

PROTOCOLO BIM –e+ INGENIERÍA S.A.S

Versión	Fecha	Elaboró	Revisó	Aprobó	Descripción
V0	20-05-2015	E.R.G	J.V.R	J.V.R	Versión Inicial
V1.0	06-09-2019	E.R.G			Actualización protocolo-manual
V1.1	13-03-2020	E.R.G	J.V.R		Actualización protocolo-Entregables
V2	10-12-2020	E.R.G			Actualización...

El protocolo BIM –e+ Ingeniería S.A.S- se elaboró tomando como referencia los siguientes estándares:

- National BIM Standar-United States, versión 1 y 3.
- BIM FORUM, LEVEL OF DEVELOPMENT(LOD) SPECIFICATION PART I & COMMENTARY For Building Information Models and Data.

Este documento es propiedad exclusiva de la empresa e+ ingeniería S.A.S, y fue elaborado de acuerdo a las necesidades y requerimientos específicos de la organización, cualquier reproducción total o parcial estará totalmente prohibida.



TABLA DE CONTENIDO

1	PROTOCOLO MODELADO ESTRUCTURAL BIM	4
2	DEFINICION DE NIVEL DE DETALLE EN LOS MODELOS ESTRUCTURALES:	4
2.1	LOD 100 (conceptual-anteproyecto).....	4
2.2	LOD 200 (Conceptual-Geometría).....	4
2.3	LOD 300 (Construcción).....	4
2.4	LOD 350 (Coordinación y colisiones).....	5
2.5	LOD 400 (Fabricación)	5
2.6	LOD500 (As Built)	5
3	ETAPAS DE DESARROLLO DE LOS PROYECTOS (EDP)	5
4	DEFINICIÓN DE ETAPAS PARA DESARROLLO DE LOS PROYECTOS	6
4.1	Prediseño.....	6
4.2	Coordinación técnica entre las diferentes disciplinas.....	7
4.3	Información para radicación	7
4.4	Información para construcción –proyecto definitivo.....	7
4.5	Información récord de la ejecución (por otros)	8
5	PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO.	8
5.1	Revisión de protocolos BIM:	8
5.2	Definición equipo de gestión del proyecto (EGP)	8
5.2.1	Director del proyecto	9
5.2.2	Ingeniero (os) encargado del proyecto	9
5.2.3	Líder BIM (BIM MANAGER):	9
5.2.4	Dibujante modelador:	9
5.3	Definición de formatos de entrega	10
5.4	Tabla, listado de entregables:	11
6	DEFINICION PLANTILLA DE TRABAJO	12
6.1	Definición de orígenes y coordenadas:.....	12
6.2	Definición, Punto de origen del proyecto:	12
6.3	Definición, punto de reconocimiento (Triángulo azul – SP_Survey Point):	12
6.4	Definición, punto base de proyecto (Círculo azul – PBP_Project base point):	13



6.5	Definición de niveles y ejes:	13
6.6	Definición de Sistemas de coordenadas:	13
7	MODELADO ESTRUCTURAL	13
7.1.1	Columnas.....	13
7.1.2	Vigas Principales.....	14
7.1.3	Sobreanchos.....	15
7.1.4	Nudos	16
7.1.5	Placas.....	16
7.1.6	Rampas.....	17
7.1.7	Muros de contención	18
7.1.8	Escaleras.....	18
7.1.9	Fundaciones	19
7.1.10	Vigas de fundación	20
7.1.11	Pilas	20
7.1.12	Dados.....	21
7.1.13	Pilotes.....	22
7.1.14	Zapatas	22
7.1.15	Elementos con formas no convencionales.....	23
8	VISUALIZACION DE PLANTAS Y ACOTADO.....	23
8.1	PLANTAS.....	23
8.2	COTAS.....	24
8.3	ETIQUETADO	25
8.4	DETALLES.....	26
8.6	ROTULOS	27
9	TABLAS DE PLANIFICACIÓN	28
10	COORDINACIÓN MEDIANTE NAVISWORK.....	29
11	ENTREGA DE ARCHIVOS DEFINITIVOS	29
12	DIAGRAMA PROCEDIMIENTO METODOLOGICO GENERAL.....	29
13	NOTAS GENERALES.....	30
14	IMÁGENES DE REFERENTES.....	31



1 PROTOCOLO MODELADO ESTRUCTURAL BIM

El protocolo de modelado estructural para BIM (Building Información Modeling) es una estrategia implementada por la empresa e+ ingeniería S.A.S, en la que se utiliza la geometría 3d de los proyectos, para estructurar y definir de manera lógica los diferentes elementos estructurales presentes en un proyecto, con esto logramos un ahorro considerable de tiempo al momento de crear y modificar los proyectos, teniendo en cuenta que bajo este protocolo se ayudan a normalizar los procesos de trabajo en entorno BIM

El modelado de estructuras en BIM también facilitara la interacción al más alto nivel con todos los técnicos asociados al proyecto, evitando de esta manera errores constructivos que se puedan presentar en los diferentes proyectos.

2 DEFINICION DE NIVEL DE DETALLE EN LOS MODELOS ESTRUCTURALES:

La empresa e+ ingeniería S.A.S, atendiendo a los protocolos BIM internacionales, establece el nivel de detalle (LOD) de acuerdo con los siguientes parámetros:

2.1 LOD 100 (conceptual-anteproyecto)

Es un diseño conceptual, el modelo aportará una visión general, básicamente aportará el volumen, la orientación y el área del diseño estructural respecto al desarrollo del diseño arquitectónico.

2.2 LOD 200 (Conceptual-Geometría)

Aporta una visión general con información de magnitudes aproximadas, tamaño, forma, localización y orientación. El uso que se da es simplemente incrementar la capacidad de análisis. Las mediciones presentadas en este modelo son aproximadas.

2.3 LOD 300 (Construcción)

Aporta información estructural en un nivel de detalle alto en cuanto al modelado de la geometría del proyecto.

El modelo LOD 300 es una representación gráfica específica del objeto o sistema, detallado en dimensiones, cantidades, tamaño, forma, ubicación y orientación. Se pueden tomar medidas y cantidades directamente del modelo, sin recurrir a documentos complementarios, especificaciones complementarias o notas complementarias. El origen de coordenadas está claramente definido, y el objeto puede ubicarse correctamente respecto a este origen.

Los elementos tienen información asociada, que sirve para su identificación (nombre de vigas y nervios, columnas, especificación de concretos, entre otros.)



e+ Ingeniería, entrega la totalidad de los diseños estructurales (Estructuras de concreto) en **LOD 300**, en ningún caso se realizará el modelado de acero de elementos estructurales tales como: fundaciones, columnas, vigas, entre otros.

2.4 LOD 350 (Coordinación y colisiones)

Aporta información estructural y geometría precisa con la cual se puede hacer un estudio de interferencias y colisiones de todas las disciplinas respecto al diseño estructural.

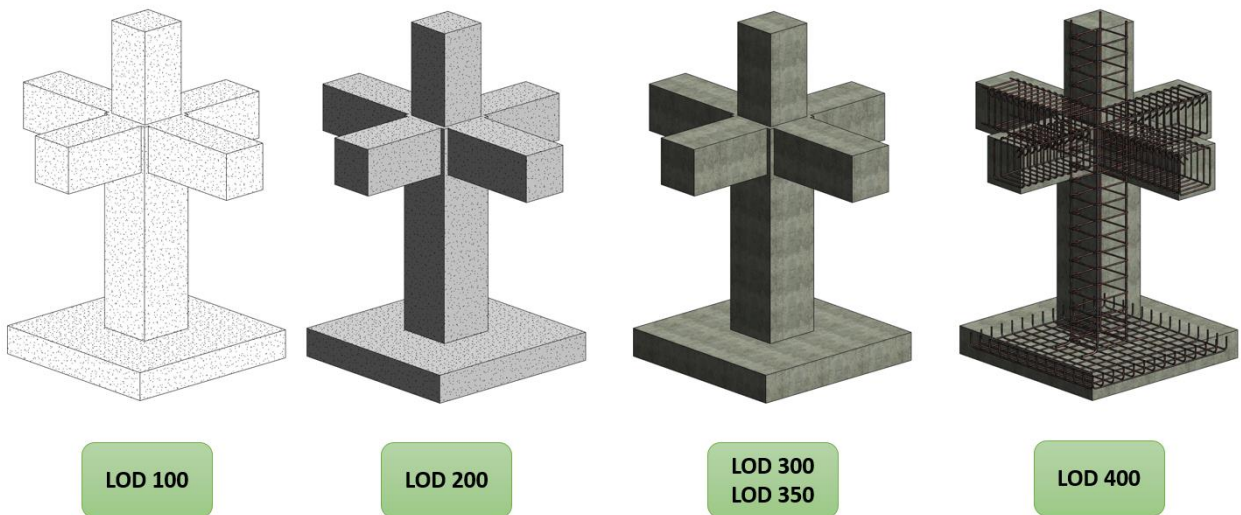
2.5 LOD 400 (Fabricación)

Contiene el detalle necesario para iniciar construcción ya que el nivel de medición es exacto, con este modelo se debe dar inicio a la obra. El modelo en LOD 400, incluye detalles de refuerzo de cada uno de los elementos estructurales, además se entregan plantas estructurales del proyecto.

2.6 LOD500 (As Built)

El último nivel de detalle representa la finalización del proyecto, ya que se ha construido, son las condiciones conforme a la obra. El modelo en este nivel de detalle es adecuado para el mantenimiento y el funcionamiento del edificio, así como para hacer reformas que impliquen realizar cualquier modificación estructural.

Nota importante: e+ ingeniería entregara el modelo estructural en LOD 100,200,300 y 350.



3 ETAPAS DE DESARROLLO DE LOS PROYECTOS (EDP)

De acuerdo con lo expresado anteriormente, e+ ingeniería propone el desarrollo de los LOD según la etapa en la que se encuentre el proyecto de la siguiente manera:

Etapa	Prediseño	Coordinación entre disciplinas	Radicación	Construcción	Record / As Built / Tal como construido
LOD100	X				
LOD200		X			
LOD300 Y 350			X	X	
LOD400					X (por otros)
LOD500					X (por otros)

4 DEFINICIÓN DE ETAPAS PARA DESARROLLO DE LOS PROYECTOS

Las etapas de desarrollo de los proyectos establecidas por e+ ingeniería se definen de la siguiente manera:



4.1 Prediseño.

Es un diseño conceptual, en esta etapa de diseño, el modelo geométrico estructural aportará una visión general necesaria para iniciar la primera coordinación entre la estructura y las demás disciplinas, en el prediseño se indicará de manera preliminar las dimensiones de cada uno de los elementos estructurales presentes en el proyecto.



Es importante tener en cuenta que el prediseño es el punto de partida para el diseño estructural, por consiguiente, los datos indicados en esta etapa pueden variar en la medida en que se avanza en el desarrollo del mismo.

4.2 Coordinación técnica entre las diferentes disciplinas

Con la información dada en el prediseño se procede a la siguiente etapa de desarrollo del proyecto en la cual con la información geométrica estructural se realiza una primera coordinación entre disciplinas para de esta manera tener claro el desarrollo del proyecto.

4.3 Información para radicación

Una vez cumplidas las dos primeras etapas de desarrollo del proyecto, pre diseño y coordinación técnica entre disciplinas, se proceden a realizar la etapa de información para radicación ante las autoridades competentes.

Esta etapa aporta información estructural en un nivel de detalle alto en cuanto al modelado de la geometría del proyecto.

4.4 Información para construcción –proyecto definitivo

Una vez aprobado el proyecto arquitectónico entregado ante las autoridades competentes, se procede a generar la información estructural para construcción. En esta etapa el nivel de medición es exacto y con este modelo se da inicio a la obra.

Esta etapa contiene las plantas y detalles de cada uno de los elementos estructurales presentes en el proyecto.

En esta etapa toda la información de modelos BIM y cada uno de los planos estructurales, estarán marcados con un sello el cual dirá **PLANO VALIDO PARA CONSTRUCCIÓN.**



4.5 Información récord de la ejecución (por otros)

Esta etapa significa que el proyecto ya fue finalizado, es decir que fue construido de acuerdo con las especificaciones técnicas dadas por cada una de las disciplinas; la información consignada en esta etapa, garantiza el mantenimiento y correcto funcionamiento del proyecto.

5 PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO.

El siguiente es el procedimiento metodológico recomendado por e+ ingeniería para el desarrollo y cálculo estructural de los proyectos mediante la metodología BIM.

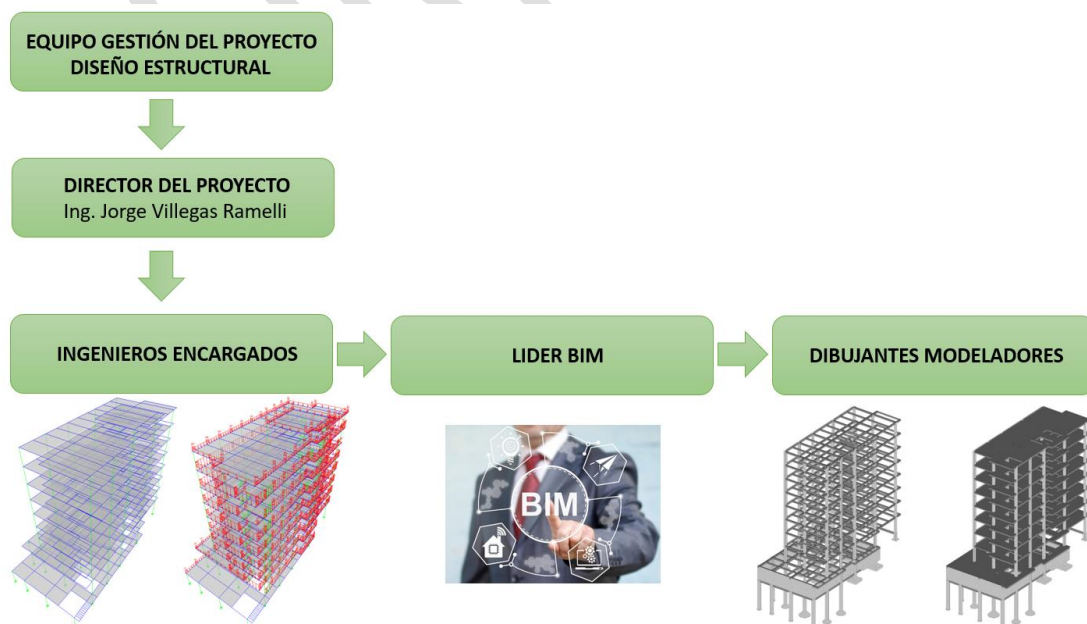
5.1 Revisión de protocolos BIM:

Antes de iniciar cualquier modelo, es indispensable realizar una revisión detallada de los protocolos BIM o de los planes de ejecuciones BIM entregados por el cliente, esto con el fin de tener muy claros cuales son los alcances, los métodos de desarrollo de los modelos, los productos que se deberán entregar, la gestión y el intercambio de información, los controles de calidad, la versión, el tipo de software con el que se deberá trabajar y el LOD.

Antes de iniciar cada proyecto, e+ ingeniería programara una reunión con las personas encargadas del desarrollo del proyecto para afinar el protocolo BIM conjuntamente, de esta reunión sugerimos realizar un acta donde queden claros los puntos y especificaciones técnicas tratados por ambos en dicha reunión.

5.2 Definición equipo de gestión del proyecto (EGP)

Para desarrollar cada proyecto bajo la metodología BIM, e+ ingeniería conformará un grupo de trabajo, el cual nombraremos **equipo de gestión del proyecto (EGP)**





Los roles dentro del equipo de gestión del proyecto son los siguientes:

5.2.1 Director del proyecto

Es el profesional que se encarga de dar los parámetros técnicos iniciales (análisis de ingeniería), es el responsable de la gestión y asignación de los recursos para el desarrollo de cada proyecto, es el principal gestor y responsable de asegurar que todos los integrantes del equipo conozcan su rol y sepan ejecutarlo.

Es importante tener en cuenta que el director del proyecto solo se encargará de darle una revisión detallada a la parte técnica del proyecto (análisis de ingeniería), todo el proceso de modelado mediante la metodología BIM será responsabilidad del Bim Manager, el dibujante modelador y el ingeniero encargado del proyecto.

5.2.2 Ingeniero (os) encargado del proyecto

Es el profesional encargado del diseño del proyecto, su función principal es generar la documentación de diseño y las especificaciones técnicas para construir dicho proyecto.

El ingeniero será el encargado de entregarle al dibujante modelador toda la información necesaria para desarrollar el proyecto.

5.2.3 Líder BIM (BIM MANAGER):

Es la persona encargada de liderar la implementación de la metodología BIM en e+ ingeniería, su principal objetivo será coordinar todos los equipos y conseguir que todos los profesionales que intervienen en el desarrollo de los modelos BIM cumplan con los estándares estimados desde el inicio de los modelos.

El BIM MANAGER es el profesional que tiene un manejo extenso en la metodología BIM, es decir conoce sus definiciones, procesos y el software que se deben utilizar.

5.2.4 Dibujante modelador:

Es el profesional encargado de modelar cada proyecto, su rol principal será gestionar el modelo para de esta manera cumplir con las necesidades del cliente.

El dibujante modelador desarrollará y gestionará el modelo de acuerdo con los diseños arquitectónicos y según las instrucciones dadas por el director del proyecto, el ingeniero encargado y el líder BIM.

En cada proyecto, E+ Ingeniería entregara una credencial al cliente donde informaremos los roles BIM del proyecto en mención, de la siguiente manera:



Rol	Nombre	Empresa	Correo
Director del proyecto	Jorge Villegas Ramelli	e+ Ingeniería S.A.S	jvillegasram @eingenieria.org
Ingeniero Encargado			
Líder BIM			
Modelador BIM			
Otros			

5.3 Definición de formatos de entrega

Se deberá definir con el cliente el tipo de software que se va a utilizar (Revit, Naviswork, entre otros) la versión del software y el formato de intercambio de información (.rvt, .nwc, IFC, entre otros)



e+ ingeniería está en la capacidad de trabajar de acuerdo con el licenciamiento de software adquirido con nuestro proveedor técnico, dicho licenciamiento está dispuesto a partir de la versión **2018** y hasta la versión **2021**. Cualquier requerimiento adicional deberá ser contemplado al inicio del proyecto.

En esta etapa también se deberá definir si se van a usar las nubes dispuestas por Autodesk (**A360, RECAP PRO, BIM 360 TEAM, COLLABORATION FOR REVIT, BIM 360 GLUE BIM 360 DOCS**), por lo que será necesario definir usuarios, contraseñas, administradores de usuarios y administradores de proyectos para acceder a la información instalada en dicha nube.

En caso de no requerir el uso de la nube 360 de Autodesk, se deberá definir el método por el cual se intercambiará la información (nube, drive, we-transfer, google site, entre otros)



AUTODESK® 360



En esta etapa también es importante definir cómo va a ser el proceso de coordinación y cuál va a ser el software que se va a utilizar para dicho proceso.



e+ ingeniería cuenta con las siguientes herramientas; **A360**, **BIMCollab** y **Autodesk Desktop Conector** para realizar todo el rema de revisión de incidencias, coordinación y para mejorar la consistencia y la trazabilidad en el flujo de trabajo.

En caso en que se deba utilizar otra herramienta, el cliente deberá informar al inicio del proyecto para de esta manera revisar con nuestro proveedor de software si estamos autorizados o no para utilizar dicha aplicación.

5.4 Tabla, listado de entregables:

e+ ingeniería, entregará el listado de entregables de cada proyecto donde se especificará la etapa y el formato de entrega de la siguiente manera:

La información estructural de cualquier tipo de proyecto es la documentación de diseño necesaria para el desarrollo constructivo del mismo.

Entregables	Etapa	Link Revit	Revit	Otros
Modelo BIM estructural			X	
Plano de fundaciones		X	X	
Plano despieces de columnas		X		
Plano despieces de muros		X		
Planos placa de subpresión		X		
Detalles placa de contrapiso		X		
Planos plantas estructurales			X	
Planos plantas de refuerzo superior e inferior			X	
Planos despieces de vigas		X		
Planos despieces de nervios		X		
Planos escaleras			X	
Detalles de rampas		X		
Planos muros de contención		X		
Planos Elementos no estructurales		X		
Plano guía		X		
Detalles generales.		X		
Memorias de calculo				X
Modelo de análisis estructural				X
Otros				X

Nota importante: como lo indicamos en la lista de entregables, e+ ingeniería solo entregará en formato. Rvt, .nwc, IFC, el modelo estructural, el resto de información técnica será entregada mediante un link en el modelo Revit.



La siguiente información vinculada por medio de links, como, por ejemplo, despieces de nervios, vigas estructurales y despieces de columnas serán vinculados al modelo por medio de links en formato .pdf, esto teniendo en cuenta que la empresa e+ ingeniería, desarrolla dicha información técnica con software propio (e+ Ref), el cual esta sincronizado a los programas que utilizamos para la ingeniería de los proyectos como lo son el ETABS, SAFE, entre otros.

Es importante aclarar que si bien, los programas anteriormente mencionados funcionan con el formato de datos IFC, el cual permite el intercambio de información entre múltiples softwares, consideramos que es más practico la generación de esta información técnica por medio de formato .pdf.

6 DEFINICION PLANTILLA DE TRABAJO

Una vez definido el protocolo Bim y teniendo claro el listado de entregables, es necesario definir la plantilla de trabajo BIM.

e+ ingeniería cuenta con una plantilla de modelado BIM estructuras, la cual es necesaria completar con la siguiente información la cual será entregada necesariamente por el cliente:

6.1 Definición de orígenes y coordenadas:

Antes de iniciar con el modelo estructural, es necesario que el cliente le defina a e+ ingeniería los puntos de origen y coordenadas.

Esto con el fin de conservar el mismo punto de origen en el modelo estructural y por consiguiente arquitectónico, así, cuando se haga la integración de estos, todos se deben ubicar en el mismo lugar.

6.2 Definición, Punto de origen del proyecto:

Este punto, en realidad es invisible, no tiene en Revit una representación gráfica.

El modelo debe desarrollarse dentro de un radio de una milla alrededor de este punto, para que todo elemento dibujado (arquitectura + estructura+ otras disciplinas) funcione correctamente.

El punto de origen del proyecto es al que se refiere Revit cuando vinculamos/insertamos archivos de "Origen a Origen", además se usa como referencia al copiar objetos de unos archivos a otros.

6.3 Definición, punto de reconocimiento (Triángulo azul – SP_Survey Point):

Es el punto que sirve para que diferentes archivos (modelos en formato .rvt ó .dwg) estén situados todos con respecto al mismo punto de referencia. Es el punto con el que se trabaja para compartir o exportar archivos en coordenadas compartidas.

Se puede considerar como el punto de coordenadas absolutas, con origen donde queramos considerarlo (origen universal, origen propio dentro nuestro proyecto, entre otros.)



6.4 Definición, punto base de proyecto (Círculo azul – PBP_Project base point):

Es un punto que no puede compartirse, tendrá una ubicación particular en cada archivo. Puede servir como punto de referencia o replanteo del proyecto, y sirve también para desplazar todo el proyecto de ubicación.

Es el punto al que se refiere Revit al anotar con cotas de elevación o cotas de coordenadas, que están configuradas con su punto de origen de elevación/coordenadas en “Punto base de proyecto”.

Es el punto al que se refiere Revit en los niveles, cuando la elevación está referida al “Punto base de proyecto”.

En el caso de no necesitar referenciar el proyecto más que a un único origen de coordenadas común, es mejor no moverlo del sitio en el que está inicialmente, para que coincida con el Punto de origen del proyecto, el cual ya hemos dicho, no tiene visualización.

6.5 Definición de niveles y ejes:

Es necesario que los niveles y los ejes sean los mismos tanto en los modelos arquitectónicos como en los modelos estructurales, de esta manera, se podrán realizar análisis de colisiones y cantidades de obra discriminados por los niveles presentes en cada uno de los proyectos.

6.6 Definición de Sistemas de coordenadas:

El proyecto se deberá desarrollar en sistema métrico, los archivos se deben configurar obligatoriamente de la siguiente manera:

- ✓ Área: metros cuadrados (m²)
- ✓ Longitud: metros (m)
- ✓ Volumen: metro cubico (m³)
- ✓ Pendiente: Porcentaje (%)
- ✓ Angulo: grado sexagesimal

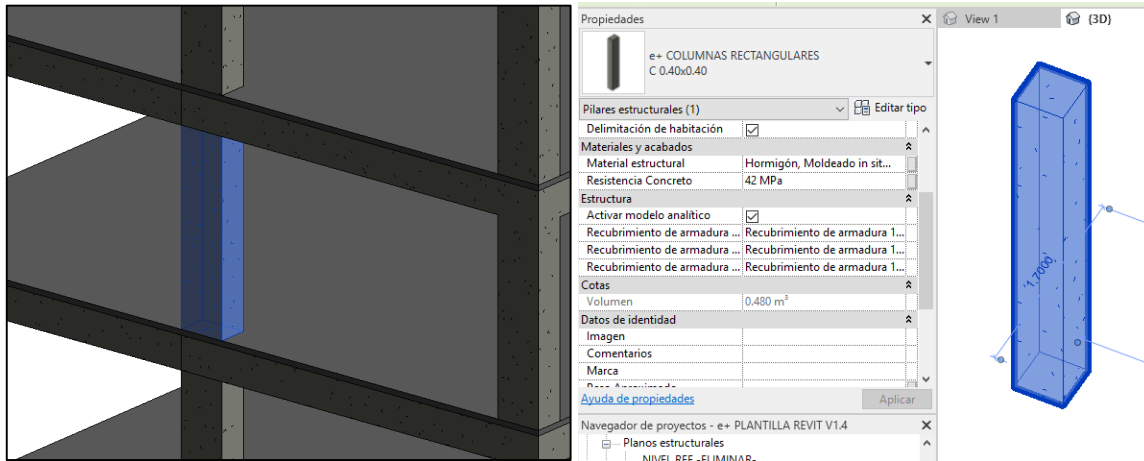
7 MODELADO ESTRUCTURAL

Una vez recibida la información necesaria solicitada en el ítem anterior se procede a trabajar con la plantilla estructural BIM-EST-e+, en la cual los elementos estructurales están modelados y definidos de la siguiente manera:

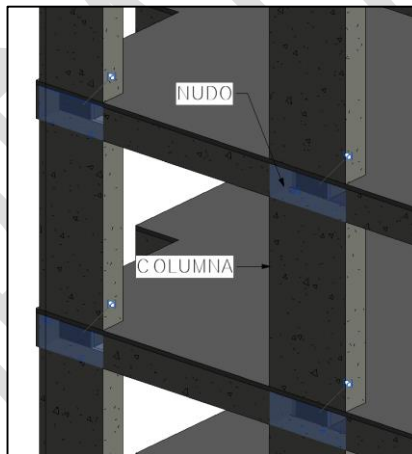
7.1.1 Columnas

Las columnas se modelan dentro de la categoría *Structural Columns*, y se especifican las propiedades de resistencia del concreto según los cálculos estructurales establecidos.

Ejemplo: C40x80



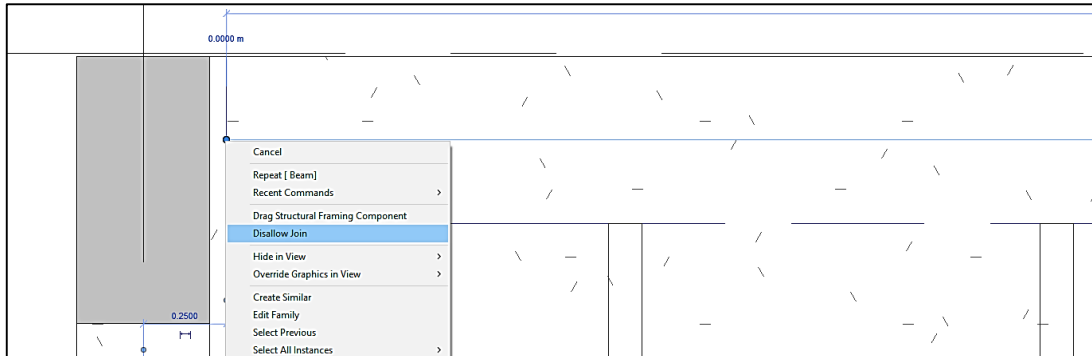
Las columnas se modelan por tramos de piso a piso y se debe tener en cuenta el desfase superior de empalme con la viga del nivel superior, para posteriormente modelar el “nudo”



7.1.2 Vigas Principales

Las vigas se modelan dentro de la categoría *Structural Framing (beam)*, y se nombran con la sección (por ejemplo 0.50x0.50) además se le asignan las propiedades de resistencia del concreto según cálculos estructurales establecidos.

Al modelar cada viga estructural le asignamos la siguiente propiedad, *Disallow join* (no permitir unión) en ambos extremos de la viga, lo cual permite que la viga **NO** se una al elemento adyacente, sea columna, muro u otra viga, de esta manera el volumen de concreto no se duplica a la hora de cuantificar volúmenes.



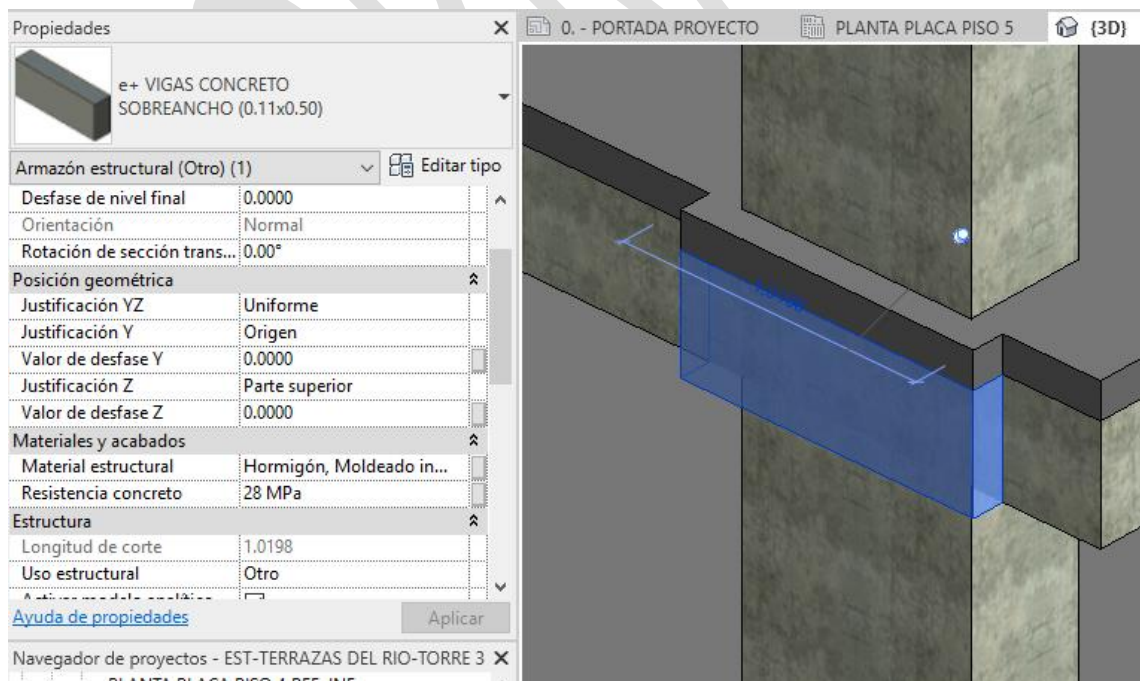
Ejemplo: V1 (0.40X0.40)

7.1.3 Sobreanchos

En caso de presentarse vigas con sobreanchos estos se modelan como otra viga adyacente, dándole el nombre de Sobreancho y la sección.

Al modelar cada viga estructural (sobreancho) le asignamos la propiedad, *Disallow join* (no permitir unión) en ambos extremos de la viga lo cual permite que el sobreancho **NO** se una al elemento adyacente, sea columna, muro u otra viga, de esta manera el volumen de concreto no se duplica a la hora de cuantificar volúmenes.

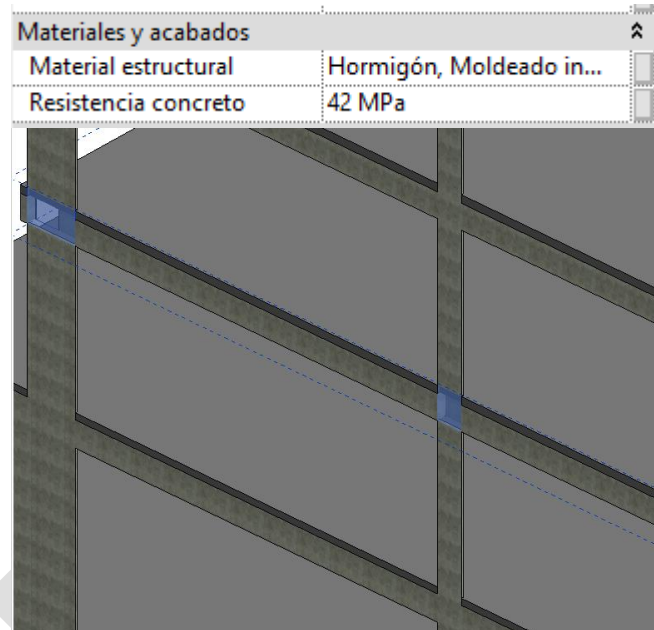
Ejemplo: Sobreancho (0.15X.50)



7.1.4 Nudos

Los nudos se modelan dentro de la categoría *Structural Framing (beam)*, y se les asignan las propiedades de resistencia del concreto según cálculos estructurales establecidos.

Ejemplo: Nudos H42 piso 1

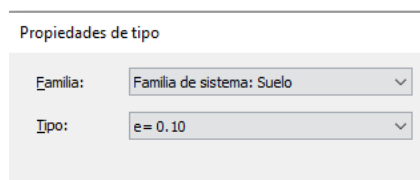


También se le asigna la propiedad / *Disallow join* (no permitir unión) en ambos extremos de la viga lo cual permite que los nudos NO se una al elemento adyacente, sea columna, muro u otra viga, de esta manera el volumen de concreto no se duplica a la hora de cuantificar volúmenes.

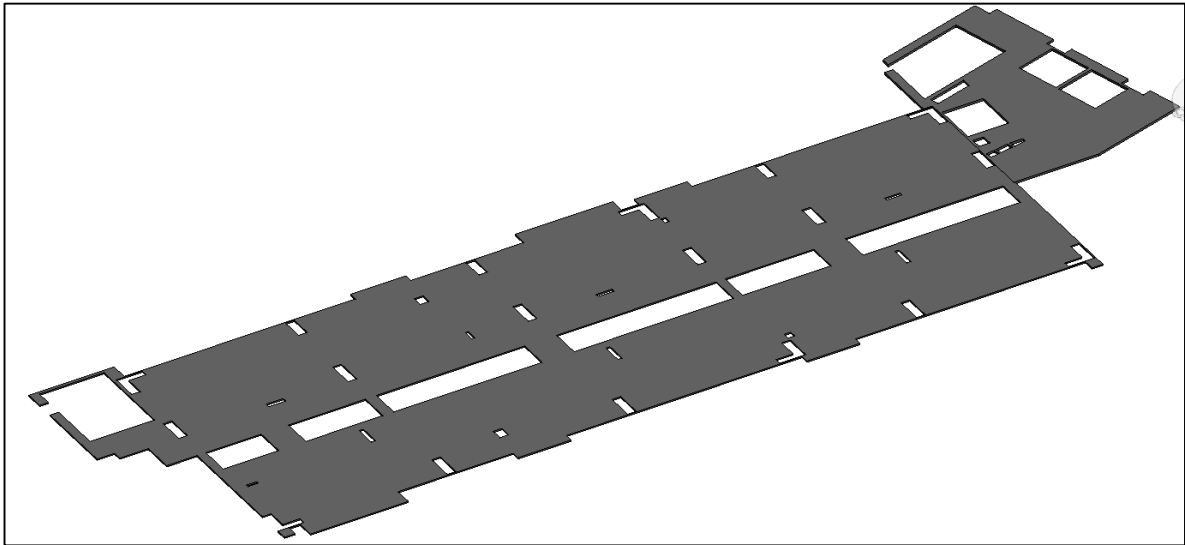
Una vez se tengan modelados los agrupamos por nivel para tener mejor control de estos.

7.1.5 Placas

Las placas se modelan bajo la categoría *Floors* con su respectivo espesor y se les asigna la resistencia del concreto establecida en los diseños estructurales en las propiedades (materiales y acabados)



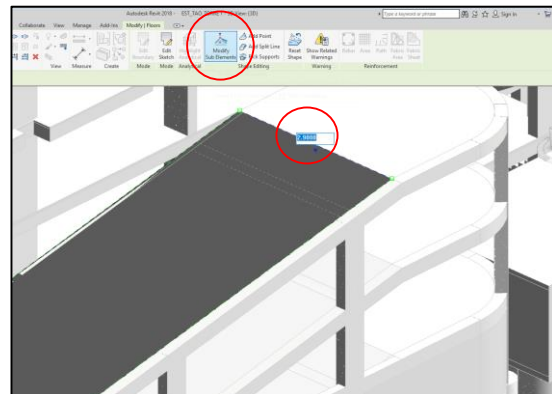
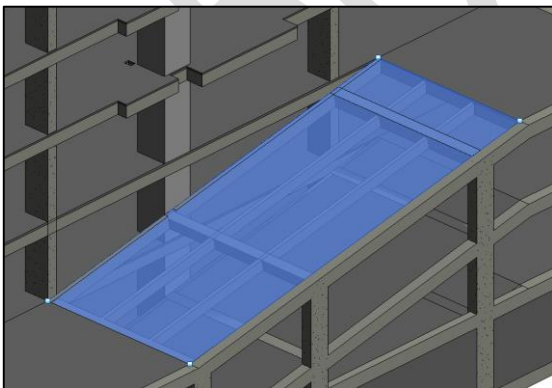
URL	
Description	Concreto 28 MPa
Assembly Description	
Assembly Code	



En la plantilla estructural BIM-EST-e+ implementada por e+ ingeniería se sugiere, “descontar” los vacíos como puntos fijos y buitriones, además del área que ocupa cada columna, esto con el fin de no duplicar las cantidades de volumen de concreto.

7.1.6 Rampas

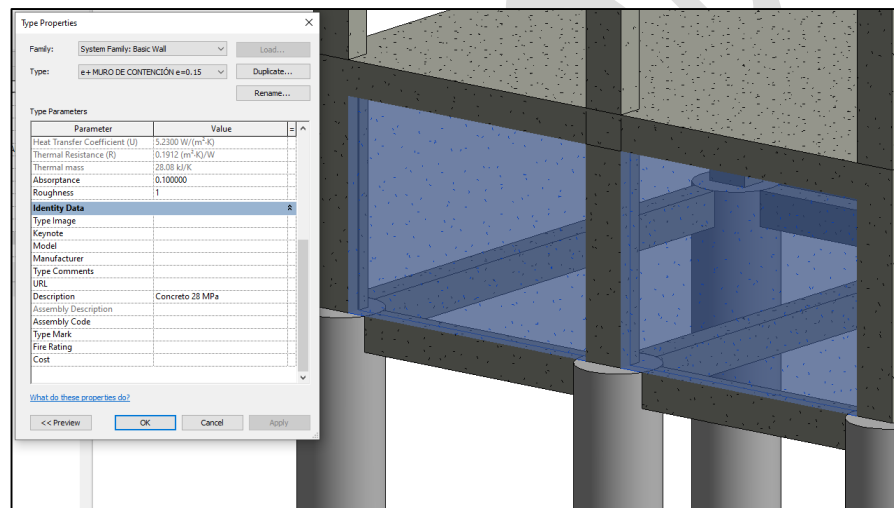
Las rampas se modelan bajo la categoría *Floors* y se les asigna una pendiente usando la herramienta *Modify Subelements*, esta permitirá modificar el nivel inicial y final de la losa y así configurar la rampa, además se le asigna la resistencia del concreto establecida en los cálculos estructurales.



7.1.7 Muros de contención

los muros de contención se modelan con la Familia *basic wall*, en donde se indica el espesor definido en los diseños, estos tienen el desfase superior de la altura de la viga del piso superior, y se le asigna en la descripción la resistencia del concreto, adicional a esto se le asigna la propiedad / *Disallow join* (no permitir unión) en ambos extremos del muro lo cual permite que los muros de contención NO se unan a los elemento adyacentes, de esta manera el volumen de concreto no se duplica a la hora de cuantificar volúmenes, adicional a esto se nombran de la siguiente manera:

Ejemplo: M1 e=0.15



7.1.8 Escaleras

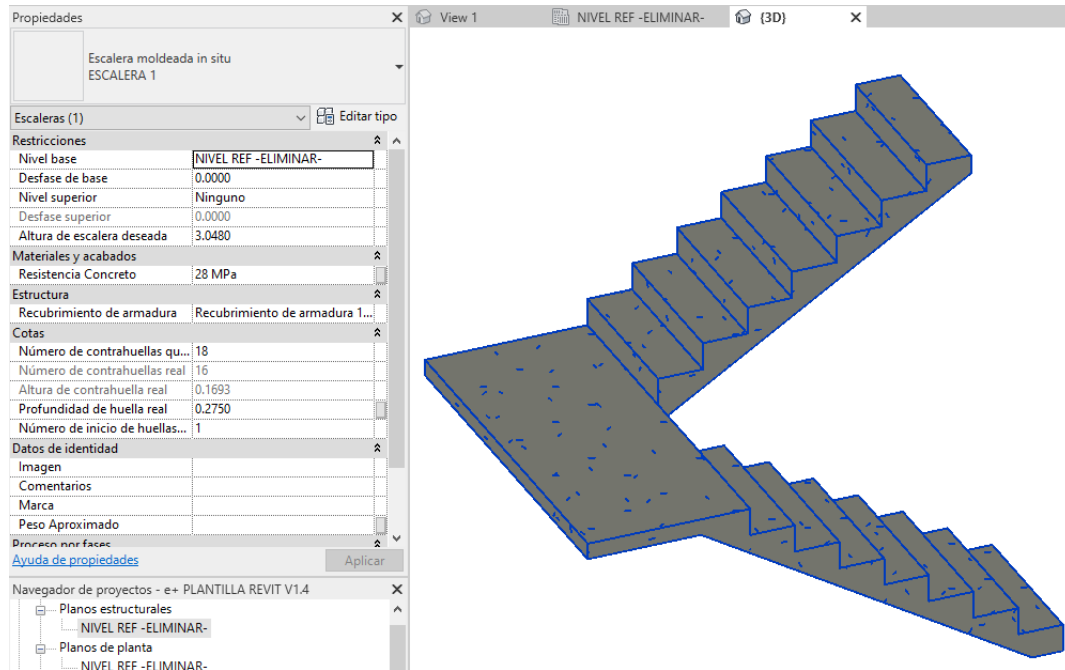
Las escaleras se modelan con la categoría *Cast in place Stair*, (*Escalera modelada insitu*) y se configura el espesor de acuerdo a los diseños estructurales y se nombran de acuerdo con la cantidad de escaleras que tenga el proyecto.

Además, se le asigna la resistencia del concreto de acuerdo con los diseños estructurales.

En caso de ser escaleras muy complejas de modelar, se consulta y se le pide autorización a arquitectura para copiar las escaleras del modelo arquitectónico y ajustarlas al modelo de estructura.

NOTA: Es importante definir desde el inicio del proyecto si las escaleras se van a mostrar en los modelos arquitectónicos o en los modelos estructurales.

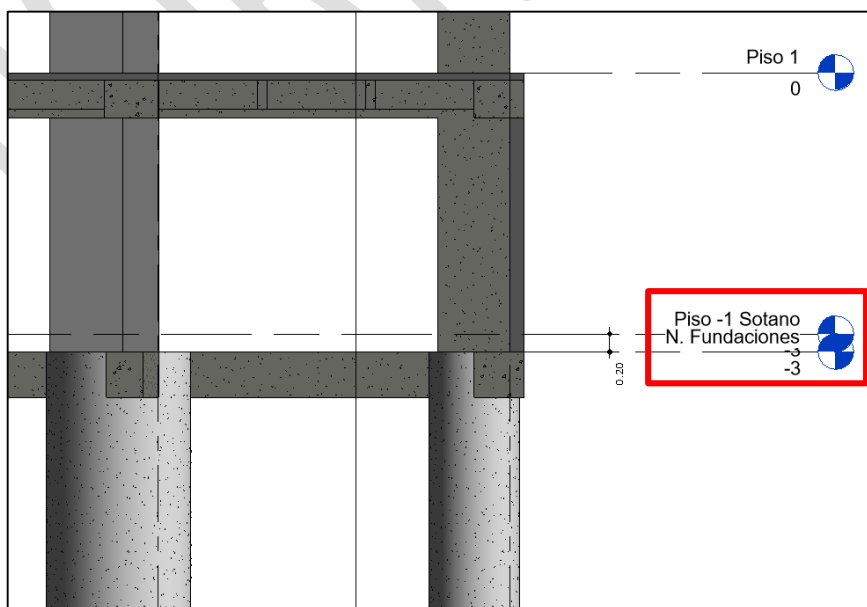
Ejemplo: Escalera E1, Escalera E2, etc.



7.1.9 Fundaciones

El modelado de las fundaciones se crea en un nuevo nivel, el cual está a -0.20m y cuyo nombre es N. Fundaciones, sobre este es el nivel en el cual se realiza el modelado de la cimentación.

En casos en que las fundaciones vayan a nivel de piso estas se modelarán sobre el mismo nivel por lo que NO será necesario crear un nuevo nivel de referencia.



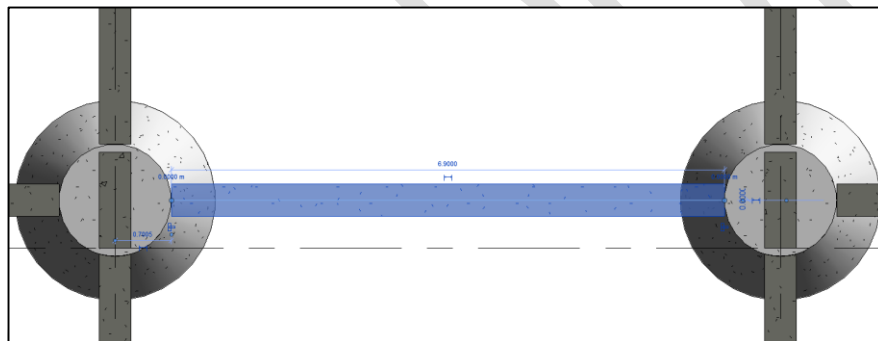
7.1.10 Vigas de fundación

Las vigas de fundación se modelan dentro de la categoría *Structural Framing (beam)*, y se le asignan las propiedades de resistencia del concreto según cálculos estructurales; es importante tener en cuenta que al modelar vigas de fundación referenciadas con pilas estas deberán ir siempre hasta el fuste.

Además, al modelar cada viga de fundación se le asigna la propiedad *Disallow join* (no permitir unión) en ambos extremos de la viga, lo cual permite que las vigas de fundación **NO** se unan a los elementos adyacentes, de esta manera el volumen de concreto no se duplica a la hora de cuantificar volúmenes

Las vigas de fundación se deben nombrar de la siguiente manera:

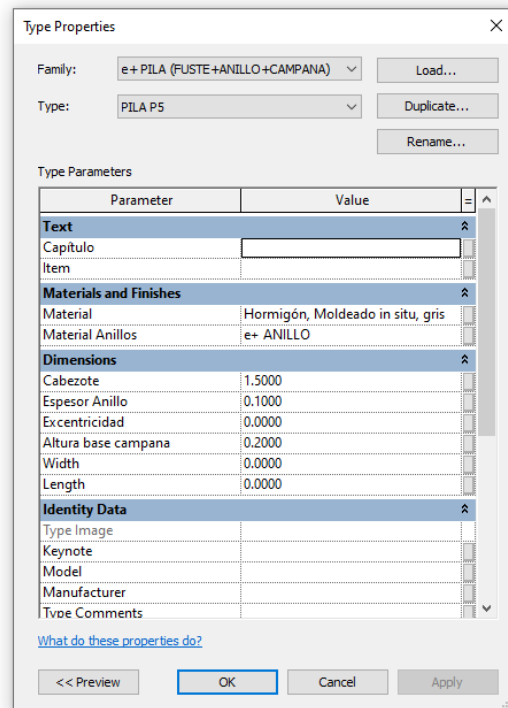
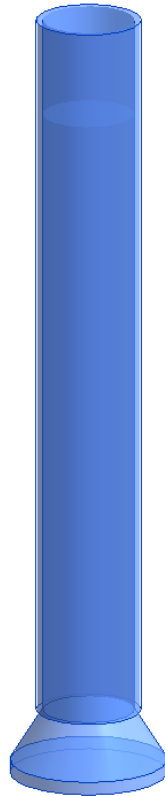
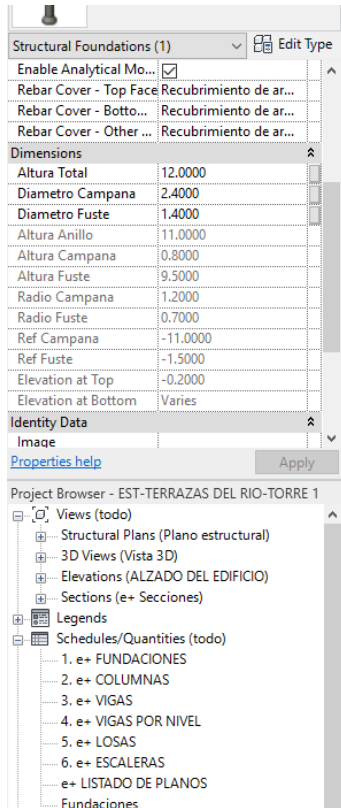
Ejemplo: VF-1 (0.40x0.50), VF-2 (0.40x0.50), VF-3 (0.40x0.50), etc.



7.1.11 Pilas

Las pilas se modelan dentro de la categoría *Estructural Foundation* y se le asignan las propiedades de resistencia del concreto según cálculos estructurales. Las dimensiones de cada una de las pilas se pueden editar con el comando *edit type*, se nombrarán de la siguiente manera:

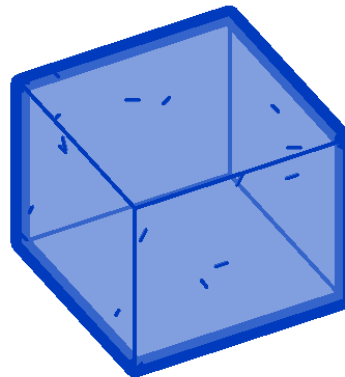
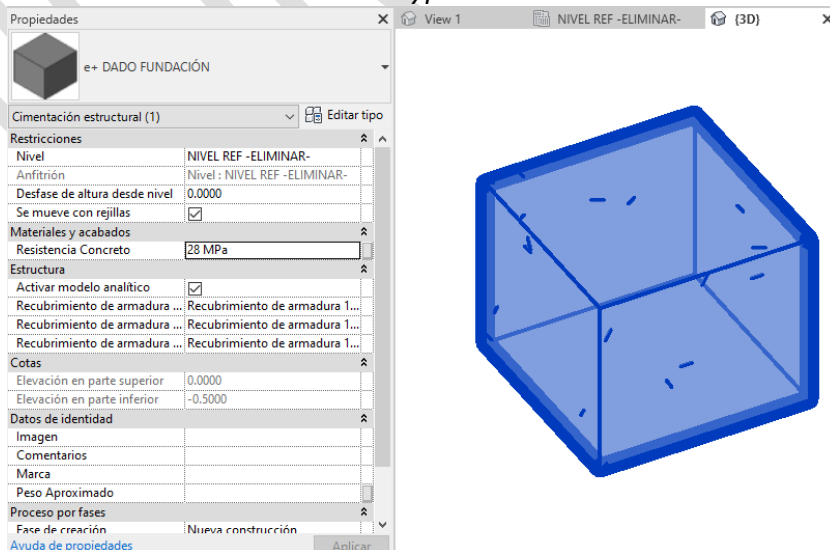
Ejemplo: P1,P2,P3...



7.1.12 Datos

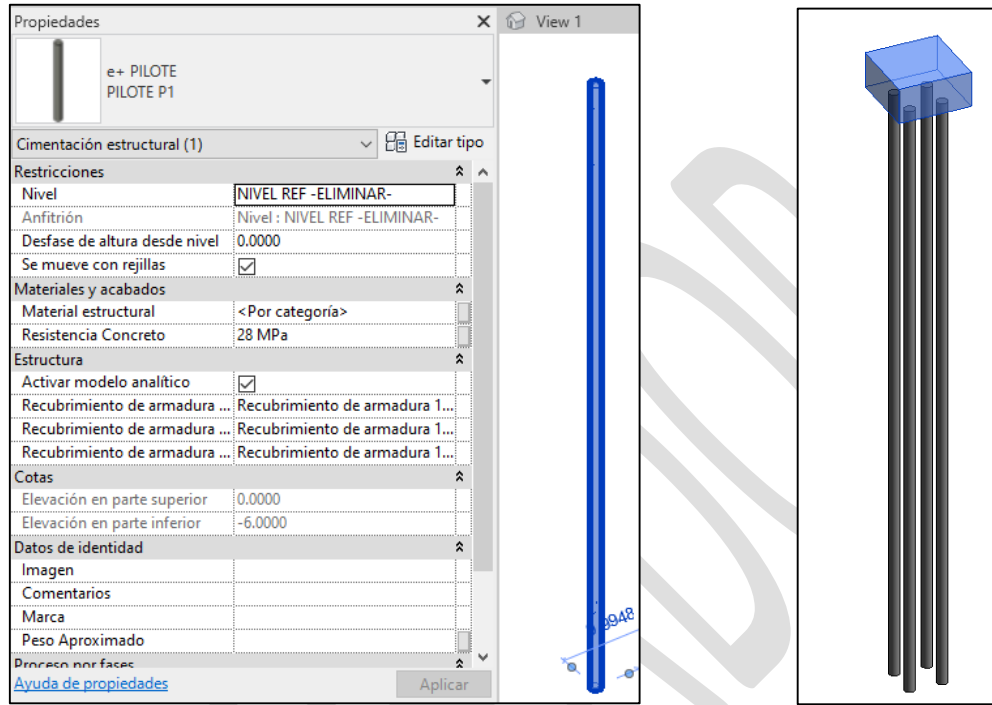
Los datos se modelan dentro de la categoría *Estructural Foundation* y se le asignan las propiedades de resistencia del concreto según cálculos estructurales.

Los datos estructurales se deben nombrar de la siguiente manera D1, D2, D3 entre otros y todas sus dimensiones se deberán modificar en *edit type*



7.1.13 Pilotes

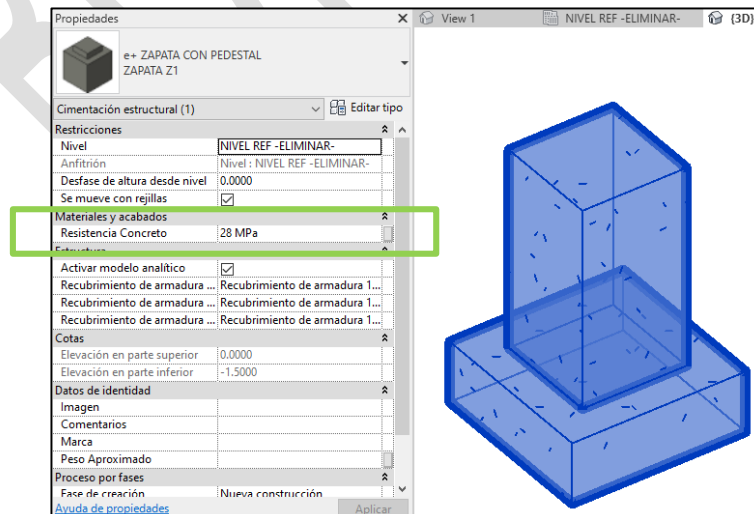
Los pilotes se modelan dentro de su categoría *Estructural Foundation* y se deben darle las propiedades de resistencia del concreto según cálculos estructurales.



7.1.14 Zapatas

Las zapatas se modelan dentro de su categoría *Estructural Foundation* y se le deben asignar las propiedades de resistencia del concreto según cálculos estructurales, se deben nombrar de la siguiente manera:

ejemplo: F1, F2, F3, etc.





7.1.15 Elementos con formas no convencionales.

Cuando se requiera modelar elementos con formas no convencionales, como dados en forma de polígono, “muescas” en pilas para foso de ascensor, vigas o nervios acartelados, o cualquier otro tipo de forma no común, se propone modelar estos elementos como componente en sitio y asignarle la categoría de familia que le corresponda, es decir si corresponde a la familia suelos, vigas, cimentaciones, escaleras, columnas.

Se realiza por medio de:

8 VISUALIZACION DE PLANTAS Y ACOTADO.

e+ ingeniería entregara las plantas estructurales y detallado general en Revit siempre y cuando sea aprobado desde el inicio en los protocolos BIM.

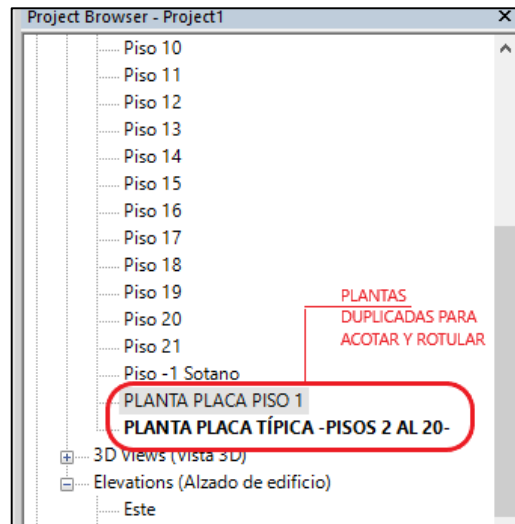
Es importante tener en cuenta que el tema de acotado y etiquetado de cada uno de los elementos estructurales, se hará una vez los arquitectos encargados del desarrollo del proyecto envíen la información definitiva, es decir, el acotado de los elementos se hará en la etapa de desarrollo del proyecto: CONSTRUCCION.

e+ ingeniería recomienda que el dimensionado de las plantas estructurales se realice en las etapas finales del proyecto, es decir, una vez el proyecto sea aprobado por parte de arquitectura, con esto evitaremos reprocesos al momento de entregar la información definitiva para construcción.

8.1 PLANTAS

Una vez se tenga el modelo definitivo, las plantas estructurales acotadas y detalladas quedarán en una vista de planta duplicada adicional a la vista de planta original, pero dependiente de esta, por esta razón al momento de hacer cambios o adiciones en cada uno de los niveles tendremos dos vistas, una donde solo se muestra la geometría y la otra donde además de la geometría se puede observar el acotado y detallado de las mismas.

Ejemplo, nombre de vistas de planta



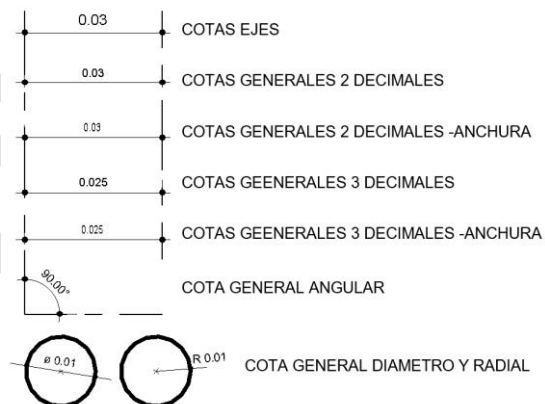
Es importante tener en cuenta que la plantilla BIM-EST- e+ están definidas las plantillas de vista necesaria para representar y visualizar el modelo estructural, por esta razón tenemos plantillas definidas con diferentes características y objetivos para cada elemento estructural.

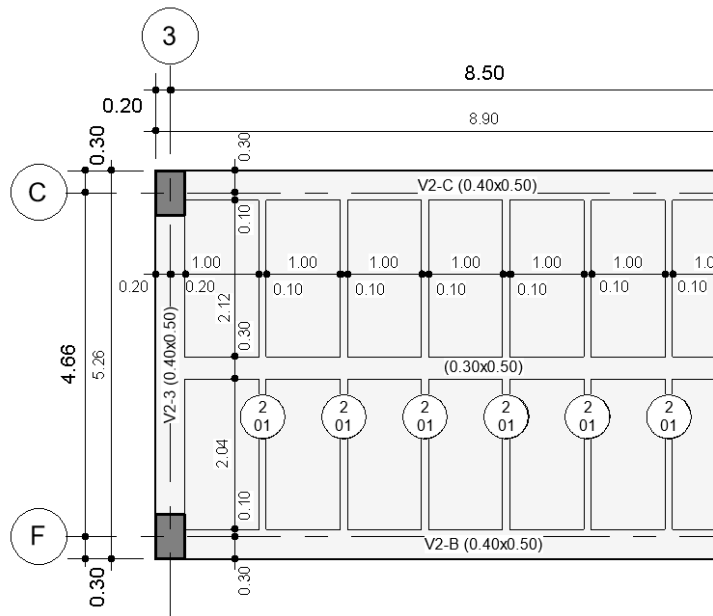
Estas plantillas de vista garantizaran una configuración estándar lo que ayudara a mantener los parámetros de representación y la coherencia en cada una de los planos constructivos presentados por e+ ingeniería.

8.2 COTAS

Las cotas tendrán el estilo definido en la plantilla BIM-EST- e+.

Ejemplo:





8.3 ETIQUETADO

Las etiquetas tendrán el estilo definido en la plantilla BIM-EST- e+, y serán independientes los nombres utilizados tanto en las vigas principales, vigas intermedias y nervios estructurales

Ejemplo: etiqueta de vigas estructurales:

V2-A (0.40x0.50)

V2-A
(0.40x0.50)

e+ VIGAS CONCRETO (0.40x0.50)

Structural Framing (Other) (1) Edit Type

Rebar Cover - Bottom Face Recubrimiento de armadura 1...

Rebar Cover - Other Faces Recubrimiento de armadura 1...

Dimensions

Length 8.1000

Volume 1.393 m³

Elevation at Top -3.5000

Elevation at Bottom -4.0000

Identity Data

Image

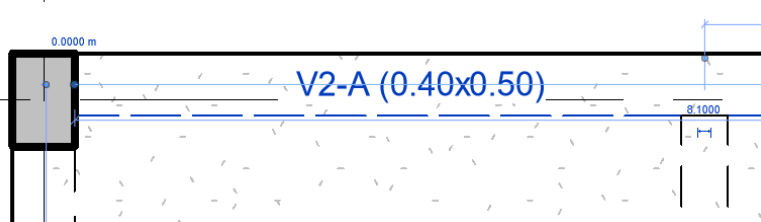
Comments V2-A

Mark

Phasing

Phase Created Nueva construcción

Phase Demolished None

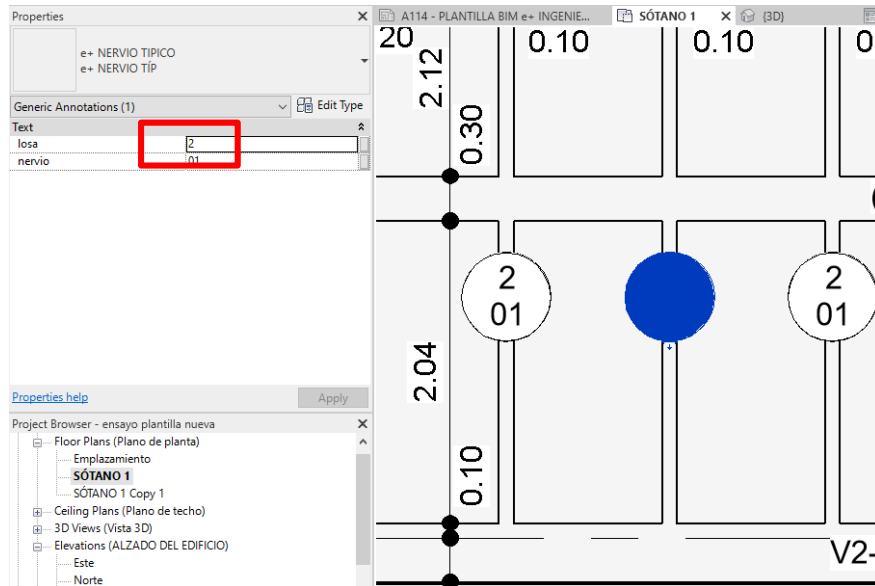


0.0000 m

V2-A (0.40x0.50)

8'1000

Ejemplo: etiquetas de nervios estructurales



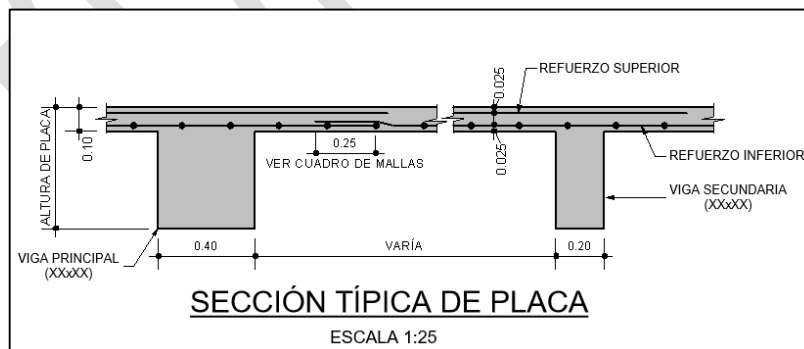
Al nombrar o detallar elementos adicionales en las plantas las etiquetas tendrán el estilo definido en la plantilla BIM-EST- E

8.4 DETALLES

El detallado de los elementos estructurales se realiza con el principal objetivo de complementar y dar mayor claridad a las plantas estructurales.

Las generaciones de detalles en las plantas estructurales se harán mediante leyendas, que ya se encuentran configuradas en la plantilla BIM-EST-e+

Ejemplo: Leyendas detalles estructurales



Los detalles de elementos estructurales se realizarán de acuerdo a los parámetros de patrones de línea, sombras, textos, cotas y calibres definidos en la plantilla BIM-EST-e+

TIPOS DE LINEAS		
---	E-P1	---
---	E-P2	---
---	E-P3	---
---	E-P4	---
---	E-P5	---
---	E-P6	---
---	E-P7	---
---	E-ESTRUCTURA 1	---
---	E-ESTRUCTURA 2	---
---	E-ESTRUCTURA 3	---
---	E-ESTRUCTURA 4	---
---	E-M.CONTENCIÓN	---
---	E-REFUERZO	---
---	E-REF. COLUMNA	---
---	E-P. MACIZA 1	---
---	E-P. MACIZA 2	---
---	E-P. MACIZA 3	---
---	E-PROYECCIÓN	---
---	E-EJES	---
---	E-BORDE LOSA	---
---	E-JUNTA 1	---
---	E-JUNTA 2	---
---	E-JUNTA 3	---
---	E-DETALLES	---
---	E-D1	---
---	E-D2	---
---	E-D3	---
---	E-D4	---
---	E-D5	---
---	E-D6	---
---	E-D7	---
---	E-DIM	---
---	E-DIM EJES	---

SOMBAS		
---	E-SOMBRA 0	---
---	E-SOMBRA 1	---
---	E-SOMBRA 2	---
---	E-SOMBRA 3	---
---	E-SOMBRA 4	---
---	E-SOMBRA COL	---
---	E-SOMBRA MUR	---
---	RAMPÁ 1	---
---	RAMPÁ 2	---
---	E-HATCH 1	---
---	E-HATCH 2	---
---	E-HATCH 3	---
---	E-HATCH 4	---
---	E-HATCH 5	---
---	E-HATCH 6	---
---	E-HATCH 7	---
---	E-HATCH 8	---
---	E-HATCH 9	---
---	E-HATCH 10	---
---	E-HATCH 11	---
---	E-HATCH 12	---
---	E-HATCH 13	---
---	E-HATCH 14	---

8.6 ROTULOS

Los rótulos son definidos de acuerdo a los parámetros definidos en la plantilla BIM-EST-e+ y serán los siguientes:

- ISO A1
- ISO A2
- ISO A3
- ISO B1
- Letter A4

Ejemplo: Rotulo A1



En caso en que el cliente requiera que para el desarrollo del proyecto se utilicen los rótulos dispuestos por el diseñador arquitectónico o por la gerencia del proyecto, estos deberán ser entregados al inicio del proyecto bajo los parámetros necesarios para que e+ ingeniería en calidad de diseñador pueda poner en ellos toda la información técnica necesaria para entregar los diseños estructurales.

Además de lo mencionado anteriormente, es necesario definir en esta etapa si se deben crear conjuntos o sets de impresión para los planos (sheets) que se deban entregar para construcción, además se deberá definir si se van a utilizar pestañas con información del plano y el contenido de estos.

9 TABLAS DE PLANIFICACIÓN

e+ ingeniería entregara tablas de cantidades, en donde se especifican nombres, niveles de referencia, ubicación, volúmenes de concreto y la resistencia de cada uno de los siguientes elementos estructurales:

- Fundaciones.
- Columnas.
- Vigas.
- Losas.
- Muros estructurales.
- Escaleras.

Ejemplo: Tablas de Cantidades

<4. e+ VIGAS POR NIVEL>					
A	B	C	D	E	F
NIVEL DE REFERENCIA	TIPO	CANTIDAD	LONGITUD (m)	VOLUMEN (m ³)	RESISTENCIA CONCRETO
	viga gualdera	1	0.00	0.59	28 MPa
	viga gualdera	1	0.00	0.59	28 MPa
2		2	0.00	1.18	
FUNDACIONES	VF-1 (0.50x0.50)	40	187.16	45.78	21 MPa
FUNDACIONES	VF-2 (0.60x0.70)	7	34.41	14.19	28 MPa
FUNDACIONES	VF-3 (0.30x0.50)	5	11.54	1.71	21 MPa
FUNDACIONES: S2		52	233.11	61.67	
PLANTA GENERAL PISO 2	(0.15x0.50)	6	22.90	1.65	28 MPa
PLANTA GENERAL PISO 2	(0.20x0.50)	5	11.94	0.96	28 MPa
PLANTA GENERAL PISO 2	(0.25x0.50)	45	211.85	21.13	28 MPa
PLANTA GENERAL PISO 2	(0.30x0.50)	11	47.35	5.59	28 MPa
PLANTA GENERAL PISO 2	(0.40x0.50)	4	6.20	1.16	28 MPa
PLANTA GENERAL PISO 2	(0.40x0.50)-H42	2	1.30	0.26	42 MPa
PLANTA GENERAL PISO 2	(0.50x0.50)	68	292.65	58.53	28 MPa
PLANTA GENERAL PISO 2	(0.50x0.50)-H42	25	32.30	7.85	42 MPa
PLANTA GENERAL PISO 2	(0.80x0.50)-H42	5	4.50	1.80	42 MPa
PLANTA GENERAL PISO 2	SOBRENCHO (0.05x0.50)	4	15.21	0.30	28 MPa
PLANTA GENERAL PISO 2: 175		175	646.20	99.21	
PLANTA GENERAL PISO 3	(0.15x0.50)	9	40.15	2.95	28 MPa
PLANTA GENERAL PISO 3	(0.20x0.50)	6	21.69	1.74	28 MPa
PLANTA GENERAL PISO 3	(0.25x0.50)	45	207.35	20.70	28 MPa
PLANTA GENERAL PISO 3	(0.30x0.50)	10	46.85	5.82	28 MPa
PLANTA GENERAL PISO 3	(0.40x0.50)	4	6.15	1.22	28 MPa
PLANTA GENERAL PISO 3	(0.50x0.50)	69	293.00	58.62	28 MPa
PLANTA GENERAL PISO 3	(0.50x0.50)-H42	25	33.60	8.16	42 MPa
PLANTA GENERAL PISO 3	(0.80x0.50)-H42	5	4.50	1.80	42 MPa
PLANTA GENERAL PISO 3	SOBRENCHO (0.05x0.50)	4	15.21	0.30	28 MPa
PLANTA GENERAL PISO 3: 177		177	668.50	101.30	
PLANTA GENERAL PISO 4	(0.15x0.50)	2	3.80	0.23	28 MPa
PLANTA GENERAL PISO 4	(0.20x0.50)	1	1.90	0.15	28 MPa
PLANTA GENERAL PISO 4	(0.25x0.50)	43	216.34	21.57	28 MPa
PLANTA GENERAL PISO 4	(0.30x0.50)	9	42.01	5.04	28 MPa
PLANTA GENERAL PISO 4	(0.50x0.50)	73	293.25	58.85	28 MPa
PLANTA GENERAL PISO 4	(0.50x0.50)-H42	25	30.80	7.16	42 MPa
PLANTA GENERAL PISO 4	(0.80x0.50)-H42	5	4.50	1.80	42 MPa
PLANTA GENERAL PISO 4	SOBRENCHO (0.05x0.50)	1	1.26	0.03	28 MPa
PLANTA GENERAL PISO 4: 159		159	593.85	94.44	



10 COORDINACIÓN MEDIANTE NAVISWORK.

En los casos en que se requiera, e+ ingeniería está en la capacidad de hacer el uso del software **Naviswork** como herramienta de revisión y colaboración interna entre los diseños estructurales y las demás disciplinas, de esta manera aportamos activos digitales de gran valor que alimenten las diferentes fases del proyecto y que ayuden en la administración de interferencias.

Nota Importante: e+ ingeniería solo utiliza el software Naviswork como herramienta interna de visualización y detección de interferencias, en ningún caso se presentarán informes de interferencias (Clash Report), ID, Status, programación de obra por medio de timeliner y cronogramas de ejecución de obra vinculados a MS Project.

11 ENTREGA DE ARCHIVOS DEFINITIVOS

Estos archivos son aquellos que serán entregados a cada uno de los clientes para la coordinación BIM, dichos modelos estarán limpios de archivos en formatos CAD y links y solo contendrán elementos correspondientes a la estructura, con esta medida lograremos impactar positivamente en el rendimiento de los modelos.

e+ ingeniería al momento de entregar los modelos BIM garantiza que la información este limpia y ordenada por medio del siguiente chequeo:

- Limpieza de warnings (solución de errores)
- Limpieza de elementos no usados
- Limpieza de patrones de líneas importados.
- Limpieza de links
- Eliminación de vistas innecesarias
- Control de orden en los worksets

12 DIAGRAMA PROCEDIMIENTO METODOLOGICO GENERAL

El siguiente es el resumen del diagrama metodológico que plantea e+ ingeniería para el desarrollo general de los proyectos de acuerdo con los LOD establecidos de la siguiente manera:

- **LOD 100:** Modelo de prediseño.
- **LOD 200:** Modelo para coordinación.
- **LOD 300 Y 350:** Modelo y planos para construcción.

Nota: Es importante tener en cuenta que, para sacar las cantidades necesarias para la elaboración del presupuesto, el modelo deberá estar en LOD 300 Y 350.



Los tenores dados con los modelos en LOD 100 y 200 siempre serán aproximados.

Proceso	Responsable	Información de entrada	Prediseño	Radicación	Entrega Construcción	Manejo construcción
Revisión y definición de Protocolos BIM, etapas y equipos de gestión)	<u>e+ Ingeniería</u> + Cliente	X				
Modelo arquitectónico	Arquitectura		X			
Modelo estructural de prediseño	<u>e+ Ingeniería</u>		X			
Modelo prediseño (LOD100)	<u>e+ Ingeniería</u>		X			
Aprobación modelo	Arquitectura			X		
Modelo para coordinación (LOD200)	<u>e+ Ingeniería</u>			X		
Retroalimentación coordinación	Arquitectura			X		
Detalle de plantas (LOD300)	<u>e+ Ingeniería</u>				X	
Definición de materiales según protocolo (LOD350)	<u>e+ Ingeniería</u>				X	
Refuerzos y detalles (CAD)	<u>e+ Ingeniería</u>					X
Planos y modelo récord (LOD350)	Construcción					X

13 NOTAS GENERALES

Siguiendo estos protocolos, la empresa e+ ingeniería S.A.S garantizará información confiable en cuanto a la geometría y detalles estructurales, además se podrán visualizar cada uno de estos elementos en tres dimensiones, logrando un ahorro considerable de tiempo al momento de crear y modificar elementos en cada uno de los proyectos arquitectónicos.

Además, lograremos una mejor administración de datos e información, facilitando la comunicación, trazabilidad y transparencia de la misma optimizando cada uno de los flujos de trabajo.



El protocolo implementado por e+ ingeniería recoge de muchas maneras un sinnúmero de experiencias que le han servido para ir generando una trazabilidad en la implementación de la metodología BIM, cualquier anotación, sugerencia o cambio en el plan de trabajo y por ende en el protocolo se deberá definir al inicio del proyecto en el momento en el que realicemos el estudio y revisión de los diferentes protocolos.

El presente protocolo es un documento elaborado por e+ ingeniería, de acuerdo con las necesidades específicas de la empresa en cuanto al diseño estructural de las edificaciones, SU REPRODUCCION TOTAL O PARCIAL ESTA TOTALMENTE PROHIBIDA

14 IMÁGENES DE REFERENTES

