element BIM)

Rulesets		
	COBIM2012-Checklist for Architectural BIM Rulesets\Finnish BIM Requirements\	★
	COBIM 2012-Checklist for Starting Situation Rulesets\Finnish BIM Requirements\	☆
	COBIM2012-Checklist for Electrical Element Rulesets\Finnish BIM Requirements\	☆
	COBIM2012-Checklist for HVAC System BIM Rulesets\Finnish BIM Requirements\	☆
	COBIM2012-Checklist for Merged BIM.cset Rulesets\Finnish BIM Requirements\	☆
	COBIM2012-Checklist for Structural Building Rulesets\Finnish BIM Requirements\	☆

3.10 Quantity Take-off

Utilice esta función para comprobar si un modelo se puede utilizar para extraer información.

Information Takeoff Definitions		
	Building Element Quantities.ito Information Takeoff\	★
	Spaces.ito Information Takeoff\	★
	Carbon Footprint Example Calculation.ito Information Takeoff\	★
	Component Level Cost Estimate for Slabs b Information Takeoff\	★
	Cost Report.ito Information Takeoff\	★
	Flow Terminals and Valves.ito Information Takeoff\	★
	Space Groups.ito Information Takeoff\	★
	Structural Quantities.ito Information Takeoff\	★

3.11 Entrenamiento:

Usar este rol para usuarios sin experiencia y que quieran adquirir formación paso a paso.

	GettingStarted.cset Rulesets\	★
---	---	---

Estos son a modo general los roles de los que disponemos en nuestro análisis

Cabe destacar que para que estos chequeos se puedan realizar, debemos tener todos los componentes de nuestro modelo clasificados, ya sean elementos, objetos o espacios. Porque las normas o reglas que seleccionemos actuarán sobre los componentes pertinentes para dicho análisis. Es decir, si nosotros hacemos un análisis arquitectónico, tendremos que tener una correcta clasificación de los elementos que forman parte de la arquitectura del modelo así como de la función que realizan en el mismo.

4. ABRIR EL MODELO

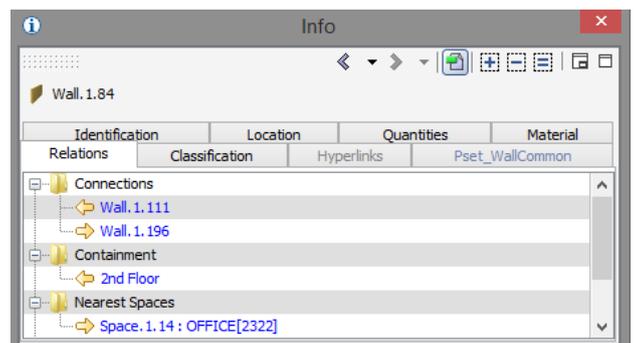
Una vez que ya hemos seleccionado un rol con el que queremos trabajar, ya podremos interactuar con el modelo.

La visualización 3D es una parte muy importante en este proceso ya que, gracias a ella podemos observar y analizar todos los componentes. Hoy en día la mayoría de software de análisis nos permiten realizar un “viaje virtual” a través de nuestro edificio, eso supone desde mi punto de vista una gran ventaja para todos los integrantes de un proyecto, ya que cualquier cambio que se realice se podrá observar inmediatamente.

En los softwares de análisis, podemos ordenar la información de manera sencilla, por ejemplo, la podemos ordenar:

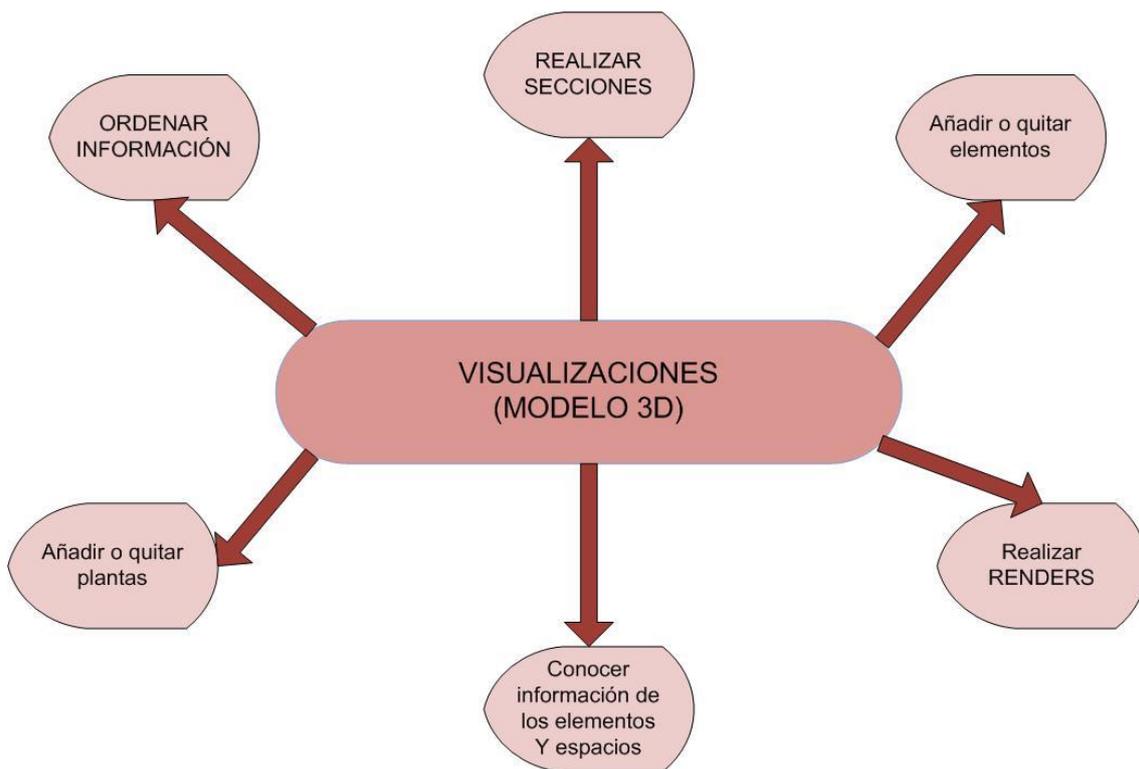
- Por plantas
- Por elementos o materiales
- Por capas

Por ejemplo, en una construcción muy repetitiva lo más aconsejable será ordenar la información por plantas, ya que una planta se repetirá encima de la otra.



Otra gran ventaja de la iteración con el modelo 3D es la de añadir o quitar elementos, ya que nos permite trabajar con un grupo o espacio aislado, esto lo podríamos realizar con plantas de un edificio por ejemplo, e ir analizando planta a planta los conflictos que puedan surgir.

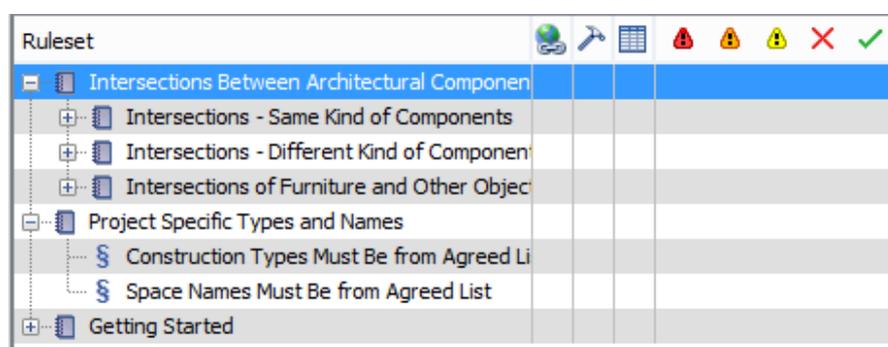
Además podremos conocer toda la información que contiene el elemento objeto de estudio, y si está de manera correcta.



5. ANÁLISIS O CHEQUEO DEL MODELO

Este es el momento en el que aplicaremos las restricciones que contienen las normas, reglas o “rulesets” para cada rol.

Este proceso consistirá en radiografiar el modelo según las directrices impuestas por esas reglas y detectar los riesgos que surgen del incumplimiento de esos factores.



Una vez que el análisis concluya, se realizará una enumeración de la totalidad de los conflictos encontrados, para cada regla o “ruleset”. Se podrá navegar de manera individual por las deficiencias encontradas, analizando y evaluando cada una de ellas.

Issue Count	771	374	0	0	0
Issue Density	10	5.1	0	0	0

Como conclusión deberemos evaluar el riesgo de cada conflicto detectado, según una escala de relevancia, que será la siguiente:



Relevancia baja : Aquellos conflictos que no afectan directamente a la calidad del modelo o tienen poca actividad. Por ejemplo un espacio de 0.2m² que está sin clasificar.

Relevancia moderada 🚩 : Aquellos cuyo papel puede jugar un papel influyente o no en la calidad del modelo. Se deben analizar y decidir si afectan de manera crucial o no. Por ejemplo un lavamanos demasiado cerca de una ventana.

Relevancia crítica 🚨 : Aquellos que afectan de manera negativa a la calidad del proyecto y que de no ser corregidos, suponen un riesgo importante para la calidad del modelo. Por ejemplo un muro intersecando una puerta.

Conflictos aceptados ✅ : Normalmente conflictos de relevancia o riesgo bajo y moderado que no afectan de manera crucial a la calidad del modelo.

Conflictos rechazados ❌ : Todos los conflictos que suponen una incompatibilidad grave dentro del modelo y cuya aceptación supondría una merma importante en la calidad del edificio.

Aquellos defectos, errores o incompatibilidades que necesiten ser subsanados de manera inmediata, se recogerán en el informe de deficiencias o conflictos, y serán comunicados al equipo de trabajo responsable para que los solucionen de manera inmediata. En el punto siguiente entraremos más en detalle en cómo elaborar un informe de deficiencias.

6. DECISIONES SOBRE LOS ANÁLISIS:

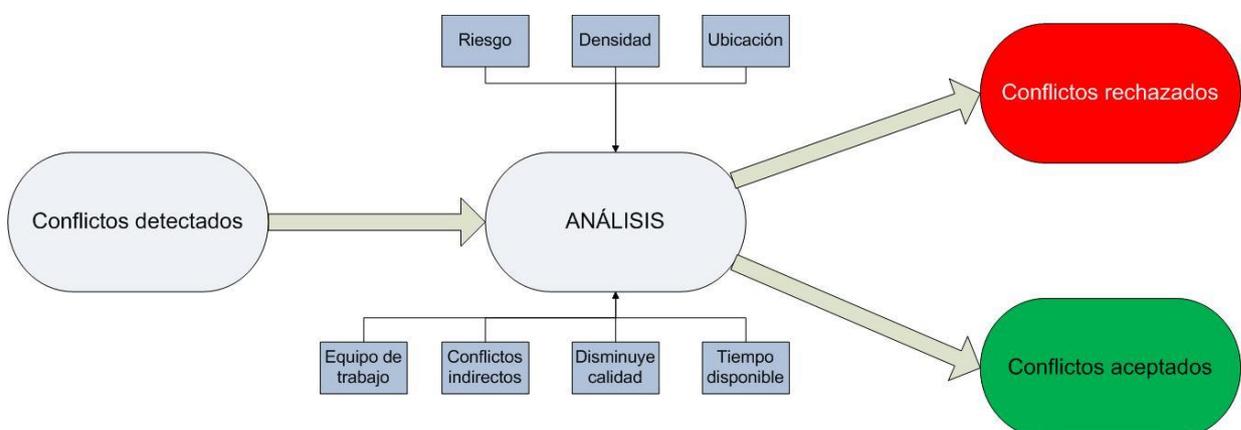
Una vez que hemos realizado los análisis correspondientes, es decir, habremos identificado, analizado y valorado todos los conflictos que hemos detectado. Se deberá tomar las decisiones pertinentes para cada uno de ellos.

Esto significa que tendremos que aceptarlos o rechazarlos teniendo en cuenta los siguientes factores:

- Relevancia o riesgo del conflicto (bajo, moderado, crítico)
- Densidad de aparición
- Ubicación dentro del edificio
- Conflictos indirectos que genera
- Disminuye la calidad
- Tiempo del que disponemos para corregirlo
- Equipo de trabajo responsable

Pues bien, valorando cada conflicto desde los puntos de vista anteriores, se tomarán las decisiones pertinentes.

Los errores o incompatibilidades que se rechazan deberán ser recogidos en el informe de conflictos estáticos, que será transmitido de forma inmediata a los equipos de trabajo.



6.1 Elaboración de informe de conflictos

Una vez ya seleccionados los conflictos que vamos a reportar para que sean solucionados, deberemos organizarlos y describirlos para así poder transmitirlos a los agentes implicados en el proyecto.

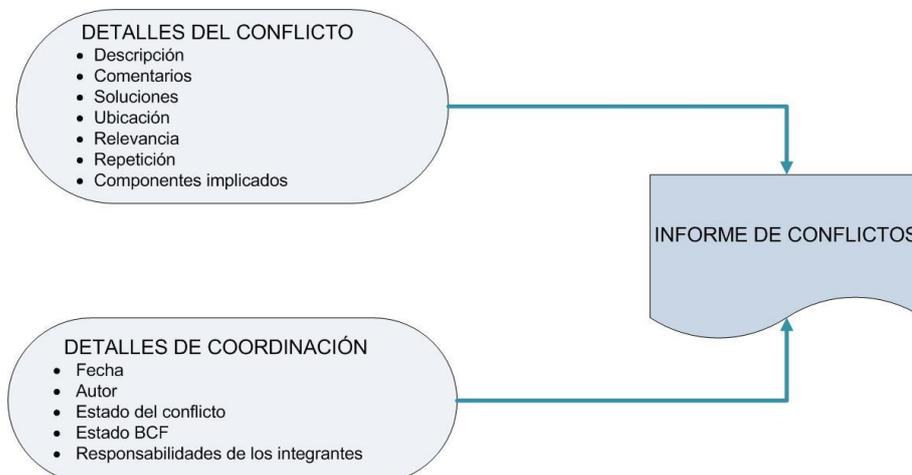
Para ello se debe elaborar un documento que denominamos informe de conflictos. El informe debe cumplir con los siguientes requisitos de información en los siguientes apartados:

-Detalles del conflicto:

- Descripción de la incidencia
- Comentarios sobre el conflicto
- Posibles soluciones
- Ubicación
- Repetición del mismo conflicto
- Relevancia
- Componentes implicados

-Detalles de coordinación:

- Fecha del análisis o chequeo
- Autor del análisis
- Estado del conflicto (abierto, cerrado, resuelto, asignado)
- Estado BCF (building collaboration format)
- Responsabilidades de los integrantes

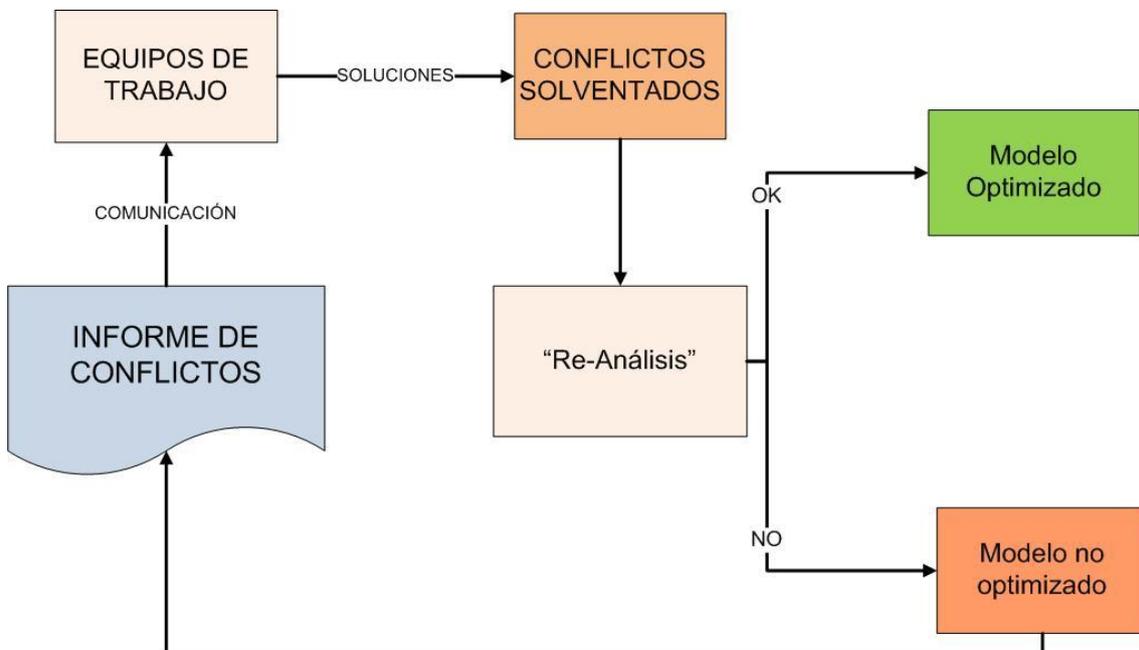


Hecho el informe se podrá crear un documento físico o simplemente se creará un documento virtual que ya será transmitido de manera automática a los agentes implicados en el proyecto. Así de forma instantánea podrán saber los resultados de nuestro análisis.

La comunicación y colaboración entre todos los equipos de trabajo, es uno de los fundamentos básicos de los proyectos BIM.

Con la comunicación de las deficiencias daremos por finalizado el primer análisis, ahora es el turno de que los equipos responsables de tales conflictos los solventen y vuelvan a entregar el modelo, para un posterior “re-análisis” en el que confirmaremos si esos errores comunicados fueron eliminados o no.

De estar todo correcto, podríamos asegurar que contamos con un modelo optimizado en todas sus disciplinas y será apto para poder extraer información del mismo.



7. INFORMACIÓN QUE SE PODRÍA OBTENER DEL MODELO OPTIMIZADO:

Entendemos por modelo optimizado, aquel que no contiene ningún tipo de conflicto estático, y gracias a la ausencia de cualquier tipo de error, obtenemos un modelo “óptimo” para poder extraer información del mismo. Si no contáramos con un modelo optimizado no podríamos asegurar la calidad o fiabilidad de la información extraída del mismo.

Por extraer información, nos referimos a poder adquirir datos para poder utilizar en otras tareas. Por ejemplo, se podrán conocer datos referidos a las mediciones, como pueden ser, superficies, áreas, volúmenes.

A continuación se muestran los apartados de información que podríamos extraer gracias a la consecución de un modelo optimizado:

- Cantidades de los elementos del edificio (Building element quantities):

Esta información será referente a las cantidades de los elementos que forman parte de nuestro edificio

- Ejemplo de cálculo de la huella de carbono (Carbon footprint example calculation):

Es un ejemplo de cómo puede utilizar valores de “Building Information Model” para calcular algunos valores especiales que se necesitan en el cálculo de la huella de carbono. Es necesario definir los valores necesarios.

- Estimación de coste para forjados (Component level cost estimate for slabs):

Información útil para realizar la estimación de costes de forjados de cada planta del modelo.

- Informe de costes (Cost report):

Información que puede ser útil para la elaboración del informe de costes.

- Muros cortina (Curtain walls):

Información sobre las dimensiones de los muros cortina. Solo puede ser utilizado con modelos “Revit”.

- Terminales de flujo y válvulas (Flow terminals and valves):

Información referida a las cantidades de sistemas, válvulas, terminales de flujo... incluidos en los espacios del modelo.

- Tuberías y conductos (Pipes and ducts)

Información sobre las cantidades y dimensiones de las tuberías y conductos que forman parte de nuestras instalaciones.

- Grupos de espacios (Spaces groups)

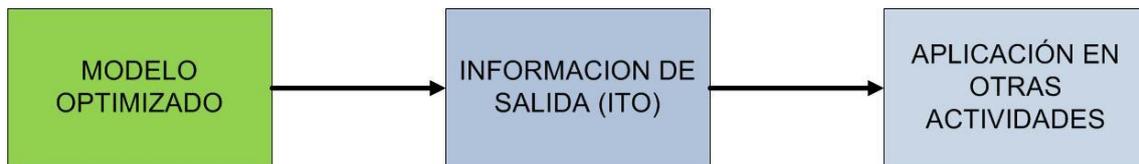
Áreas y superficies de los grupos de espacios que contiene el modelo

- Spaces (Espacios)

Áreas y superficies de los espacios por su tipo de uso

- Structural quantities

Se extraerán las cantidades, superficies y áreas referidas a la parte estructural del modelo



8. APLICACIÓN CASO PRÁCTICO

A continuación se muestra la aplicación en un caso real del proceso que hemos descrito.

El edificio objeto de estudio, es un edificio de viviendas que consta de dos sótanos y cuatro plantas.

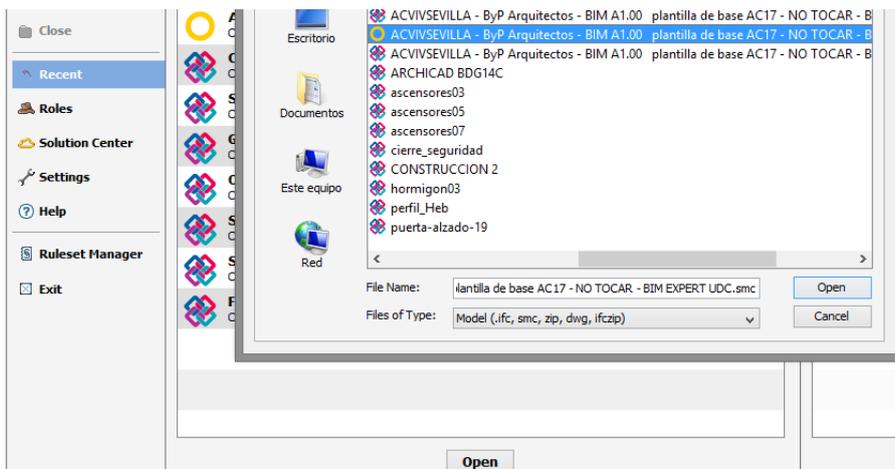
Los pasos que vamos a seguir son los siguientes:

1. Recibimos IFC o archivo compatible
2. Seleccionamos rol
3. Seleccionamos reglas o normas (rulesets)
4. Interacción con el modelo y el entorno de trabajo
5. Análisis o chequeo del modelo
6. Comunicación de los conflictos rechazados
7. Extracción de información del modelo

1. Recibimos IFC archivo compatible:

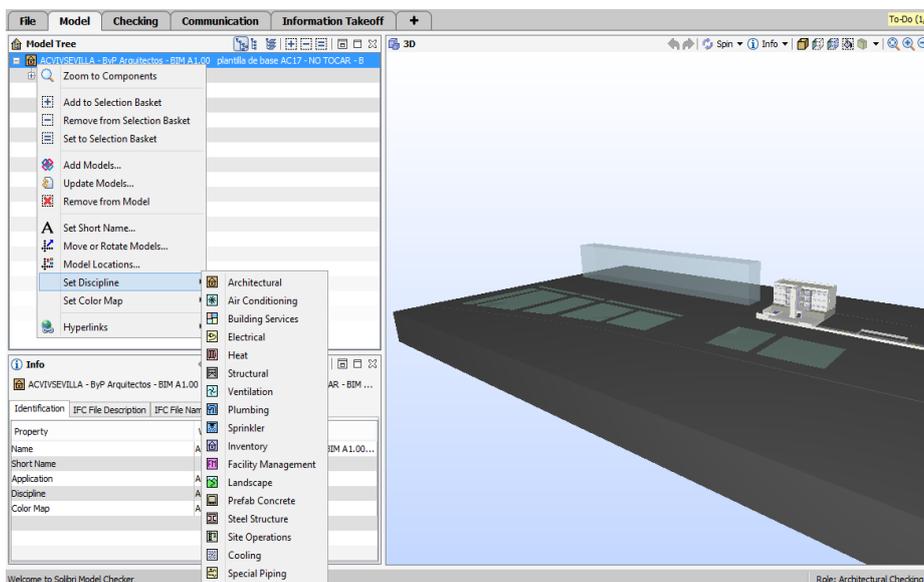
El archivo/s que recibimos ya vendrá definido completamente. Es decir debe contener ya una serie de requisitos básicos que se han definido con anterioridad en este documento.

Vamos a trabajar con un archivo “IFC” que contiene un edificio de viviendas, este está formado por 2 Plantas de sótano, y 4 plantas



Como vemos en la imagen los formatos compatibles, serán .ifc; .smc; .zip; .dwg; .ifczip .

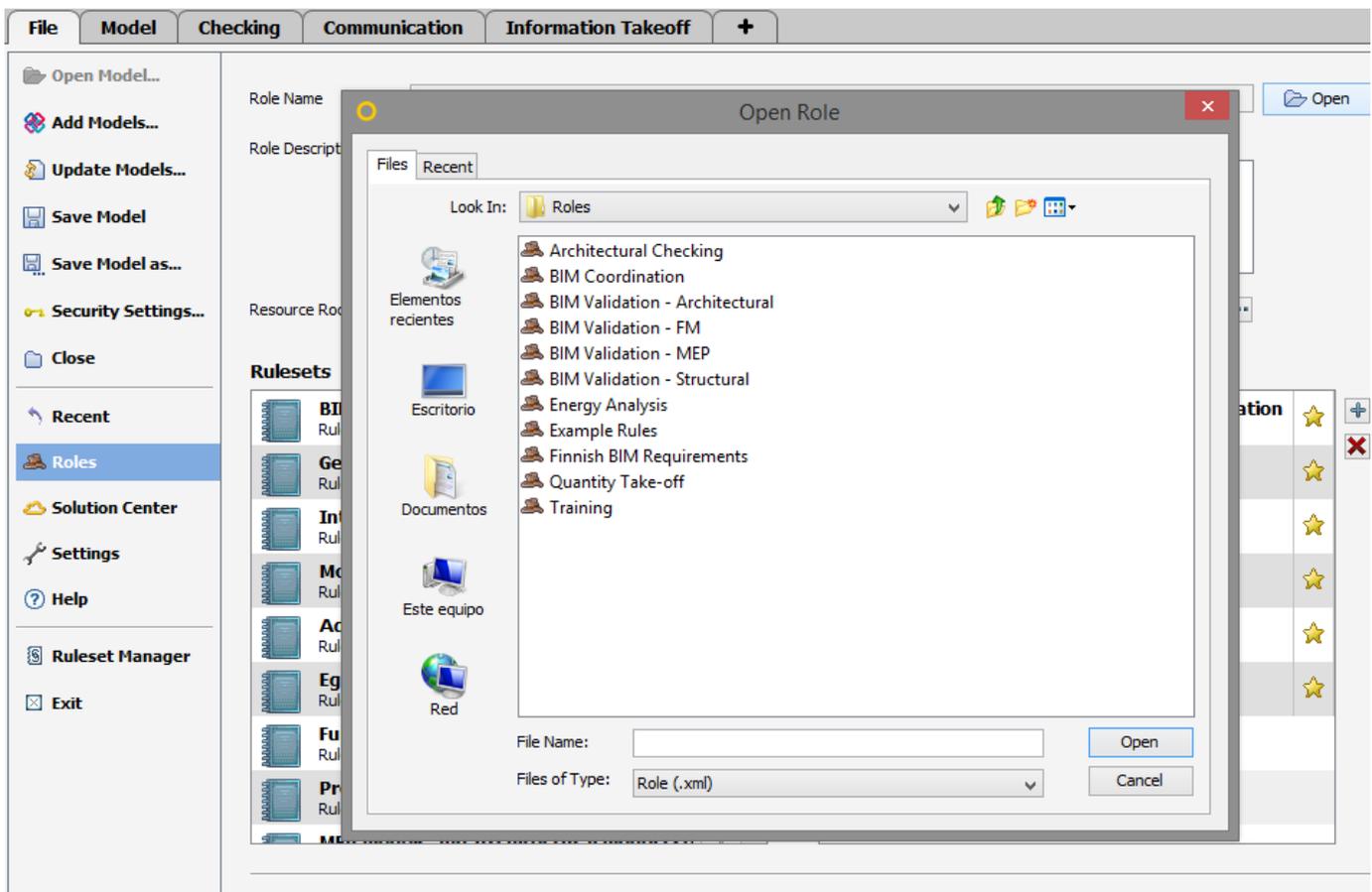
Una vez abierto el archivo pasaremos al paso número 2 que será seleccionar el rol que vamos a desempeñar en nuestro análisis, pero previamente debemos seleccionar la disciplina más adecuada para nuestro rol.



Podemos apreciar en la imagen las distintas disciplinas que podemos seleccionar, en nuestro caso vamos a seleccionar la arquitectura, pero por ejemplo si se tratase de la instalación de aire acondicionado, pues seleccionaríamos la dispuesta a tal efecto.

2. Seleccionamos rol :

El primer paso a realizar una vez recibido y abierto el modelo, será escoger el rol que desempeñamos en el proyecto. Estos roles son propios del entorno BIM.



Se puede apreciar en la imagen los roles que podemos seleccionar, la mayoría de ellos están relacionados con la validación en el entorno BIM tanto de la arquitectura, como de las instalaciones, estructura, facilidad de gestión...etc. Esto significa que comprobaremos si nuestros modelos cumplen con respecto a una serie de comprobaciones que vamos a llamar reglas o “rulesets”.

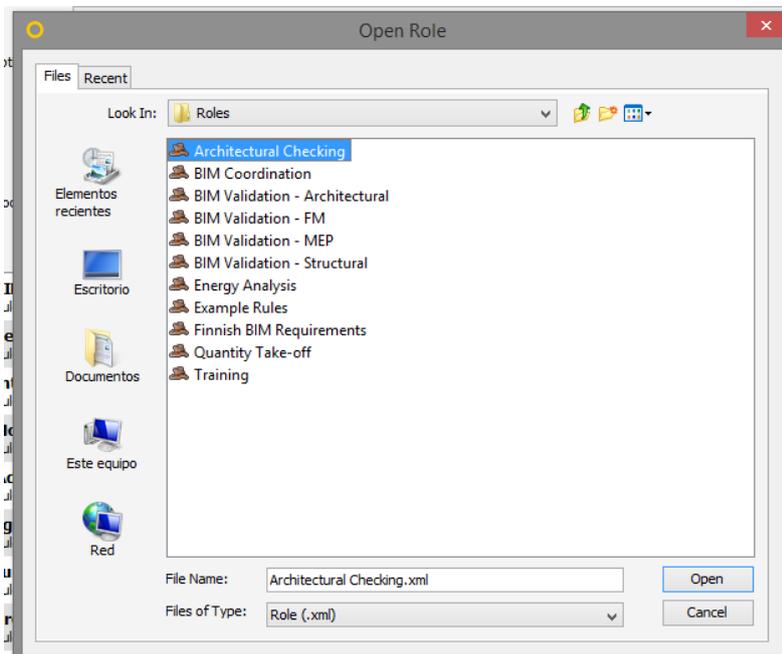
Estas reglas van a depender del rol que seleccionemos, ya que serán unas comprobaciones para validar la arquitectura y otras distintas para validar por ejemplo la estructura.

Además de poder verificar si se cumplen estas reglas para cada parte de nuestro edificio, también podremos cruzar estas partes, es decir,

podremos correlacionar por ejemplo la arquitectura con las instalaciones y de esta manera observar si se produce algún tipo de conflicto.

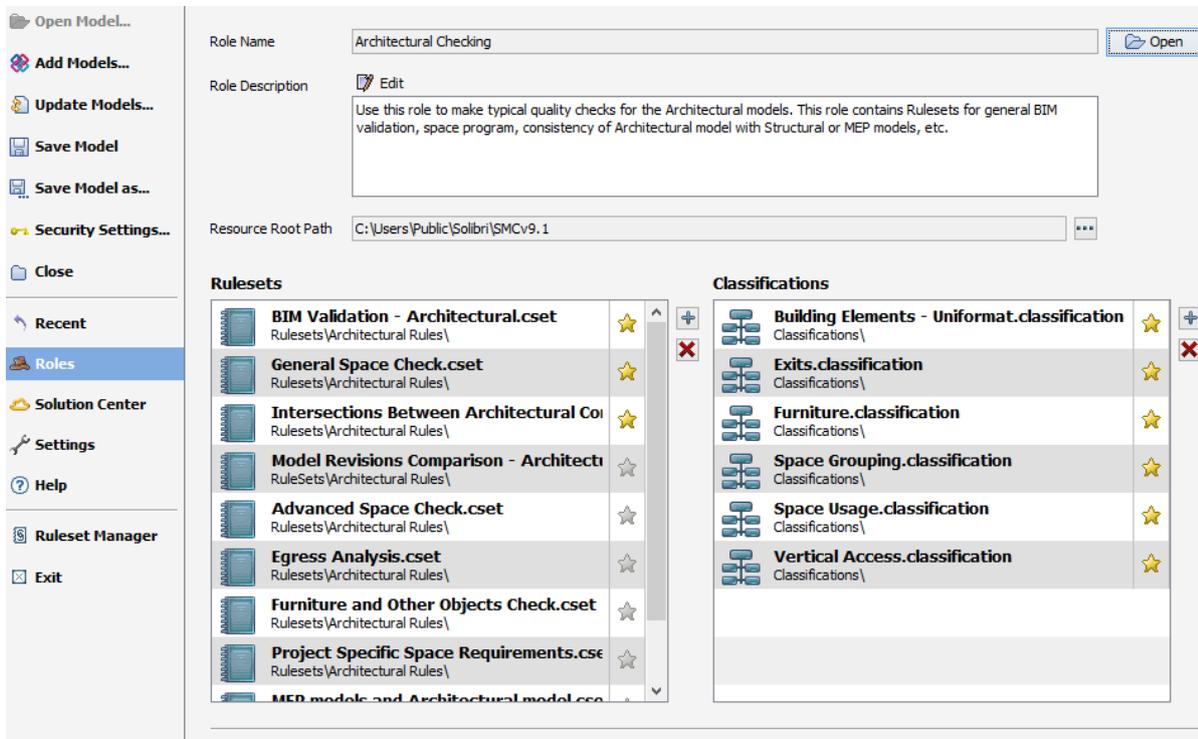
Hay que destacar que se podrán crear miles de rulesets a necesidad del usuario, y se podrán abrir desde un rol propio que será el de reglas de ejemplo, “example rules”.

Ahora como tengo que escoger un rol para continuar, escojo por ejemplo el de análisis de la arquitectura, “architectural checking”



Hacemos click en abrir, y a continuación pasaremos a hablar de las reglas propias o seleccionables para cada rol y veremos como las podremos añadir o eliminar.

3. Seleccionamos reglas o “rulesets” :



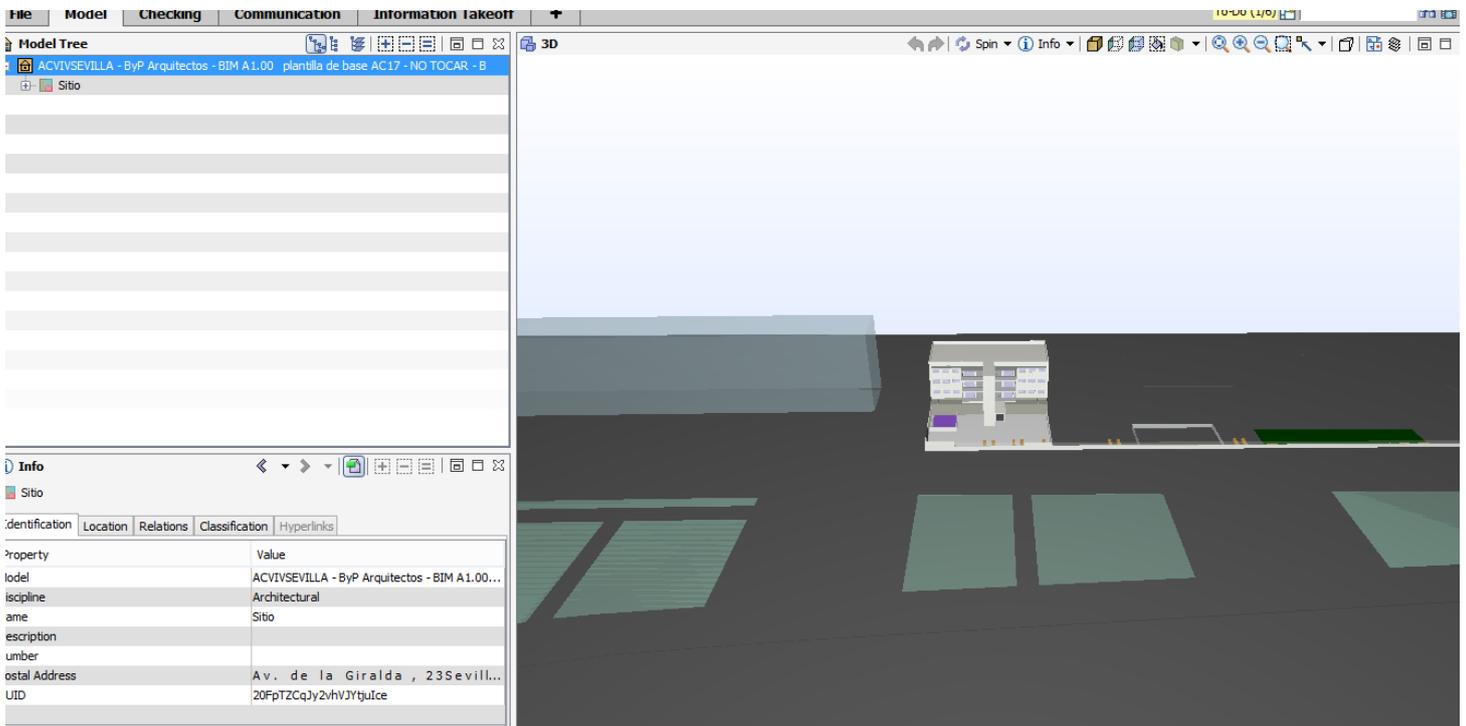
En la pantalla anterior podemos observar por un lado los “rulesets” que podemos cargar, es decir las reglas que vamos a utilizar para realizar las comprobaciones pertinentes y así poder detectar posibles conflictos en nuestros modelos. Para añadir o quitar estas reglas, debemos seleccionar o no la estrella que aparece al lado de cada una. En mi caso solamente voy a realizar las tres primeras comprobaciones, por lo tanto todas las demás las dejo sin seleccionar. En el otro lado se encuentra el apartado de clasificaciones, en dónde están las distintas clasificaciones que debe tener nuestro modelo, que serán las siguientes:

- De elementos del edificio
- De salidas
- De grupos de espacios
- De mobiliario
- Usos de los espacios
- Accesos verticales

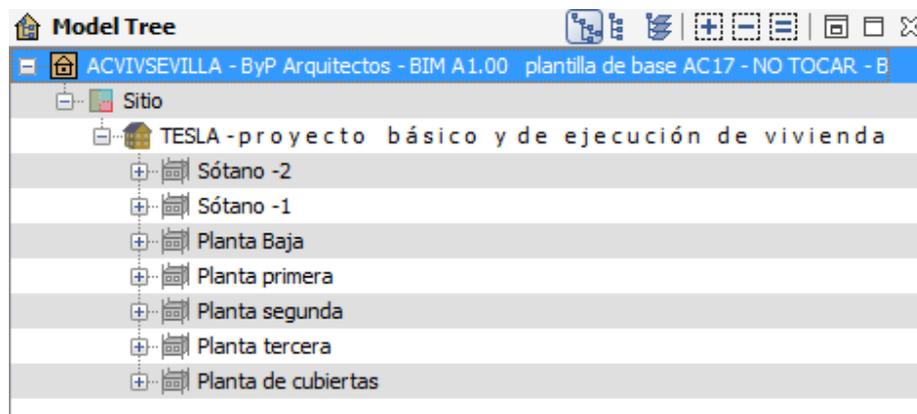
Si alguna de esta información no estuviese en el modelo la podremos añadir en el apartado de clasificaciones, del que hablaremos más adelante.

Ya sabemos que reglas cargar y tenemos seleccionado nuestro rol, así como la disciplina. Por lo que podemos pasar al siguiente punto que será la interacción con el modelo y el entorno de trabajo.

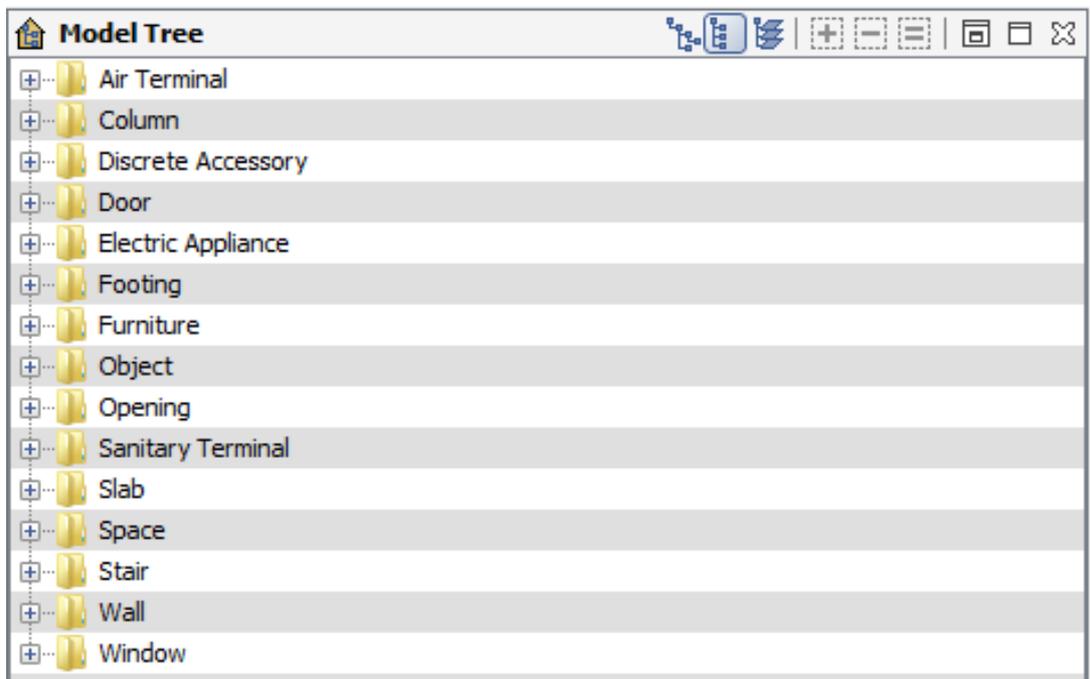
4. Interacción con el modelo y entorno de trabajo:



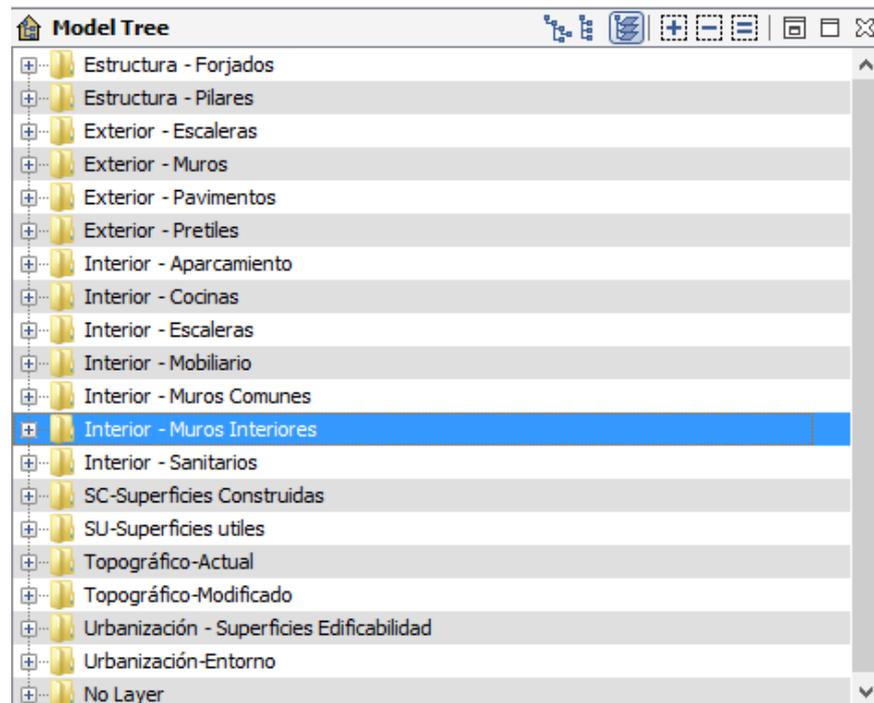
Aquí tenemos nuestro modelo abierto con todas sus componentes, en la parte superior de la pantalla podemos navegar entre las distintas partes del proceso. En la parte izquierda tenemos el árbol de nuestro modelo. Podemos optar por distintas configuraciones a la hora de ordenar esa información, para ello debemos hacer click en alguno de estos tres iconos  , cada uno nos ordenará esa información con una jerarquía diferente. Por ejemplo en el primer caso, se nos organizara según las plantas



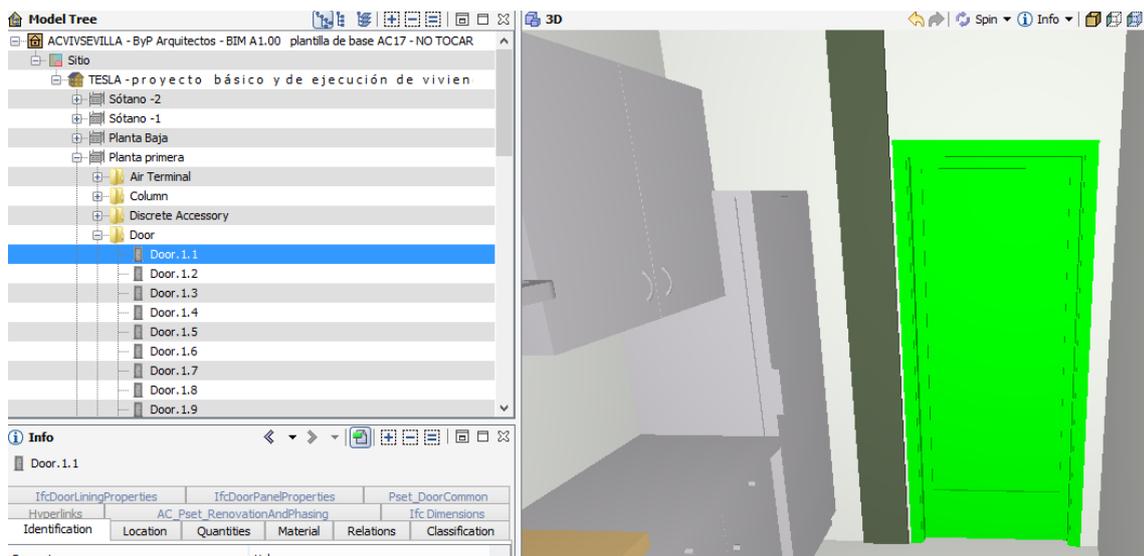
Si seleccionamos el segundo caso, se nos ordenará según los elementos



Y por último si seleccionamos el tercer caso, se nos ordenará según los diferentes “layers” o capas:



Esas serían las tres formas en las que podemos organizar nuestro modelo, en todas ellas podríamos navegar e ir a algún elemento en concreto, por ejemplo, en este caso he seleccionado la puerta 1.1 de la primera planta, y al hacer doble click en ella me aporta su ubicación. Esto lo podría realizar con todos los elementos.



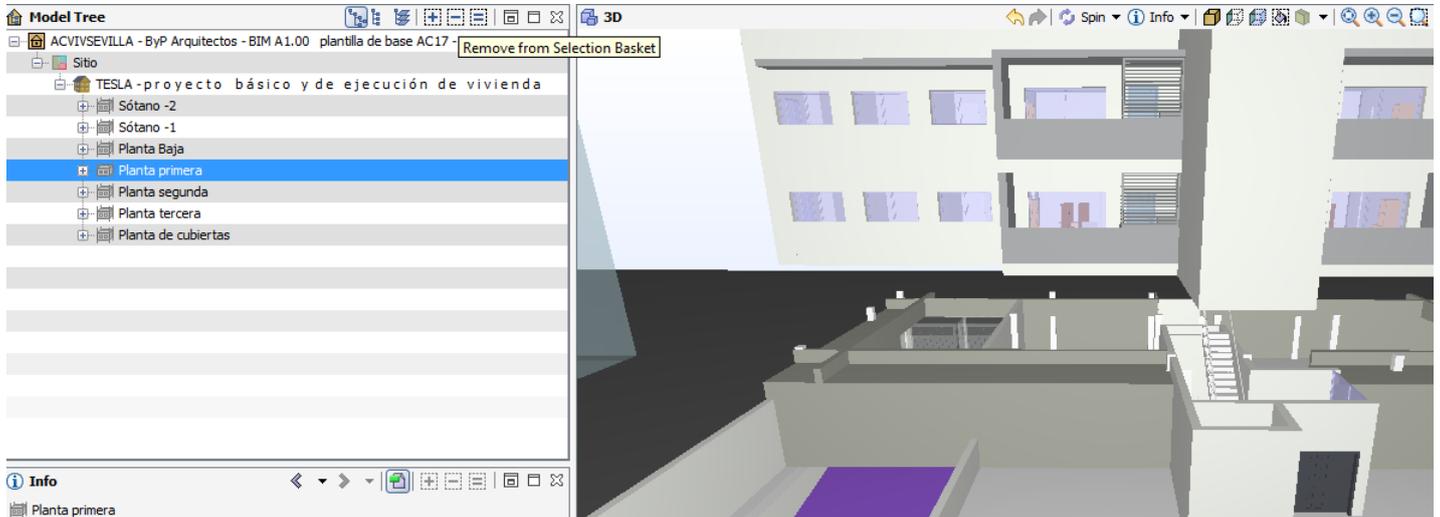
Ahora vamos a hablar de la cesta de selección o “selection basket”, gracias a esta herramienta podemos añadir o eliminar partes de nuestro modelo, o trabajar en solitario con la parte seleccionada. Para ello tenemos los siguientes iconos 

El símbolo más se utilizara para añadir partes que ya estén en la cesta de selección, el símbolo menos para quitar alguna parte del modelo y añadirla a nuestra cesta, y el símbolo igual para trabajar en solitario con la parte que hemos eliminado.

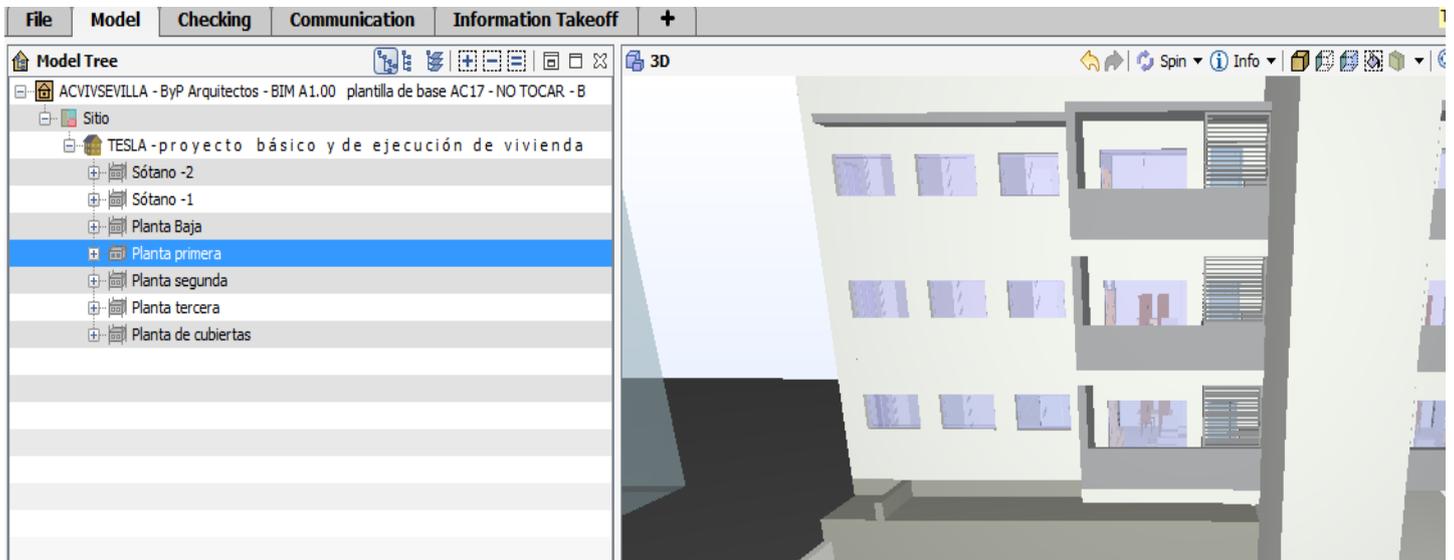
Esto puede resultar muy útil, ya que podemos ir analizando los conflictos de manera ordenada y progresiva.

A continuación se muestra una secuencia de imágenes para que se vea el proceso de añadir y quitar una planta, y por ultimo como se podría trabajar con esa planta aislada.

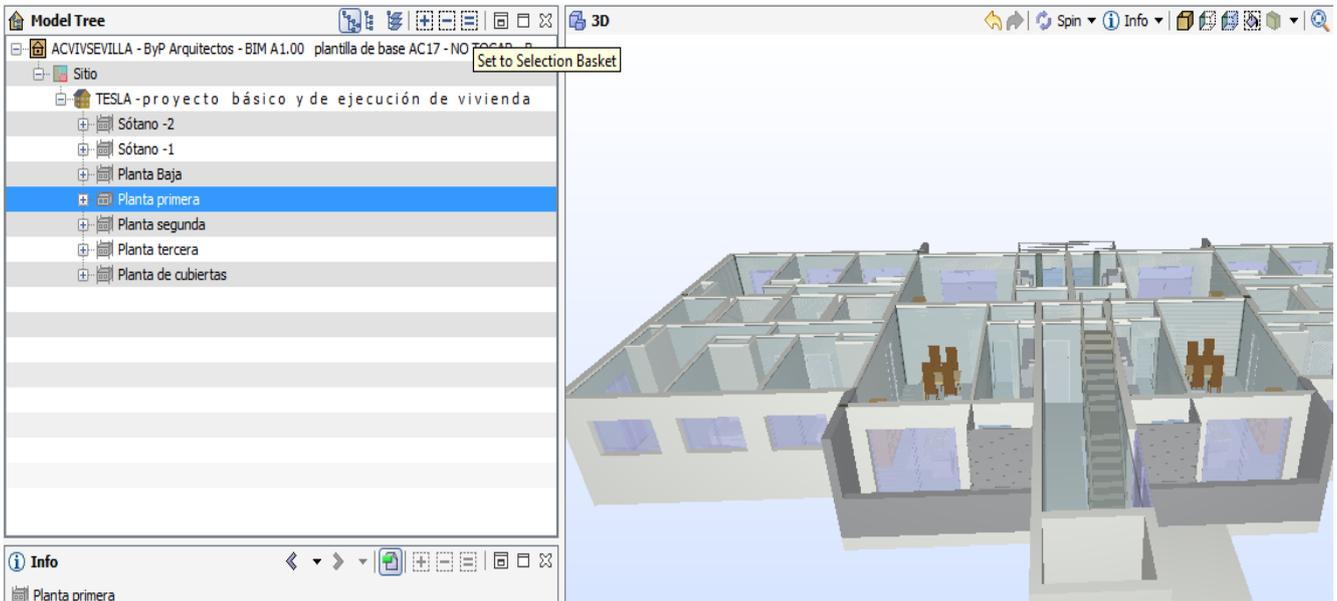
He seleccionado la planta primera, y he hecho click en el símbolo menos



Hago click en el símbolo más y vuelvo a tener la primera planta



Si quiero trabajar con solo la primera planta, la elimino primero y luego doy click en igual:



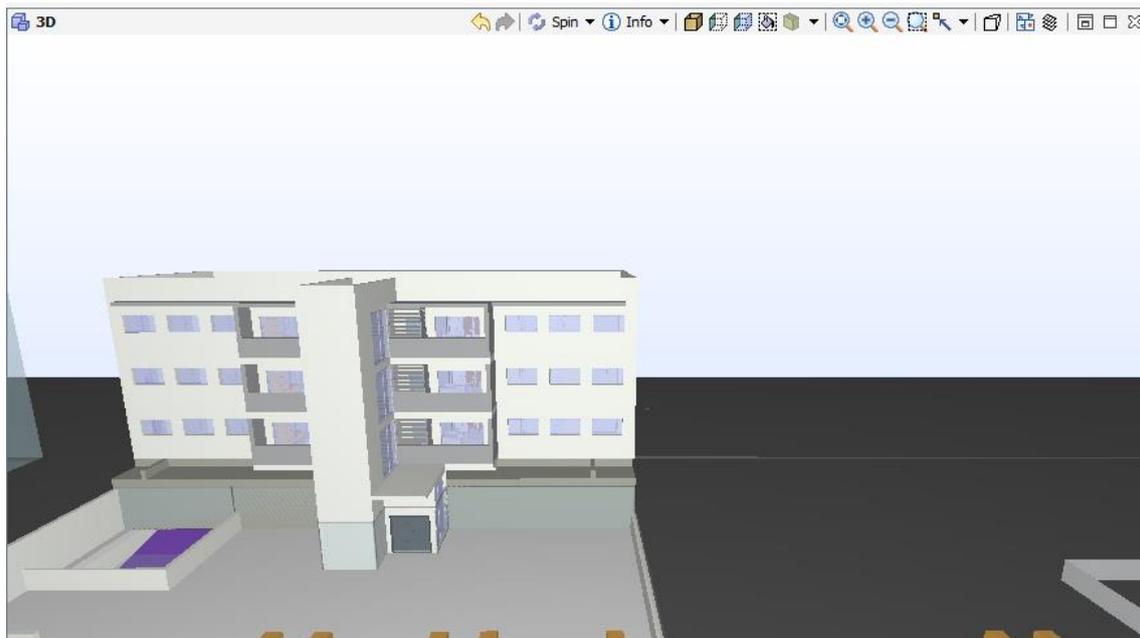
Se puede realizar esto para cualquier objeto, no solo a las plantas, y se hará con click derecho en el elemento que queremos actuar y seleccionando una de las tres opciones; añadir, quitar o aislar.

Ahora vamos hablar de la pestaña de información, en ella podemos encontrar todo lo que nuestro archivo contiene de un elemento. Por ejemplo si queremos saber la altura de alguna de nuestras plantas, debemos seleccionar la planta de estudio y luego dirigirnos a la pestaña info.

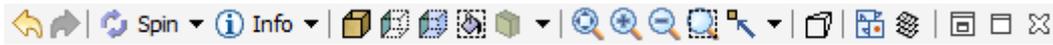
Property	Value
Site	Sitio
Building	TESLA -proyecto básico y de e...
Top Elevation	0 mm
Bottom Elevation	-4.07 m
Global Top Elevation	0 mm
Global Bottom Elevation	-4.07 m

Esto lo podremos realizar con todos los elementos no solo con las plantas, y en esta pestaña se nos mostrará toda la información que tengamos de dicho elemento.

Ahora vamos a estudiar la ventana 3D y las diferentes herramientas que podemos utilizar dentro de ella.

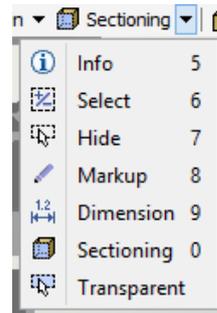


En la parte superior vemos cómo están los distintos iconos de las herramientas disponibles, todas estas herramientas están relacionadas con la visualización, salvo las primeras que son para deshacer acciones. A continuación haremos una pequeña descripción de la función de cada una.

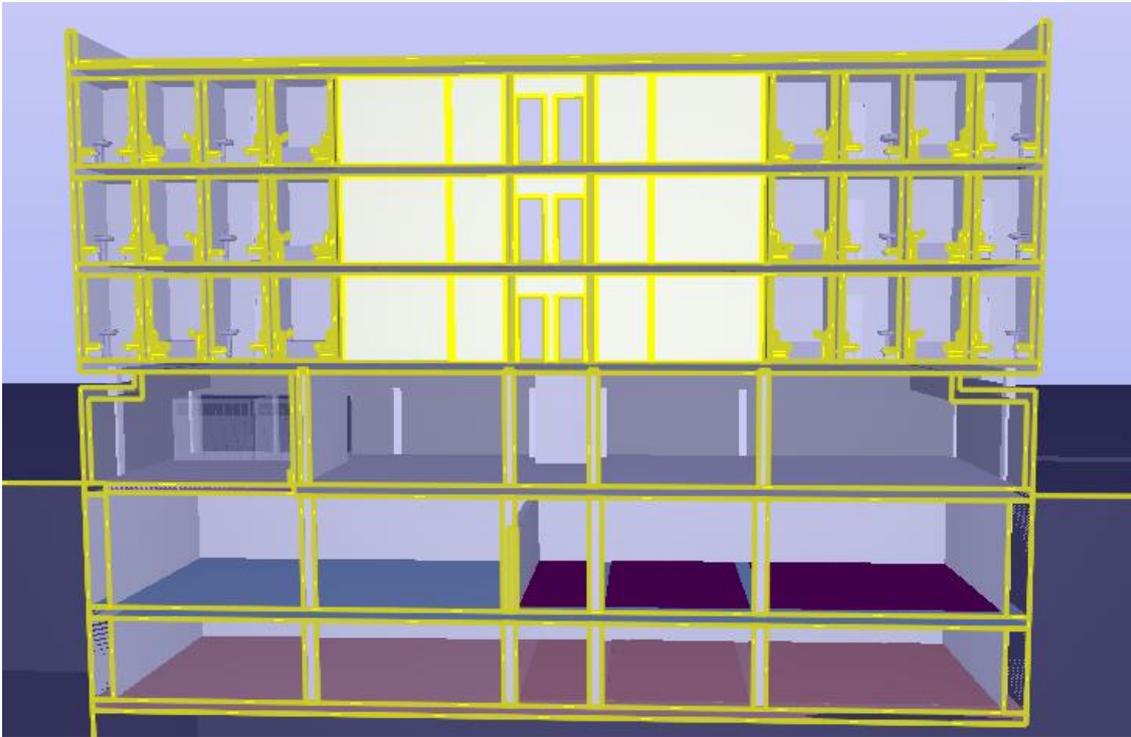


Empezando de izquierda a derecha, empezaremos por el icono que pone “spin”, significa rotar y es lo que haremos cada vez que hagamos click izquierdo y lo mantengamos pulsado en nuestra ventana 3D, se podrá cambiar por mover, o por caminar (nos moveremos con las flechas del teclado)

Luego tenemos el botón de info, que se podrá cambiar por alguna de las siguientes opciones (seleccionar o quitar, esconder, remarcar, medir, seccionar, volver transparente) y afectarán al efecto que tenga el click izq sobre alguno de nuestros elementos.



Se muestra a continuación un ejemplo de una sección

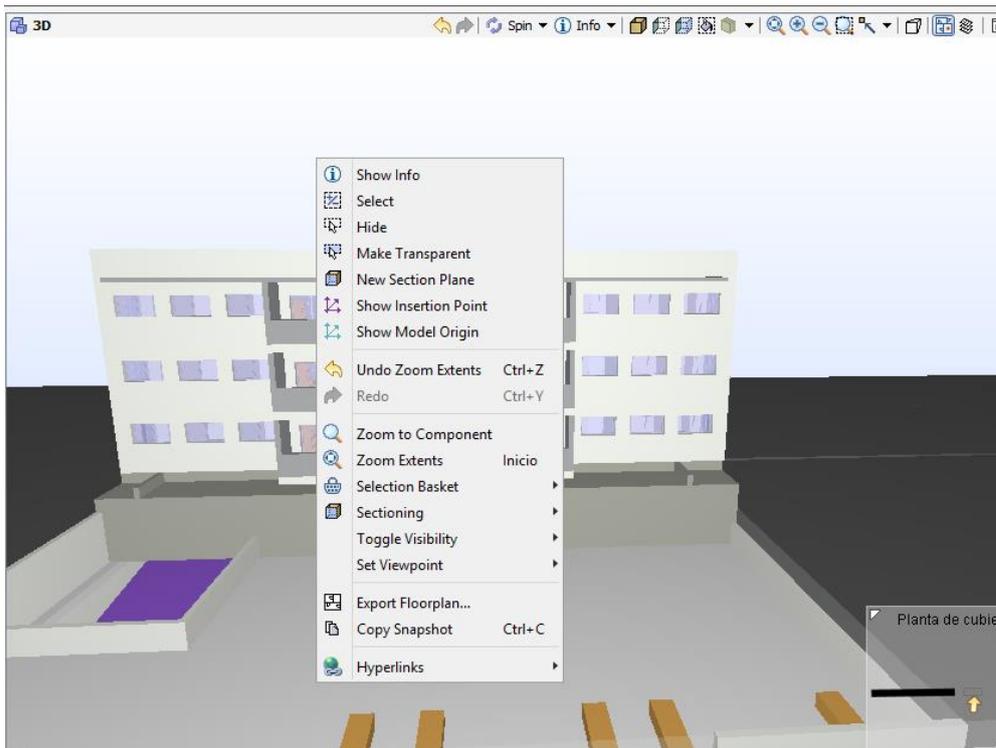


Seguimos con las demás herramientas que quedan  estas se utilizarán para cambiar la vista de nuestro modelo, de izquierda a derecha tenemos: modelo con paredes sólidas, mostrar solo elemento seleccionado, modelo con paredes transparentes, rellenar algún elemento del modelo, y la pestañita que queda sería para añadir o eliminar elemento/s en concreto

	Show / Hide Space	Alt+S
	Show / Hide Wall	Alt+W
	Show / Hide Slab	Alt+L
	Show / Hide Suspended Ceiling	Alt+C
	Show / Hide Roof	Alt+R
	Show / Hide Door	Alt+D
	Show / Hide Window	Alt+I
	Show / Hide Beam	Alt+B
	Show / Hide Column	Alt+O
	Show / Hide Stair	Alt+T

Las herramientas  se utilizarán para cambiar el punto de vista sobre nuestro modelo y esa será su única función, por lo tanto solo servirán para lo que afecta a la visualización del modelo.

Y por último  estas herramientas nos valdrán para cambiar la perspectiva del modelo, y para visualizar el esquema de situación en 2D.

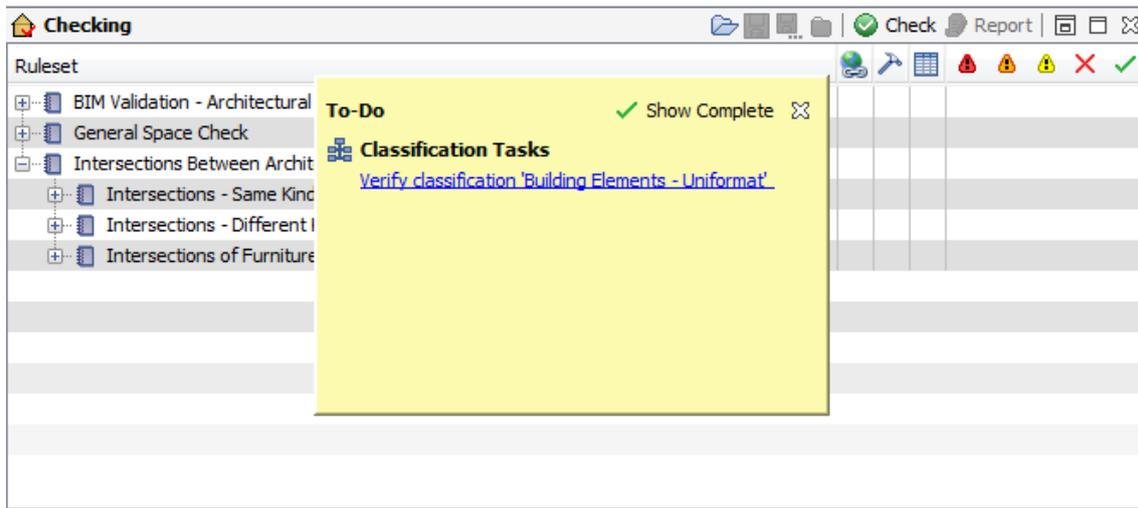


Podemos acceder a casi todas las herramientas anteriormente descritas, solamente haciendo click derecho sobre la ventana 3D.

5. Análisis o chequeo del modelo:

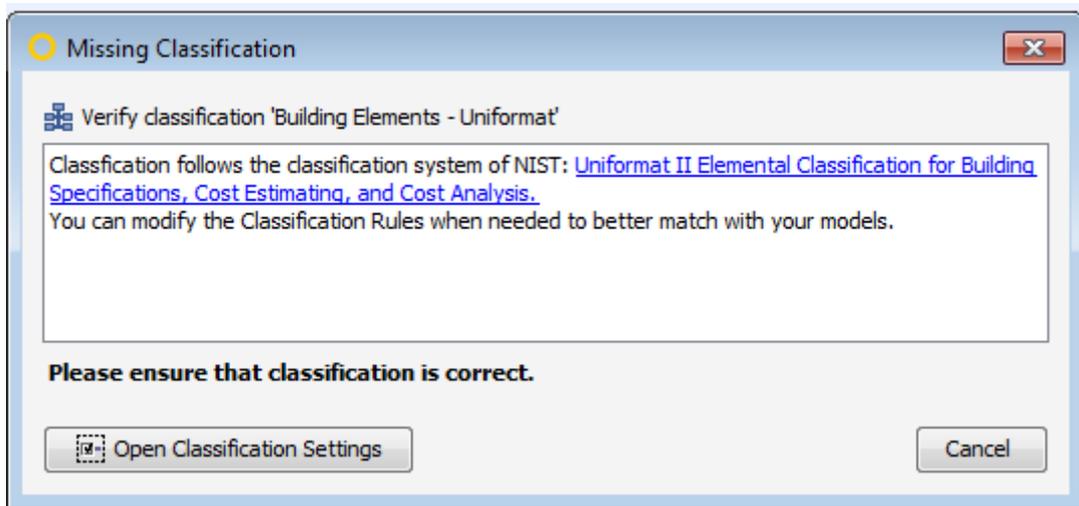
El siguiente proceso una vez que ya sabemos cómo abrir el modelo y interactuar con él, será el de realizar los análisis que queramos realizar según el rol que hayamos escogido. Este proceso es clave para evaluar la calidad del modelo y para poder realizarlo debemos cumplir previamente con todas las tareas requeridas, para ello contamos con una pestaña llamada “TO-DO” que nos indicará las tareas que debemos realizar.

Continuamos con el ejemplo anterior (seleccionado el rol de architectural checking), y observamos como al cambiar a la pestaña checking ya nos aparece directamente el siguiente mensaje.

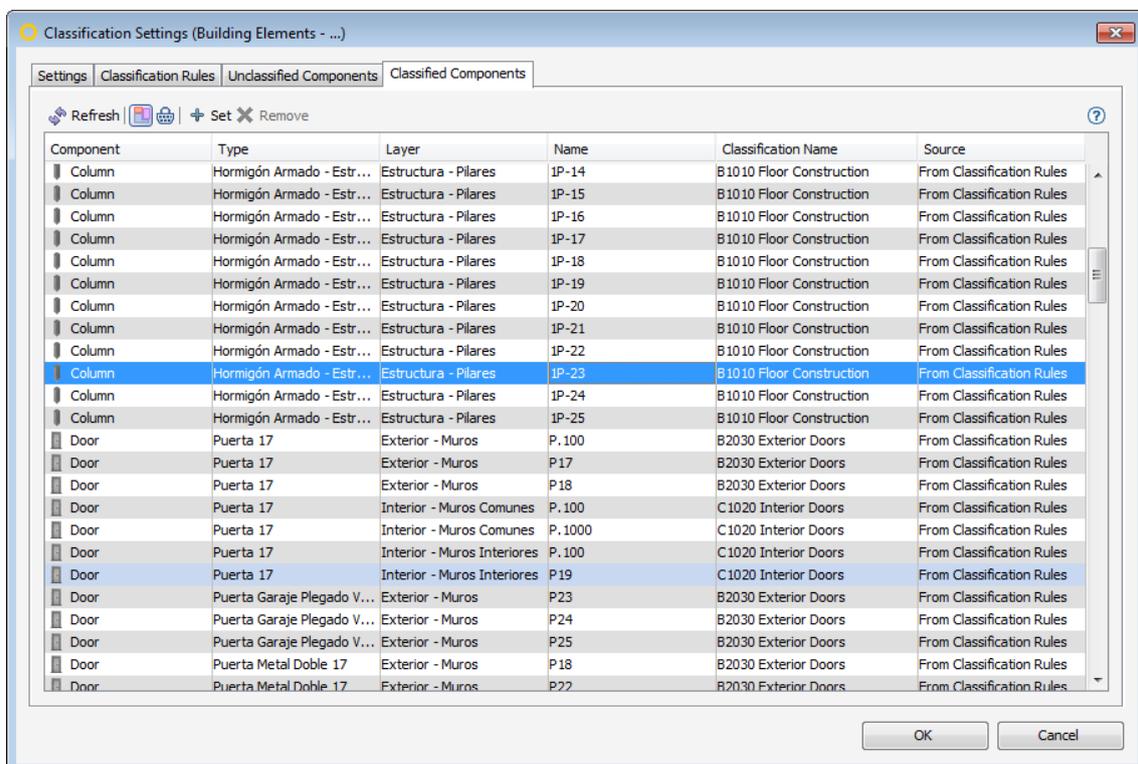


Esto nos indica que debemos realizar o verificar la clasificación de los elementos constructivos antes de realizar este chequeo. Esta información podría ya estar definida previamente en el modelo y por lo tanto ya no nos aparecería esta tarea pendiente y por lo tanto ya podríamos realizar el análisis. Como en nuestro modelo no está definida dicha información vamos a ver como la podemos definir desde aquí.

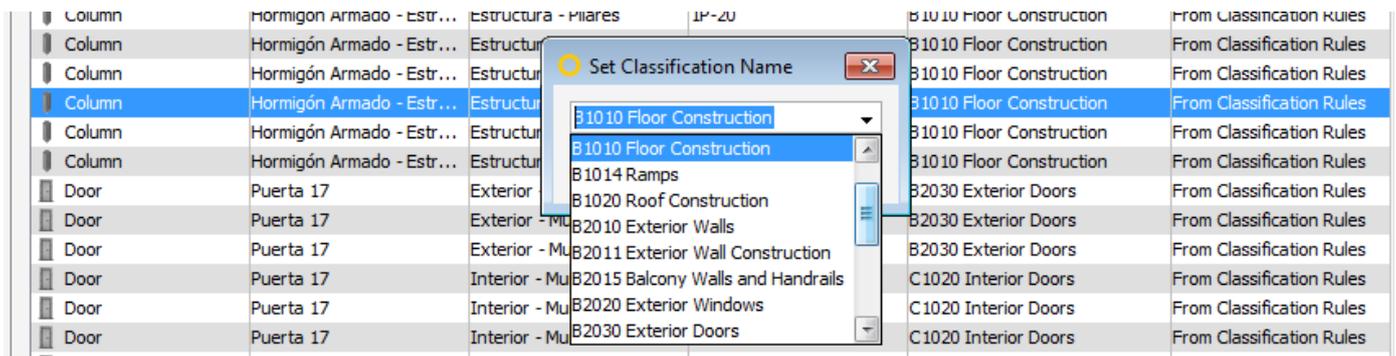
Al hacer click en el mensaje “verify classification Building elements-uniformat” nos aparecerá la siguiente pestaña:



El mensaje nos informa de que debemos verificar y completar si la clasificación de los elementos constructivos está hecha de manera correcta, para ella damos seleccionamos “Open classification settings” y nos aparecerá la siguiente lista con todos los elementos que forman parte de nuestro modelo.

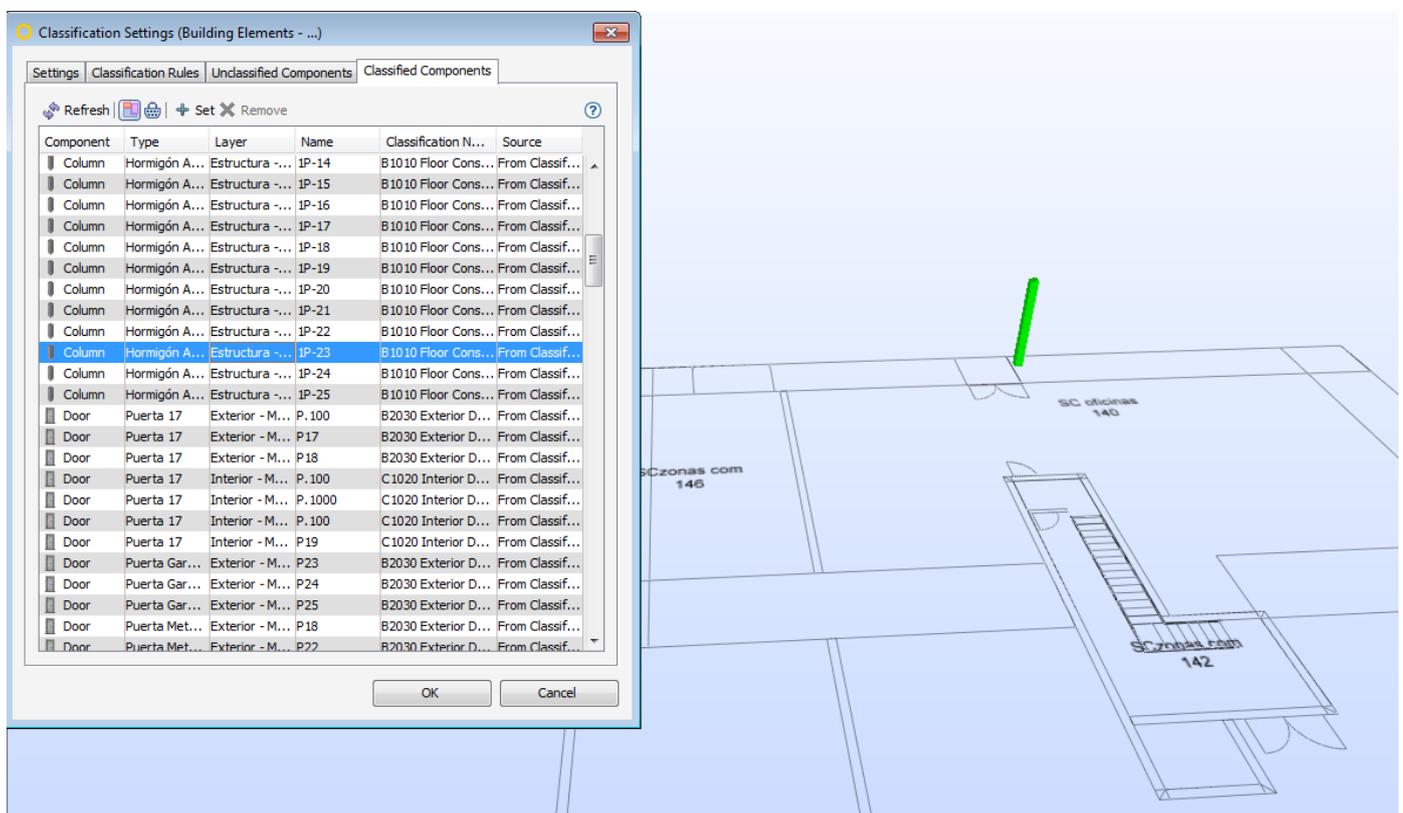


Como vemos en la imagen anterior, por un lado nos aparecen los elementos que están clasificados, esta clasificación se podrá cambiar haciendo click derecho sobre el elemento deseado y seleccionando la opción “set”



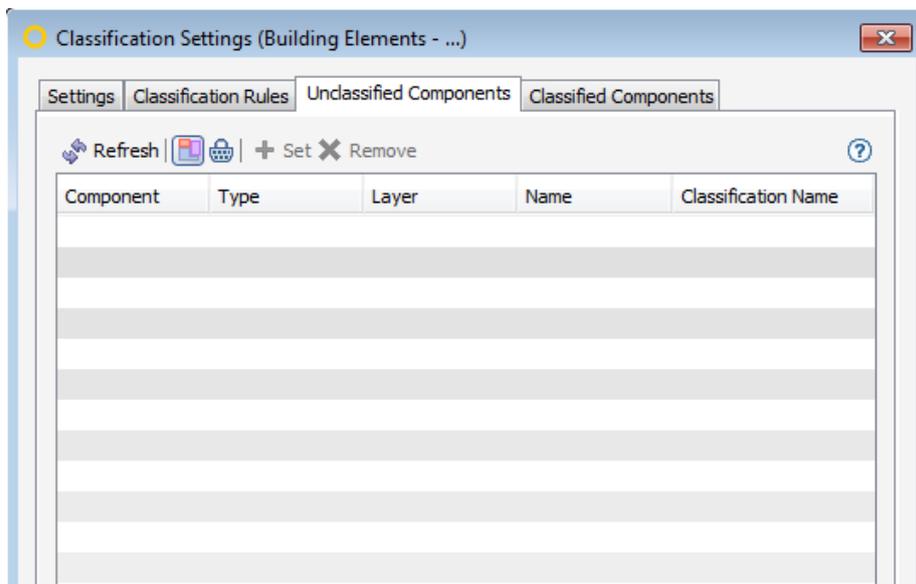
De esta manera podemos modificar la clasificación en el caso de que sea incorrecta, ya que además podemos visualizar de qué elemento estamos hablando si hacemos doble click en algún componente de la lista.

Por ejemplo seleccionando cualquier elemento esto es lo que se nos vería en la ventana 3D



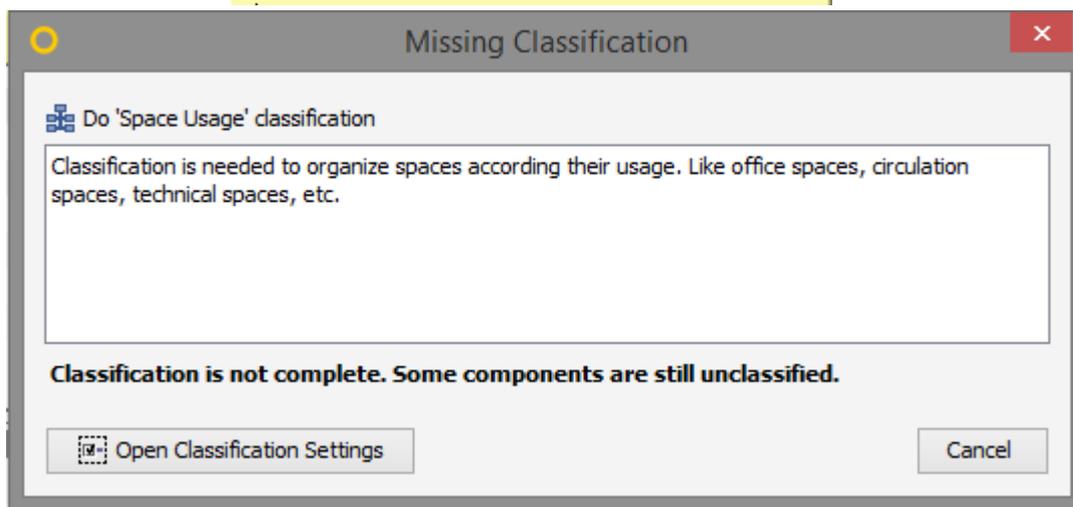
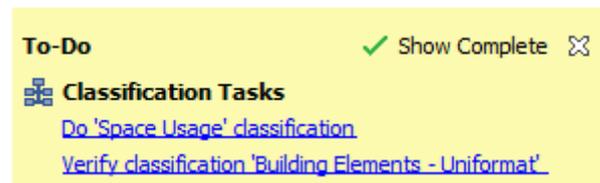
Por lo tanto de manera intuitiva podremos verificar si el elemento de estudio está bien clasificado o por el contrario se le ha incluido en una clasificación a la que no pertenece.

Ahora vamos a dirigirnos a las demás pestañas para comprobar que esta todo correcto y no tenemos ningún elemento sin clasificar, y si existen tratar de clasificarlos de manera correcta para completar la tarea que tenemos pendiente.

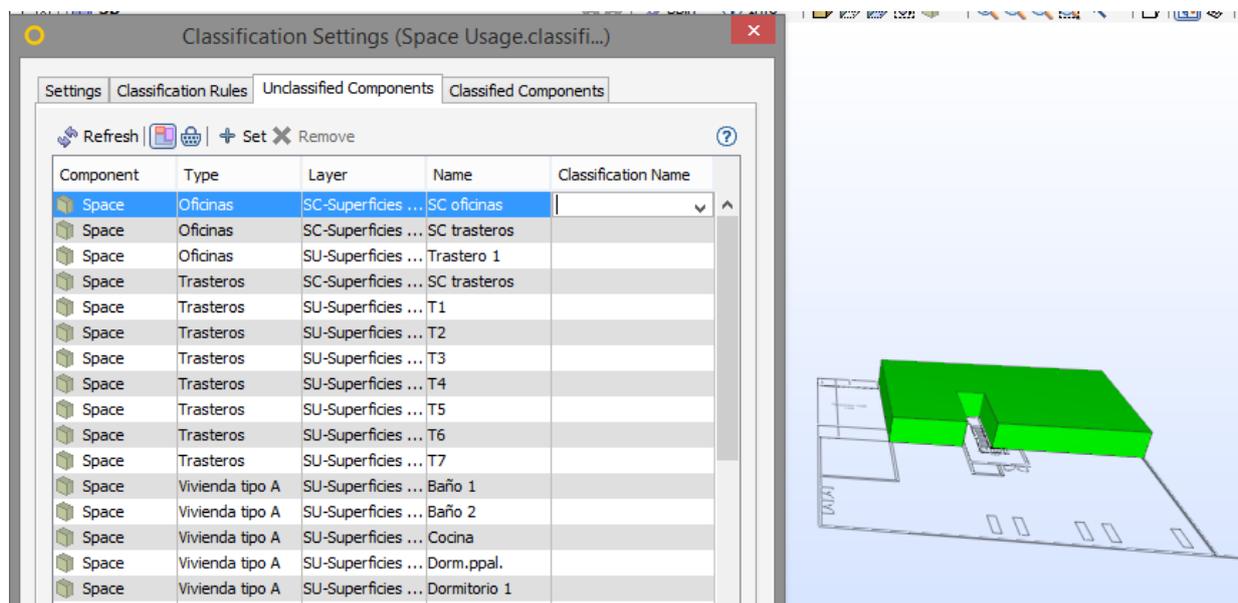


Podemos observar como no existe ningún elemento sin clasificar en nuestro modelo. Por lo tanto todos los elementos están clasificados y en principio de manera correcta.

También nos puede aparecer en la pestaña “TO-DO” que debemos comprobar la clasificación de espacios de nuestro modelo, ya que puede haber alguna zona sin clasificar o alguna zona mal clasificada.

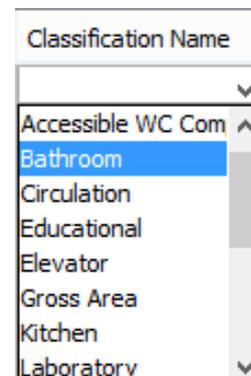


Si seleccionamos la opción “open classification settings” nos saldrá una ventana como la de clasificación de elementos en la cual podremos identificar los espacios y clasificarlos.

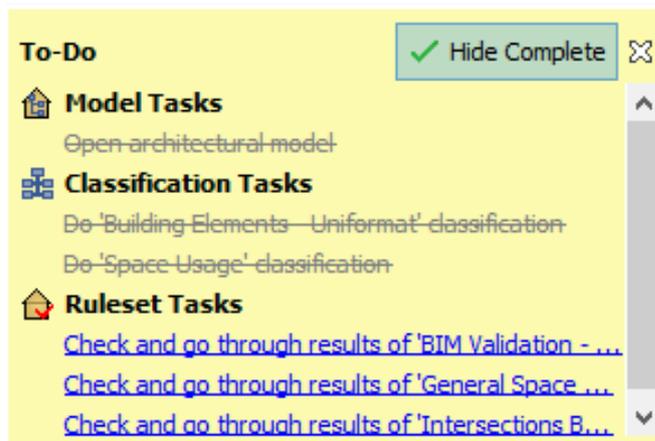


En este caso vemos como existen muchos grupos de espacios sin clasificar y por lo tanto debemos rellenar esta información, para ello seleccionamos cualquiera de ellos y se nos mostrará la superficie del espacio seleccionado sobre el plano en 2D. Una vez que hayamos completado esta clasificación podremos realizar ya los chequeos que hemos seleccionado, ya que hemos realizado las dos tareas previas a realizar que debíamos.

Debemos clasificar todos los espacios escogiendo una de las opciones que se muestran después de hacer click en la pestaña

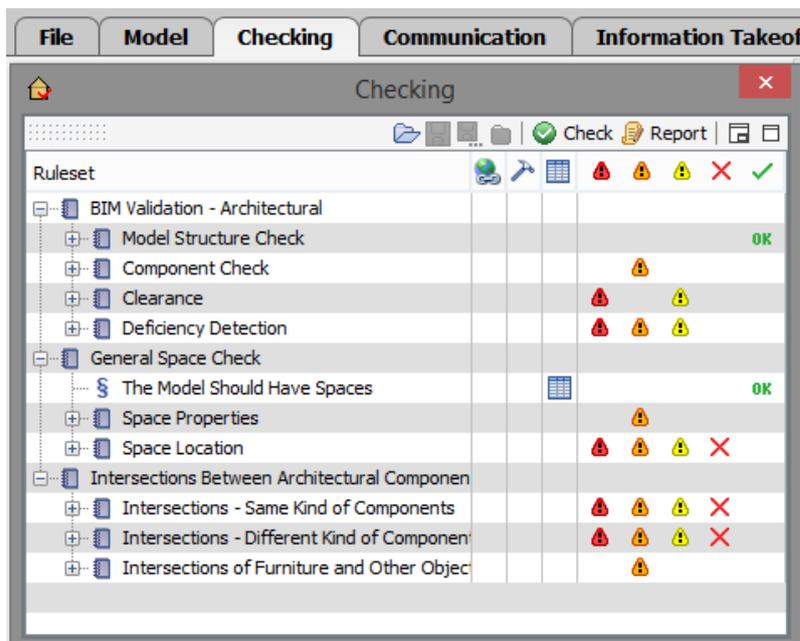


También nos puede aparecer en la pestaña TO-DO que debemos comprobar la clasificación de espacios de nuestro modelo, ya que puede haber alguna zona sin clasificar o alguna zona mal clasificada.



Una vez que hemos cumplido con las tareas pertinentes estas nos aparecerán tachadas y ya podremos realizar el chequeo que deseamos.

Así que nos dirigimos a la pestaña checking y hacemos click en check para obtener los resultados



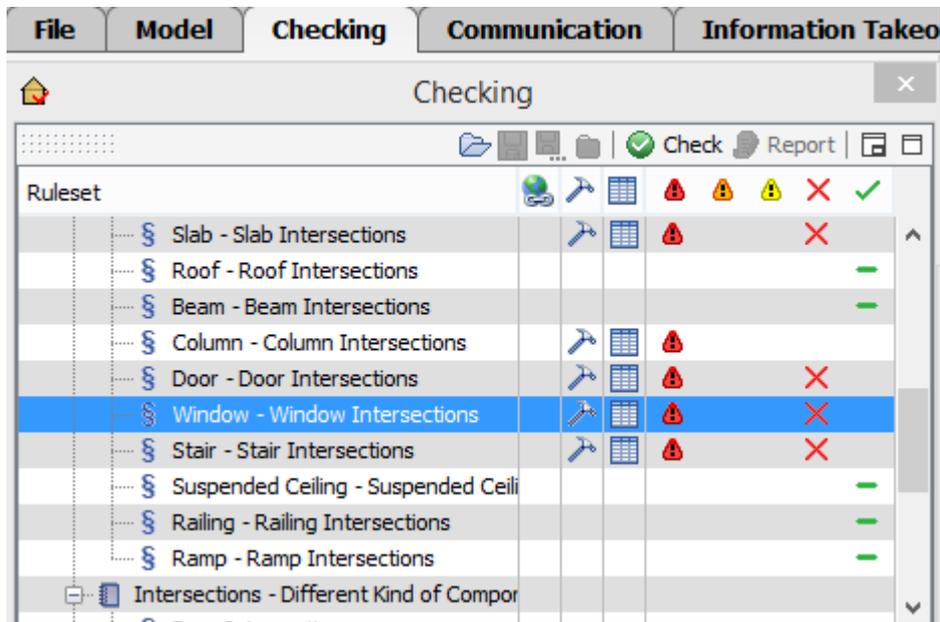
Como vemos en la imagen anterior, se han realizado los chequeos que habíamos seleccionado y se han encontrado deficiencias en la mayoría, para conocer mejor estos errores debemos hacer click en cada uno de ellos y veremos de qué se trata.

Antes vamos a seguir analizando la información que hemos obtenido

Reference	Name	Source	Count
A2010 Basement Ex...		From Classification ...	2
B1010 Floor Constru...		From Classification ...	136
B2020 Exterior Wind...		From Classification ...	59
B2030 Exterior Doors		From Classification ...	22
C1010 Partitions		From Classification ...	476
C1020 Interior Doors		From Classification ...	123
C2010 Stair Constru...		From Classification ...	12
E1090 Other Equipm...		From Classification ...	304

Aquí tenemos el recuento de elementos según la clasificación que habíamos hecho.

Ya hemos hecho el análisis y ahora debemos analizar los resultados. Para ello seleccionamos algún apartado de los rulesets que hemos añadido y veremos de que deficiencia se trata.

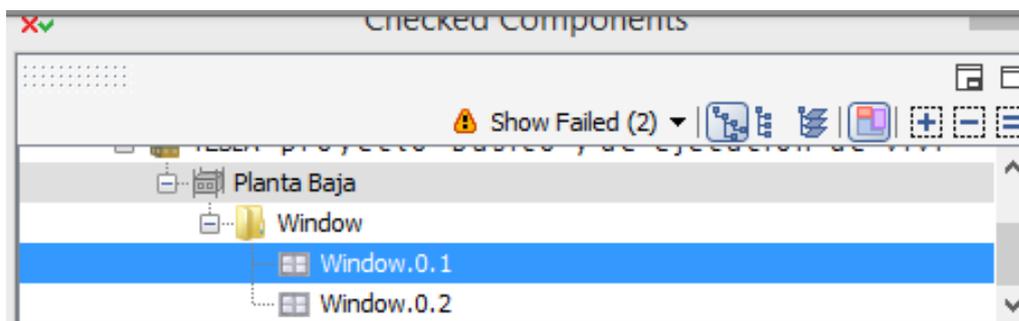


Aquí vemos como hemos encontrado errores bastante graves que pueden suponer deficiencias en la calidad de nuestro modelo de manera directa.

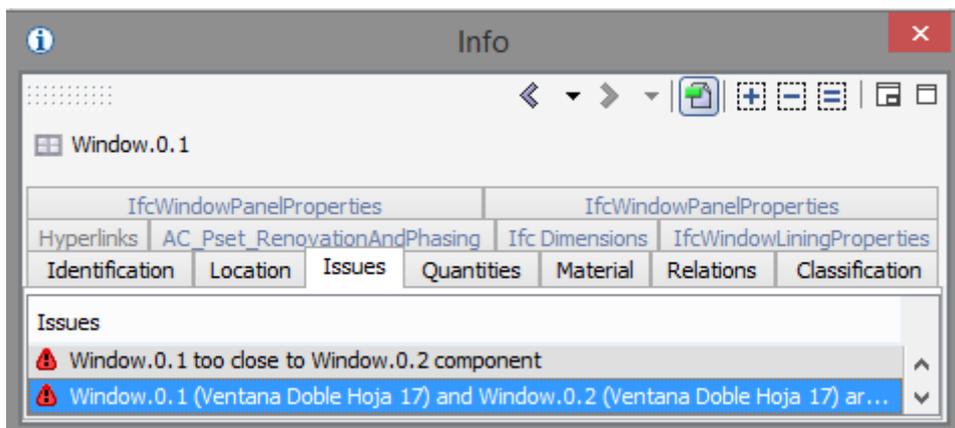
Como vemos en la imagen los errores

se clasifican según la gravedad o severidad. Si hacemos click en cualquiera de ellas se nos mostrará en la pantalla el error seleccionado.

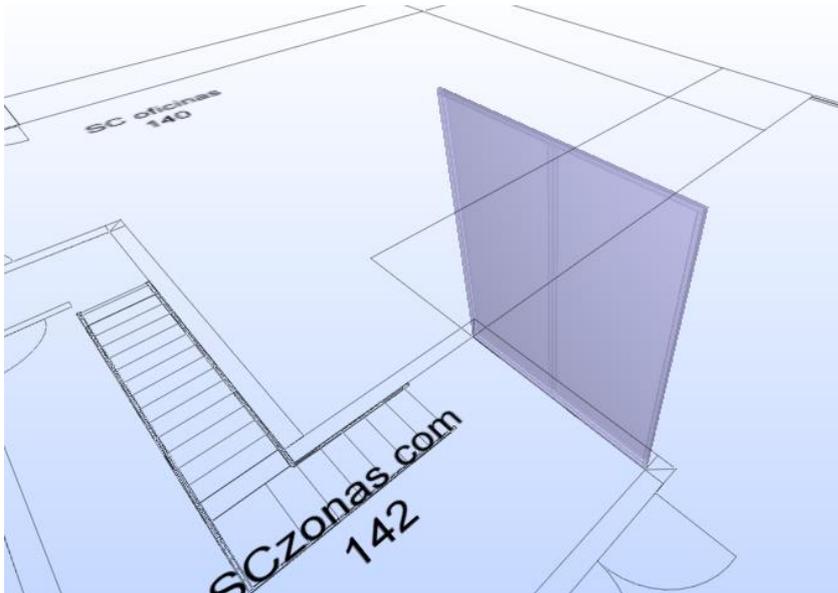
Si nos dirigimos ahora a la ventana, “checked components”, elementos analizados, encontraremos ahí el total de los errores encontrados y podemos navegar por cada uno de ellos mostrándose también el error gráficamente.



Aquí como vemos aparecen dos ventanas la 0,1 y la 0,2, y nos avisa de que hay dos errores relativos a estas ventanas. Seleccionamos una de ellas y nos dirigimos a la pestaña Info



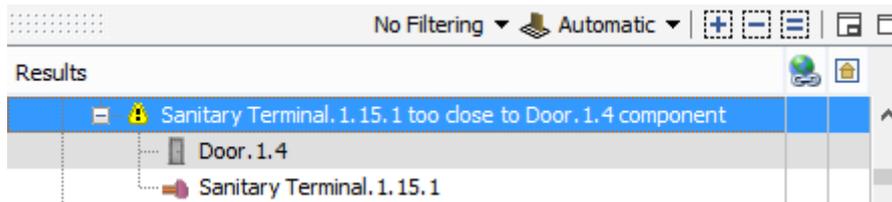
Vemos como en la ventana 0.1 existen dos problemas, el primero de ellos nos dice que esta muy cerca de la ventana 0.2, y el segundo nos avisa de que comprobemos si la venta 0.1 y 0.2 sean la misma y por lo tanto tengamos una ventana duplicada. Haciendo click en el segundo error, nos aparece la siguiente imagen en el navegador 3D.



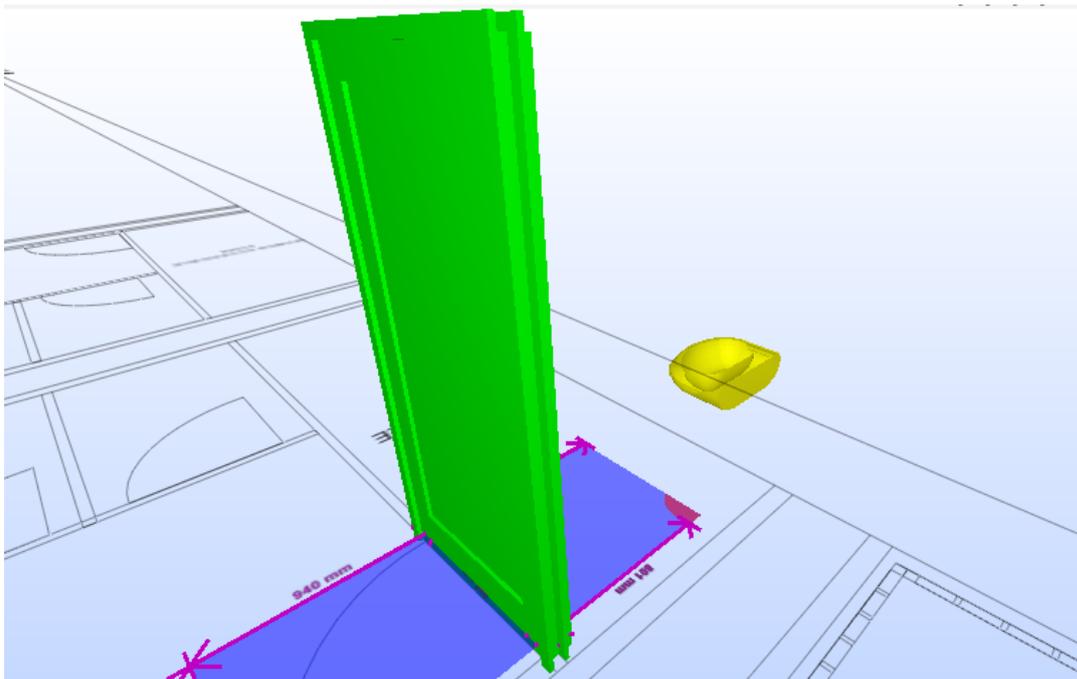
Por lo tanto vemos como la ventana 0.1 y 0.2 son la misma y el error reside en que tenemos una ventana duplicada y por lo tanto una deficiencia en nuestro modelo, que en el que momento en el que queramos extraer información del mismo, por ejemplo relativo a cantidades pues nos afectará de manera negativa, por lo tanto deberemos subsanarlo.

Ahora vamos a analizar 3 conflictos distintos, uno de riesgo leve o bajo, otro de riesgo moderado y otro de riesgo crítico como el anterior:

Empezamos con un error leve o bajo que se corresponde con el ruleset “BIM Validation arquitectural”, es decir, con la Validación arquitectónica BIM.



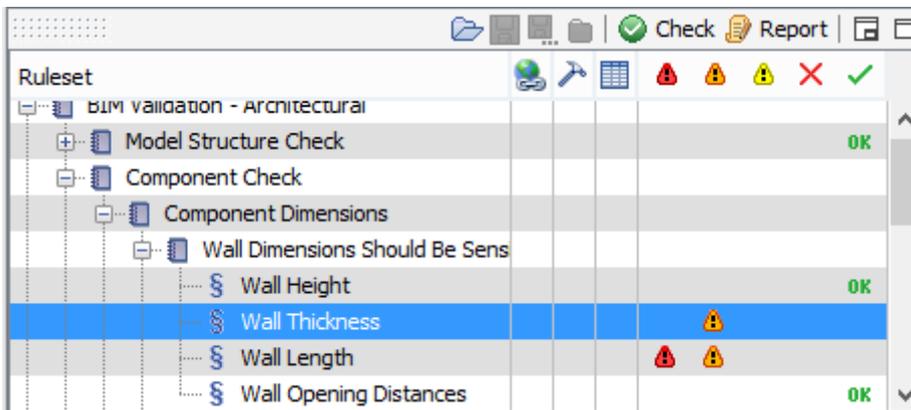
Los elementos implicados en este conflicto, son la puerta 1.4 y el lavamanos 1.15.1. Y la severidad o riesgo del conflicto se considera leve.



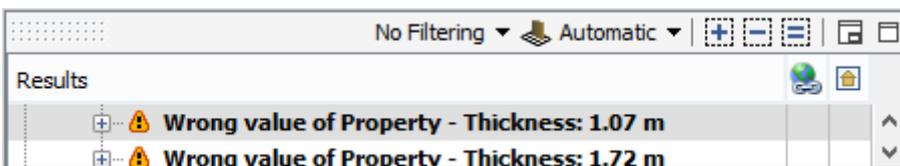
Como observamos en la imagen, tenemos una puerta que abre hacia dentro y en su recorrido podría llegar a tocar en el lavamanos. Hemos establecido una tolerancia de espacio libre entre las puertas y el lavamanos y la estamos superando por unos mm.

Este conflicto tiene una relevancia leve ya que se esta incumpliendo una regla, pero por un límite muy pequeño

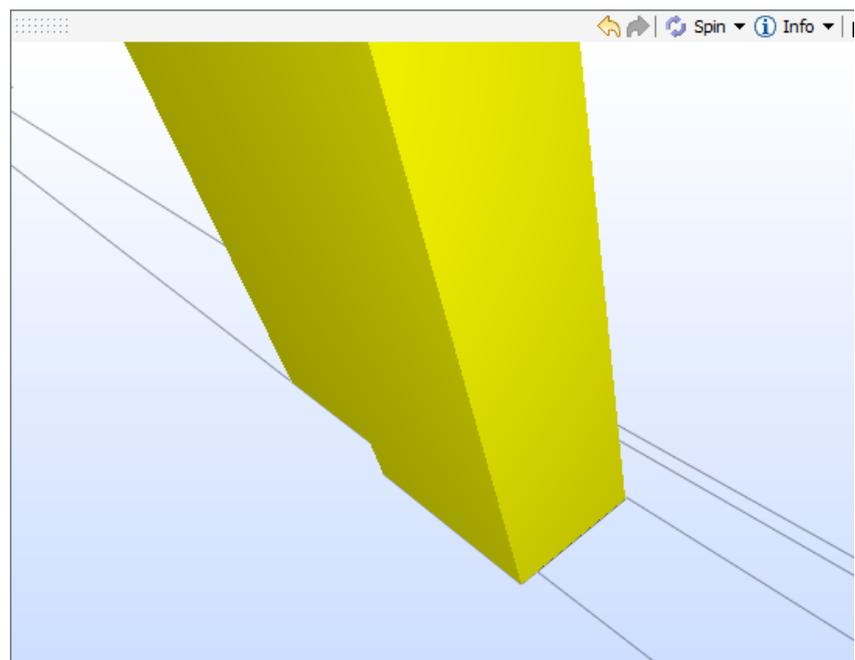
El siguiente conflicto que analizamos, también está dentro del “BIM validation arquitectural”, como podemos ver en la imagen siguiente, y en especial se refiere a las dimensiones de los muros.



Como vemos tenemos varios conflictos en cuanto a las dimensiones de muros, vamos a analizar uno de ellos, y escogeremos el de relevancia o riesgo moderado.

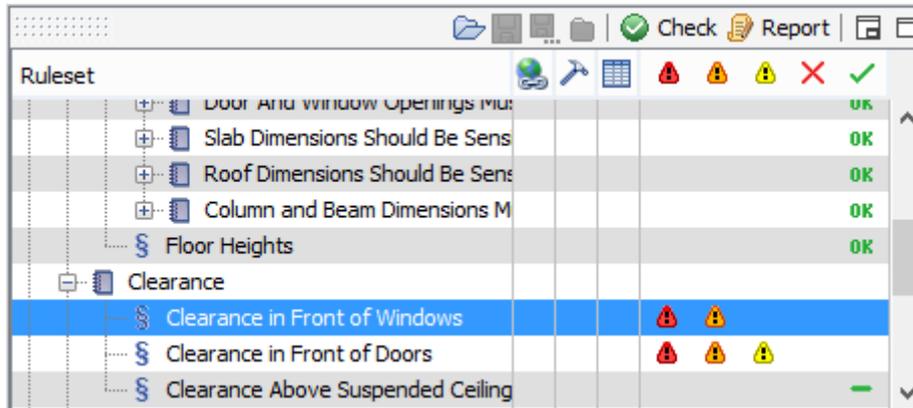


Como vemos en la imagen siguiente, nuestro muro está incumpliendo los valores de espesor, como lo incumple por bastante margen, deberemos notificar este error en el informe de análisis.

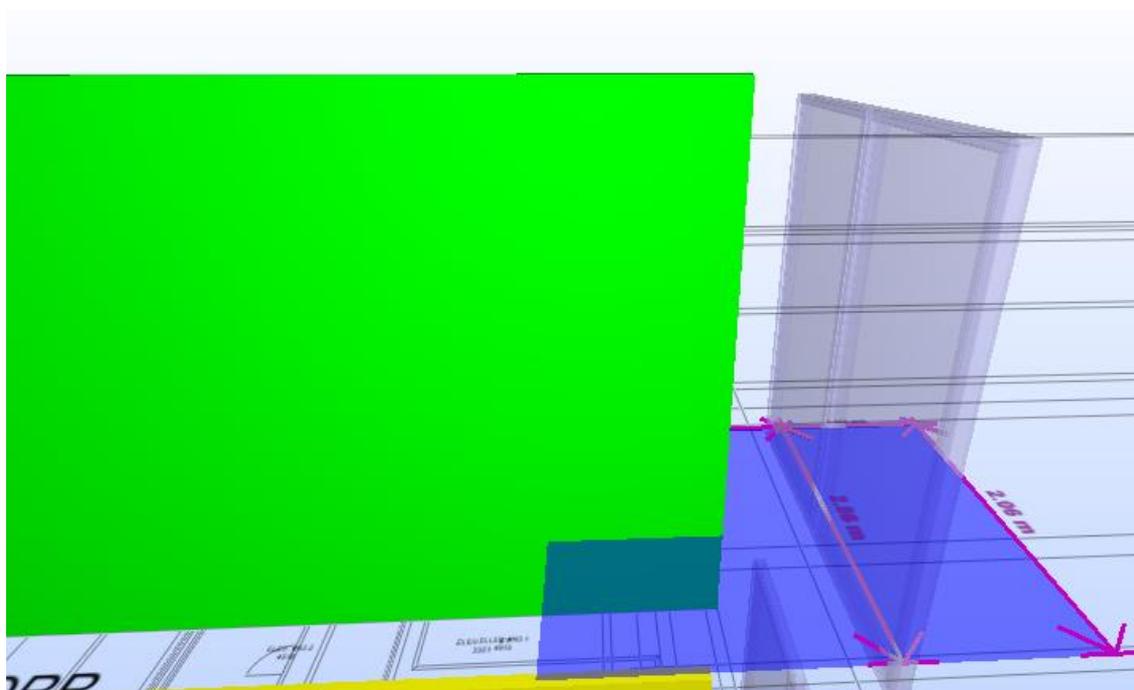


Por último y siguiendo en el “BIM Validation Architectural”, analizamos los espacios libres frente a ventanas y puertas, y nos encontramos con errores de relevancia media y crítica.

Pues bien vamos a analizar los críticos

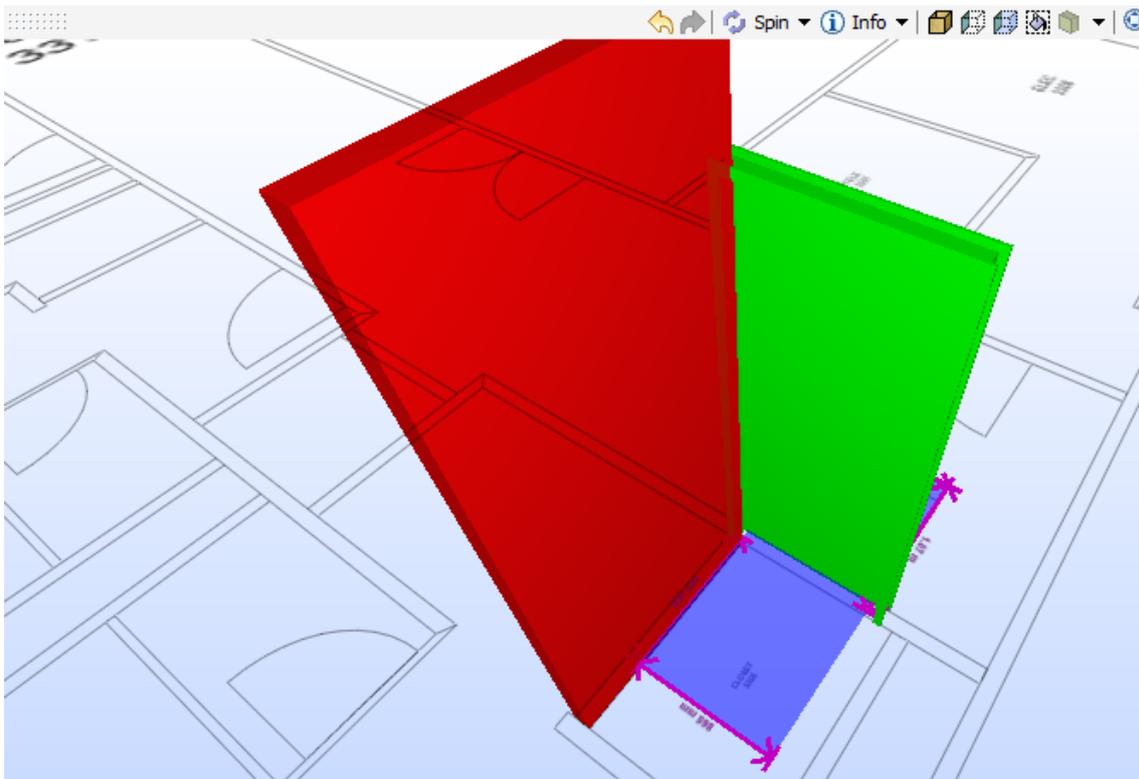


Seleccionamos el conflicto crítico y lo que observamos es que tenemos un muro en el medio y medio de una ventana, lo que supone un conflicto importante y una incompatibilidad crítica. Por lo tanto tomaremos nota y añadiremos este conflicto al informe.



En cuanto al conflicto crítico de espacio libre enfrente a puertas, nos encontramos con un conflicto muy grave. Como vemos en la imagen siguiente tenemos una puerta que esta intersecada por un muro, algo que es completamente erróneo.

Por tanto añadiremos el conflicto a nuestro informe para que se subsane de inmediato este error



6. Comunicación de los conflictos rechazados:

Ahora vamos a realizar el informe de conflictos, como vemos en la imagen, tenemos el conflicto del que hablamos en la página anterior.

Lo hemos titulado muro 2,196 demasiado cerca de puerta 2.9.

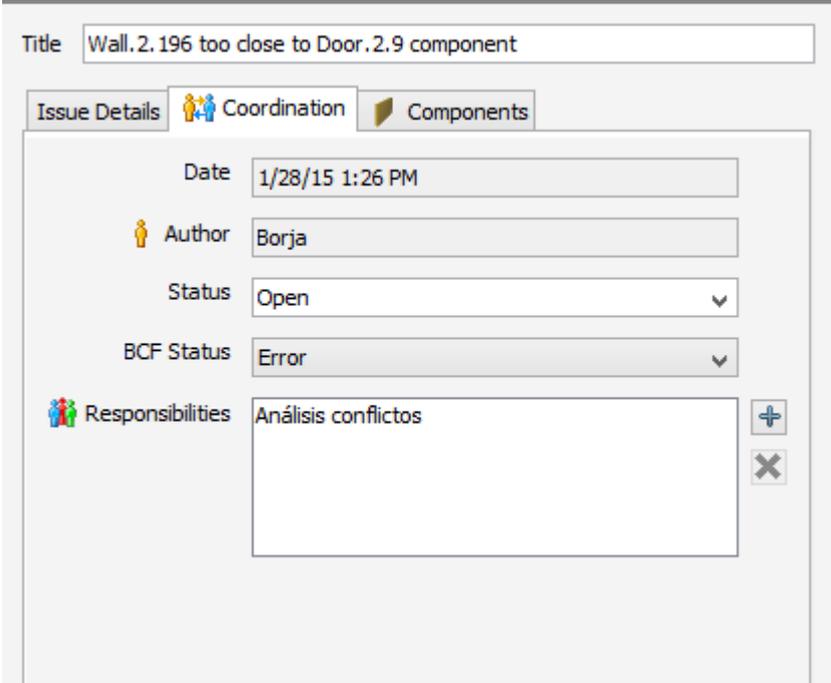
Y hemos comentado que es un error común en todas las plantas y que se debe solucionar de inmediato

The screenshot shows a software window titled "Wall. 2.196 too close to Door.2.9 component". It has tabs for "Issue Details", "Coordination", and "Components". The "Issue Details" tab is active, showing a "Viewpoint" image of a 3D model with a red wall and a green door. Below the image is a "Comments" field containing the text: "Remito un error común en casi todas las plantas, el muro 2.196 se encuentra intersecando la puerta". The "Location" field shows "3rd Floor OFFICE[3309]". On the right side, there are several buttons: "Update", "Remove", "Checking Decision" (with radio buttons for "Accepted", "Rejected", "Undefined", and "Don't change"), "Set Default", "Add", "Edit", "Remove", and "Clear". At the bottom, there is a checkbox for "Use in presentation" which is checked, and "OK" and "Cancel" buttons.

La decisión que hemos tomado sobre esta incompatibilidad es la de rechazarla y por lo tanto marcamos la casilla correspondiente.

También añadiremos la localización o ubicación de las deficiencias encontradas

La siguiente información que deberemos rellenar o indicar en el informe de conflictos, es la relativa, a la coordinación, es decir, cuando se ha encontrado ese conflicto, quien lo ha hecho, cual es su estado...



Title: Wall.2.196 too close to Door.2.9 component

Issue Details | Coordination | Components

Date: 1/28/15 1:26 PM

Author: Borja

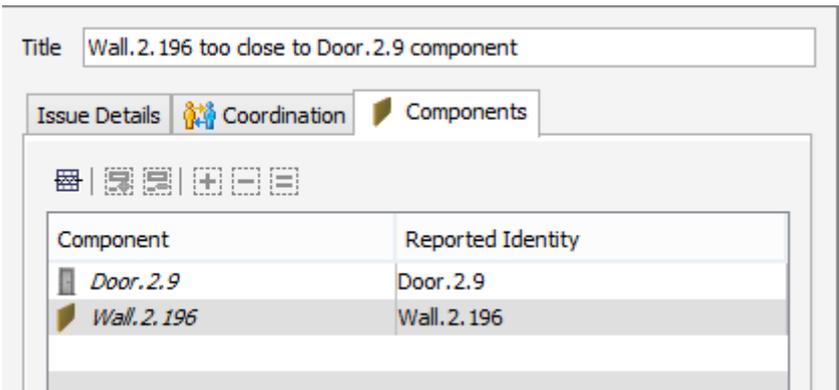
Status: Open

BCF Status: Error

Responsibilities: Análisis conflictos

En la imagen se puede observar como hemos indicado cuando hemos realizado el análisis, quien lo ha hecho, que responsabilidades tiene...etc

Y por último simplemente añadiremos los componentes que han generado este conflicto, por eso es importante tener claro los protocolos de información.

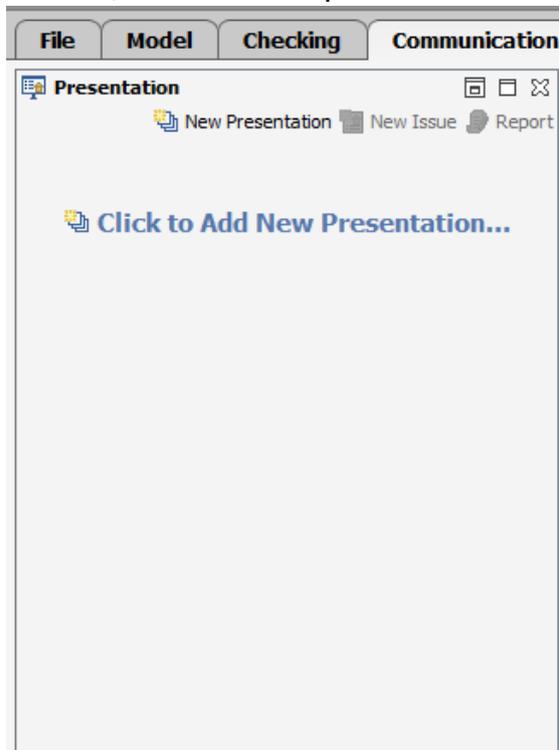


Title: Wall.2.196 too close to Door.2.9 component

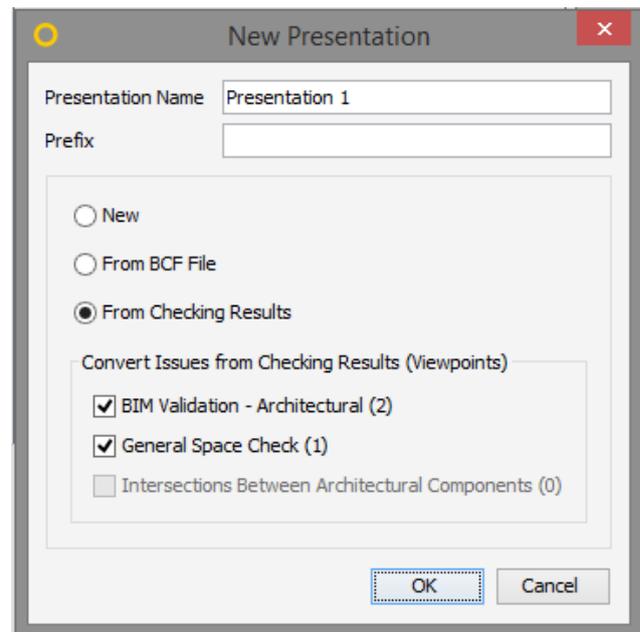
Issue Details | Coordination | Components

Component	Reported Identity
Door.2.9	Door.2.9
Wall.2.196	Wall.2.196

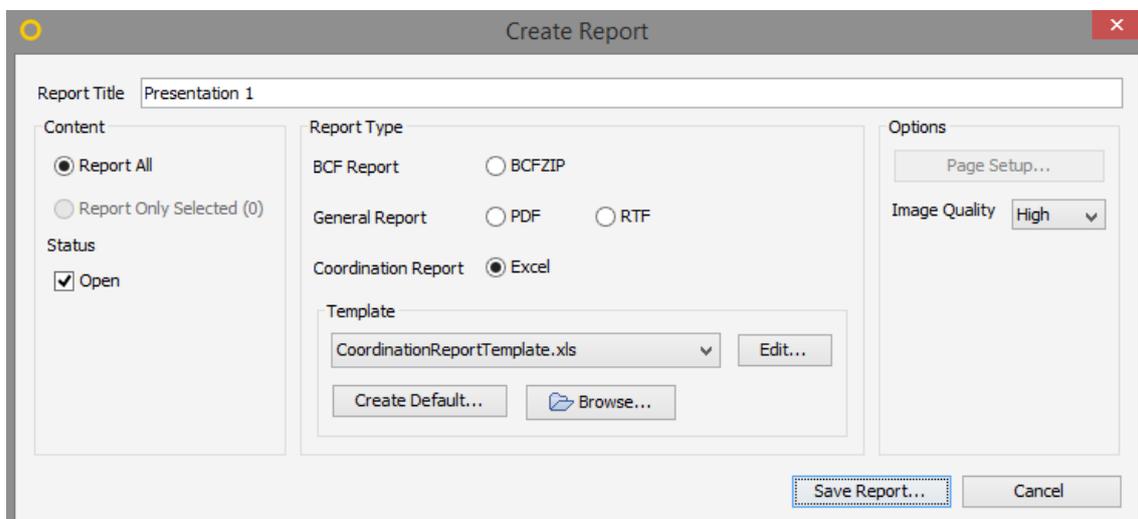
Una vez localizados los conflictos, analizados, y rechazados. Hemos procedido a elaborar el informe de conflictos y ahora deberemos comunicarlo o transmitirlo a los agentes implicados en el proyecto. Para eso crearemos entregaremos el informe elaborado de manera virtual o física, en forma de presentación.



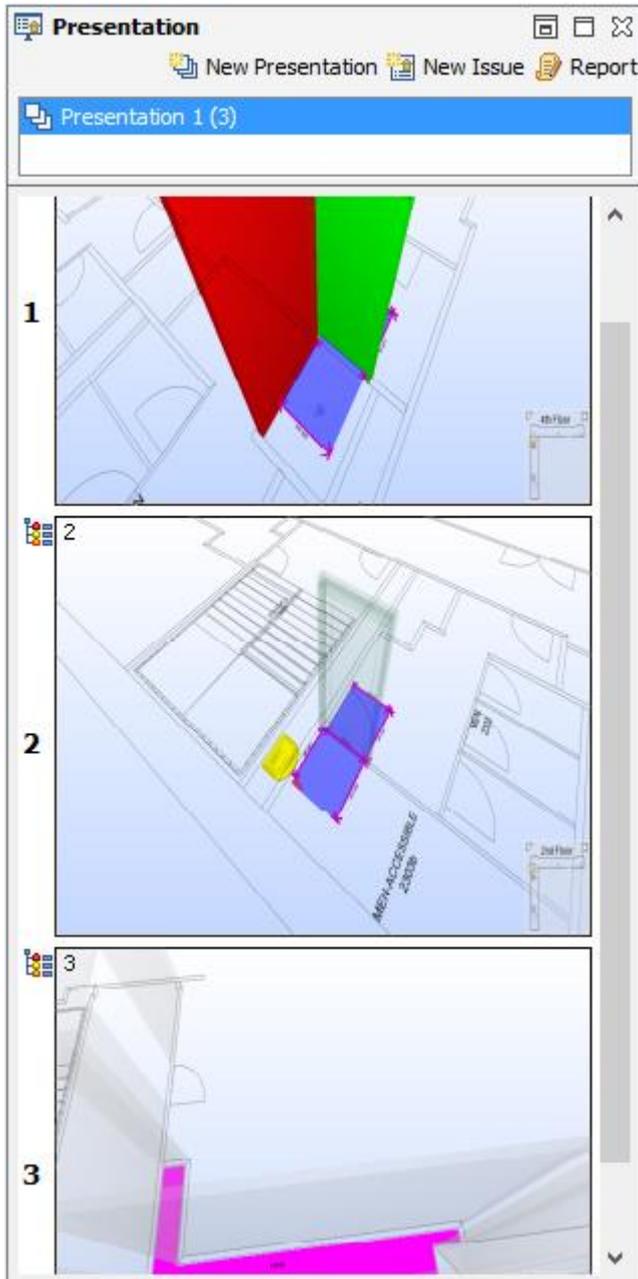
Añadimos nueva presentación y importamos los conflictos que habíamos detectado y rechazado de los análisis o chequeos.



Podemos preparar esta presentación para entregar en formato físico, pudiéndola exportar en varios archivos.



O también podremos reportar el informe de manera virtual con solo un click, y todos los participantes tendrán acceso a una presentación interactiva del informe.



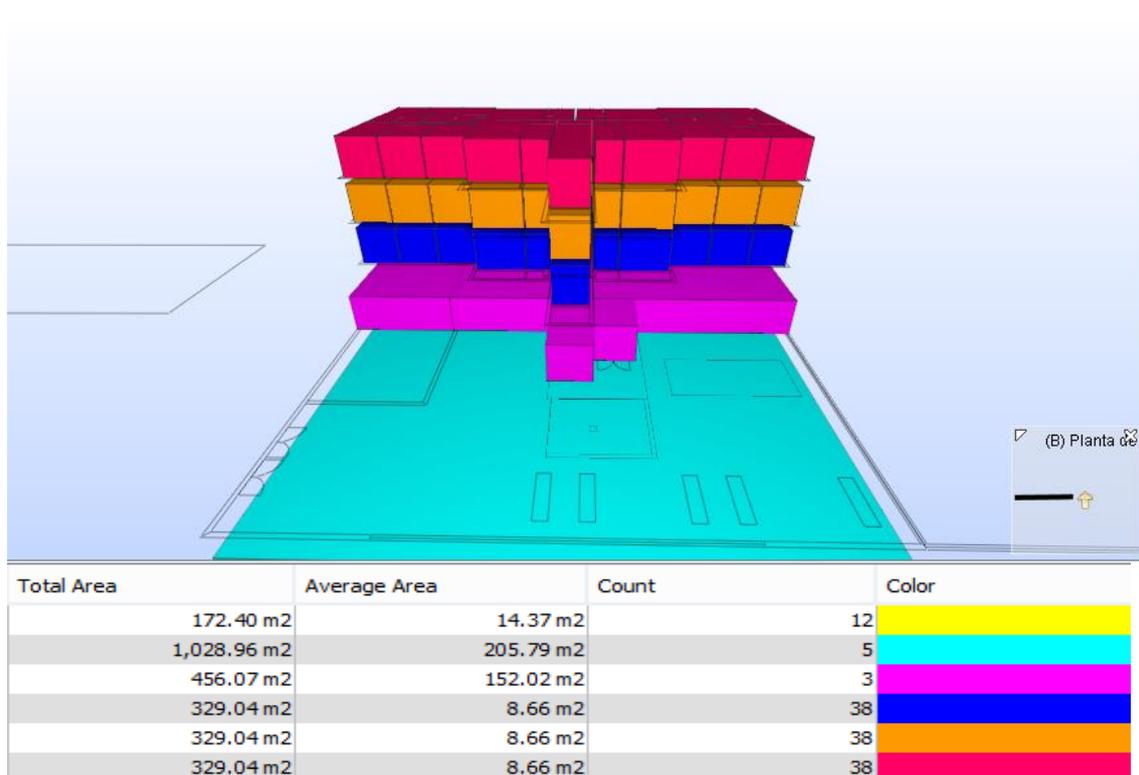
7. Extracción de información del modelo

El siguiente paso del proceso, será esperar a recibir el o los archivos “limpios” es decir que estén solventados los conflictos que habíamos notificado.

Si se recibe el modelo limpio, se podrá afirmar que contamos con un modelo optimizado, del cuál vamos poder extraer información fiable.

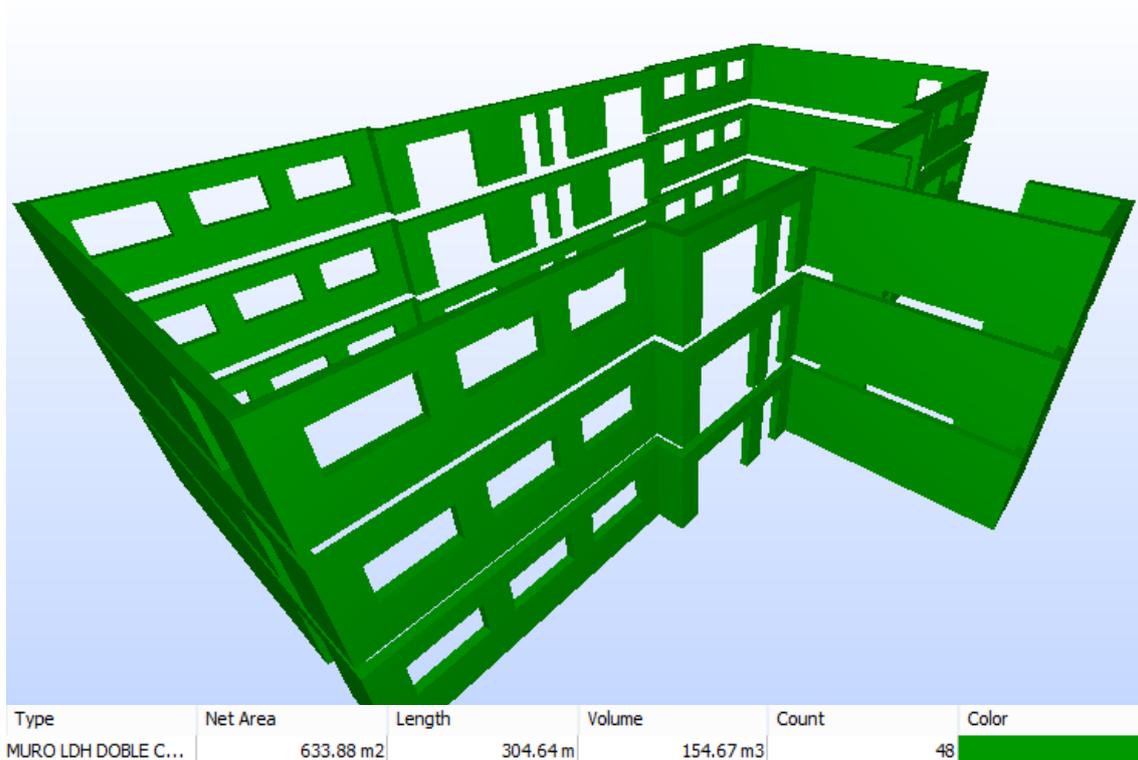
En nuestro caso no podemos transmitir los errores a los equipos de trabajo implicados y por lo tanto no podemos extraer información fiable.

De todos modos pongo a modo de ejemplo, una serie de imágenes en las que se puede observar de qué manera nos puede ayudar esta extracción de datos del modelo.



En la imagen se observa como las superficies se han agrupado por planta, ya que en este modelo la clasificación de espacios no hacía referencia a otro tipo de agrupación.

Como vemos en la tabla a pie de página se obtienen de manera inmediata las áreas totales y las áreas medias, así como el recuento de espacios por cada planta.



En esta imagen podemos apreciar como solo nos aparece lo que correspondería al muro exterior de nuestro modelo, y de esta manera ya obtendríamos los valores de área neta, el recuento de muros existentes, su longitud, y su volumen.

Este paso lo podríamos realizar con todas las partidas de manera que podemos realizar una medición de forma rápida y sencilla, siempre que el modelo este optimizado. Los resultados tendrán una fiabilidad del 100%.

9. LECCIONES APRENDIDAS, EXPERIENCIAS Y VALORACIONES

Después de haber estudiado todo este proceso tan novedoso para mí, y también después de poder haber asistido a grandes eventos y congresos sobre BIM, como son, “European BIM Summit” o “Construmat” he llegado a una serie de conclusiones.

Primero he aprendido a observar un proyecto desde un punto de vista que nunca antes había contemplado, y esta visión poco tradicional creo, resulta clave en todo proyecto BIM.

Por lo tanto para entender verdaderamente lo que es un proyecto BIM debemos dejar de pensar a la vieja usanza, es decir, mientras mantengamos un enfoque tradicional, será imposible desarrollar de manera completa el concepto BIM.

Con respecto al proceso de análisis de conflictos que es de lo que he hablado en detalle, debemos intuir que durante todo el proceso debe existir una colaboración intensa entre todos los equipos de trabajo. Esto se debe a que el “clash detection expert” analiza la totalidad de las disciplinas que forman nuestro edificio, y por lo tanto todos los colaboradores están implicados.

La comunicación es esencial para llegar a alcanzar la meta final, que en nuestro caso en concreto, es un modelo limpio de errores. Y este objetivo contribuye de manera directa y crucial al objetivo final, que no es otro que buscar la eficiencia, tanto en tiempos, costes, como calidad.

Desde mi punto de vista y después de poder haber contrastado mis experiencias y conclusiones con grandes profesionales de la talla de Isaam El-Asbi, Mohamad Kasem (colaborador en el proyecto “The Palm, Dubai”), Anssi Salonen (RYM ltd) Christopher Groome (colaborador en el proyecto “Crossrail, London”) o el gran creador del concepto BIM, Gábor Bójar, ya bien sea por haber leído sus libros o por asistir a sus conferencias relativas a BIM, y tener la oportunidad de charlar con ellos. Puedo afirmar que realizando el proceso que he descrito se puede llegar a conseguir una

transparencia y una fluidez de trabajo que antes resultaba inimaginable, es cierto que antiguamente también realizábamos estas tareas de análisis pero no las podíamos hacer con la misma velocidad, facilidad y cooperatividad que hoy en día.

Además estamos aportando calidad en todas las disciplinas de nuestro edificio, ya que lo estamos sometiendo a unos análisis intensivos basados en reglamentos y normativas. Y como resultado, una vez que superan estos análisis, nuestro modelo está adquiriendo las calidades de haber cumplido los parámetros exigidos en dichas normas o reglas.

“La evolución en la vida ya no es una teoría. Es un hecho”
(Julian Huxley)

“El concepto de lo mejor es un resultado natural de la evolución misma. La vida tiende naturalmente a perfeccionarse”
(Jose Ingenieros)

“En la vida todo está continuamente en evolución”
(Ludwig Von Mises)

A continuación quiero ejemplificar el uso del proceso de análisis de conflictos, con dos obras muy importantes y en las que se ha aplicado una metodología BIM.

En primer lugar nos vamos a centrar en la construcción del “Crossrail” de Londres. En esta obra el proceso de análisis de conflictos (clash detection) se realizó 2 años antes de que empezará la ejecución, y según palabras de uno de uno de sus directores (Christopher Groome) está suponiendo una revolución a la hora de obtener eficiencia, calidad y precisión en todas las tareas. Lo que se transforma directamente en velocidad de ejecución y reducción de tiempos y costes.



En obras de esta embargadura es muy difícil realizar un control intensivo en la ejecución de las tareas, ya que tendríamos que analizar millones de elementos y procesos. Por lo tanto lo más lógico y beneficioso será comprobar que todo aquello que hemos hecho o programado previamente cumple con las condiciones de calidad exigidas.



La segunda obra de la que quiero hablar, es “The Palm” en Dubai, tuve la oportunidad de charlar con uno de sus colaboradores Isaam El-Asbi y según sus palabras esta construcción se ejecutó en un tiempo record, es decir, la programación y el análisis previo a la ejecución fueron casi perfectos. Lo que supuso una velocidad increíble de ejecución a la hora de empezar a acometer las tareas.

En “The Palm” se tuvo que recrecer el terreno sumergido en el agua y luego realizar todas las instalaciones pertinentes para abastecer a los edificios de la isla. Resultaría imposible realizar estas tareas de manera correcta sin haber realizado un proceso de análisis de conflictos previo a la ejecución.





En definitiva creo que estas simulaciones son esenciales y se están convirtiendo en la metodología más adecuada para alcanzar la perfección, sobre todo en grandes proyectos, en los que resulta imposible realizar un control intensivo en obra.

Valoraciones

A mi juicio el análisis de conflictos en un modelo BIM es un paso adelante hacia la búsqueda de la perfección en el modelo.

Debemos entender por perfección de un modelo, aquel que cumple con todas las características de calidad, técnicas y constructivas. Es decir, un modelo constructivo que sea útil para que todos los integrantes del proyecto puedan sacar beneficios de esa perfección.

Para conseguir este objetivo uno de los procesos esenciales es el análisis de conflictos estáticos, ya que lo que hacemos en resumen, es corregir aquello que está mal y no puede admitirse de ninguna manera.

Para ello disponemos de una serie muy amplia de normas internacionales de calidad (ISOS, PAS..) que deberemos contrastar con nuestro modelo, y así comprobar si está de acuerdo a estos parámetros definidos.

Creo que aquí se podría abrir un campo enorme de especificaciones y normativas, ya que podemos customizar o personalizar nuestros propios filtros, por lo tanto podremos añadir normativas específicas nacionales.

Por ejemplo, aquí en España, se podrían crear una serie de normas que contuviesen los requisitos de la normativa que disponemos, es decir, se podrían crear reglas (“rulesets”) referentes al contenido del CTE, o de los distintos DB de los que disponemos, como, el HS o HE para instalaciones, o , él SE, SEA para estructura, EHE para homigón...etc.

En conclusión creo que este tema todavía está algo inmaduro en nuestro territorio, pero no debemos centrar nuestro punto de vista a lo que vemos y conocemos, sino que lo debemos posicionar en un entorno internacional, de esta manera se podrá evolucionar hacia proyectos de construcción más transparentes, rápidos, seguros, beneficiosos, colaborativos y eficientes.

A continuación se muestra por un lado una tabla a) que recoge las pérdidas o “wastes” que han sido posibles disminuir gracias a estos nuevos procesos “lean”, en ella se puede observar como el análisis de conflictos (clash detection) influye de manera directa en la disminución de dichas pérdidas.

En la otra tabla b), se recogen los beneficios que ha tenido la implementación BIM con una filosofía “lean” en la construcción de tres edificios de EEUU.

Tabla a)

Aplicación de BIM vs Pérdidas(wastes)	Tiempo de espera	Pérdidas por movimiento	Pérdidas por exceso de pedidos	Pérdidas por exceso de producción	Pérdidas por transporte	Pérdidas de inventario	Pérdidas por defectos	Pérdidas por confusión	Inseguridad e incomodidad	Bajo potencial utilizado
Visualización		X	X	X	X		X	X	X	X
Fabricación/Diseño	X	X	X	X	X	X	X		X	X
Revisión de códigos			X				X	X	X	
Análisis detallado			X			X	X	X	X	
Facilidades de desarrollo		X	X		X		X		X	
Estimación de costes			X			X	X			
Secuencia de construcción	X	X	X		X	X	X			
Detección de errores, interferencias y conflictos	X	X	X		X	X	X	X	X	X

Tabla b)

Principios Lean realizados con la implementación de BIM	ST Federal office building	100 11th Avenue NYC	One Island East office tower
TABLA B			
Reducir las actividades que no añaden valor	Los problemas fueron identificados en una etapa temprana Mosphosis detectó conflictos visuales.	La fabricación fue hecha posible Temprana revisión del diseño.	Muchos conflictos y errores fueron detectados antes de la construcción. Las cantidades fueron añadidas a BIM el cual actualizó la estimación con los cambios introducidos.
Aumentar el valor de los outputs teniendo en cuenta los requisitos de los consumidores	Los problemas fueron identificados en una etapa temprana. Mosphosis detecto conflictos visuales.	La fabricación fue hecha posible. La estimación y programación de costes fue hecha con mayor precisión.	Muchos conflictos y errores fueron detectados antes de la construcción. Un coste substancial fue ahorrado gracias a la detección de errores. Las cantidades fueron añadidas a BIM el cual actualizó la estimación con los cambios introducidos.
Reducir la variabilidad (buscar la standarización)		La fabricación fue hecha posible.	
Reducir el tiempo de ciclo	Mosphosis detecto problemas visuales.		
Aumentar la flexibilidad de output		La fabricación fue hecha posible.	
Aumentar la transparencia del proceso			El equipo se reunió todas las emanas para discutir los conflictos y errores
Enfocar el control del proceso completo		Robot testado para la desviación	Un modelo de realidad virtual fue desarrollado
Buscar una mejora continua durante el proceso	Los problemas fueron identificados en una etapa temprana.	Robot testado para la desviación.	Las cantidades fueron añadidas a BIM el cual actualizo la estimación con los cambios introducidos
Equilibrar la mejora del flujo con una mejor comunicación			

10. BIBLIOGRAFÍA

“El análisis de la cadena de valor” Michael E. Porter

“Talo 2000” Construction 2000 Classification Comitee

“ASTM Unifomat II Classifications for building elements” Robert.P
Charette, Harold.E Marshall

“Common BIM Requirments 2012”

“Is BIM a lean tool?” Geetanjali Ningappa

“Teoría bases relacionales” M.Porta Rodríguez

“Teoría sobre gestión de proyectos y organización” M.Porta Rodríguez

“BIM handbook” Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks, Kathleen
Liston

“Metodología PMBok 5a edición” Project Management Institute Inc

“PAS 1192-2:2013”

“UNE EN ISO 21500”

“Leanconstruction.org”

“BIMspace.ca”

“Bimjournal.com”

“Bimoutsourcing.com”

“European BIM Summit 2015”

“Construmat 2015”

Anexo I

