

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

Modelado Estructural BIM de una Casa Tipo

Luis Hernán Paredes Palomo

Ingeniería Civil

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito

para la obtención del título de

Ingeniero Civil

Quito, 20 de julio de 2024

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

Modelado Estructural BIM de una Casa Tipo

Luis Hernán Paredes Palomo

Nombre del profesor: Miguel Andrés Guerra, PhD. en Ingeniería Civil

Quito, 20 de julio de 2024

© DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en la Ley Orgánica de Educación Superior del Ecuador.

Nombres y apellidos: Luis Hernán Paredes Palomo

Código: 00127651

Cédula de identidad: 1724464217

Lugar y fecha: Quito, 20 de julio de 2024

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

Resumen

La metodología BIM (Building Information Modeling) por su gran capacidad de generar información actualizada durante todo ciclo del proyecto e interacción con múltiples usuarios en tiempo real ha generado un gran impacto en el sector de la construcción cambiando la forma de metodología tradicional. En este trabajo se realiza el modelado BIM en el programa Revit de los elementos estructurales de una casa de dos plantas. Este programa nos permite obtener información en 2D y 3D de una estructura de esta forma facilitando el modelado siguiendo el proceso constructivo de la vida real en un desarrollo del proyecto de construcción. Se mostrará todos los pasos aplicados en el programa desde crear los ejes, zapatas, cabezales, vigas, columnas, losa aligerada, escalera hasta la colocación de acero de refuerzo. Es una estructura básica, pero involucra los elementos estructurales importantes de una casa o un edificio.

Palabras clave: Metodología BIM, Ciclo, interacción, Revit.

Summary

The BIM (Building Information Modeling) methodology, due to its great ability to generate updated information throughout the project cycle and interaction with multiple users in real time, has generated a great impact on the construction sector, changing the form of traditional methodology. In this work, BIM modeling is carried out in the Revit program of the structural elements of a two-story house. This program allows us to obtain 2D and 3D information of a structure in this way, facilitating modeling following the real-life construction process in a development of the construction project. All the steps applied in the program will be shown from creating the axes, footings, headers, beams, columns, lightened slab, ladder to the placement of reinforcing steel. It is a basic structure, but it involves the important structural elements of a house or a building.

Keywords: BIM methodology, Cycle, interaction, Revit.

Tabla de contenido

Introducción	9
Metodología	11
Resultado.....	13
Ejes	13
Cimentaciones	15
Cabezales.....	17
Hormigón ciclópeo.....	21
Columnas estructurales	22
Vigas estructurales	29
Losa aligerada	34
Familia de plantilla para losa aligerada.....	39
Escalera	48
Acero de refuerzo	52
Conclusión	59
Referencias:.....	60

Tabla de ilustraciones

Ilustración 1: Programa Revit en BIM.....	12
Ilustración 2:Casa 2 plantas Revista CAMICON	12
Ilustración 3: Selección de plantilla para el modelado estructural	13
Ilustración 4: Creación de los ejes para construir la estructura.	14
Ilustración 5: Creación de niveles para cada planta de la estructura	15
Ilustración 6: Selección de planta para crear las cimentaciones	15
Ilustración 7: Colocación de zapatas.....	16
Ilustración 8: Creación de zapata personalizado.....	17
Ilustración 9: Colocación de zapatas en los ejes	17
Ilustración 10: Creación de pilares para los cabezales.....	18
Ilustración 11: Creación de cabezales con las dimensiones correspondientes.	19
Ilustración 12: Verificación de colocación en altura y hasta la planta baja.	19
Ilustración 13: Colocación de cabezales mediante la selección múltiple.	20
Ilustración 14: Activación de visualización en 3D	20
Ilustración 15: Colocación de los cabezales en vista 3D.	21
Ilustración 16: Vista planta baja	21
Ilustración 17: Vista en 3D creación de vigas de cimentación	22
Ilustración 18: Se muestra la selección de la opción para columnas en la pestaña de estructuras	23
Ilustración 19: Flecha para desplegar el tipo de columnas y sus materiales.....	23
Ilustración 20: Selección de columna rectangular de hormigón.....	24
Ilustración 21: Se señala el paso de clic en Editar tipo.....	25
Ilustración 22: Indica el paso clic en Duplicas	25
Ilustración 23: Colocación de nombre de la columna que se crea.....	25
Ilustración 24: Colocación de ancho y largo de la sección transversal de la columna.	26
Ilustración 25: Clic en aceptar que es el paso final.....	26
Ilustración 26: Selección de la columna creada.	27
Ilustración 27: Selección de parámetro de colocación.....	27
Ilustración 28: Selección múltiple en rejilla para colocar las columnas en todos los ejes.....	28
Ilustración 29: Check en finalizar para el proceso final	28
Ilustración 30: Vista en 3D de las columnas.....	29
Ilustración 31: Activación de la ventana para la vista en planta de la losa 1	29
Ilustración 32: Selección de la opción para viga en la pestaña de estructuras.....	30
Ilustración 33: Clic en editar tipo para crear una viga nueva	30
Ilustración 34: Nombre de la viga que se crea.	31
Ilustración 35: Dimensiones de la sección transversal y finalmente aceptar.....	31
Ilustración 36: Selección múltiple en rejilla para colocar las vigas estructurales.....	32
Ilustración 37: Clic en finalizar para ejecutar la acción mediante selección múltiple.....	32
Ilustración 38: Vista en de los elementos estructurales creados.	33
Ilustración 39: Vista en 3D de vigas y columnas en las 2 plantas	33
Ilustración 40:Espacio de trabajo para la planta baja.....	34
Ilustración 41: Activación para crear una losa.....	35
Ilustración 42:Creación de una losa con una identificación específica	35
Ilustración 43: Creación de una Losa con un espeso de 20 cm	36
Ilustración 44: Paso final de la creación de losa de 20 cm.	36

Ilustración 45: Herramienta de dibujo rectángulo para colocar la losa	37
Ilustración 46: Creación final de losa en la planta baja	37
Ilustración 47: Vista 3D creación de losa maciza en la planta baja	38
Ilustración 48: Vista en 3D de la losa en toda la estructura	38
Ilustración 49: Pasos para crear una familia de plantilla	39
Ilustración 50: Selección de modelo genérico basado en piso	39
Ilustración 51: Ventana de la componente para definir el material de losa aligerada	40
Ilustración 52: Trazo de líneas de referencia en planta	40
Ilustración 53: Acotación de líneas de referencia	41
Ilustración 54: Parametrización de ancho y largo	41
Ilustración 55: Ancho y largo parametrizado	42
Ilustración 56: Acotación y parametrización de la componente en vista frontal	42
Ilustración 57: Selección de herramienta Extrusión	43
Ilustración 58: Definición de material sólido de bloque	43
Ilustración 59: Vista 3D del bloque creado	44
Ilustración 60: Selección de herramienta Extrusión vacía	44
Ilustración 61: Definición de la extracción vacía sobre el perímetro de bloque	45
Ilustración 62: Eliminación de la superposición	45
Ilustración 63: Vista en 3D del corte	46
Ilustración 64: Activación de la herramienta componente	46
Ilustración 65: Colocación del bloque en la losa	47
Ilustración 66: Vista inferior 3D de losa aligerada con bloque de 40x40cm	47
Ilustración 67: Selección de la herramienta hueco para el agujero de escalera	48
Ilustración 68: Trazo del agujero en la planta	49
Ilustración 69: Agujero creado en la losa 1	49
Ilustración 70: Selección de la opción para crear escalera	50
Ilustración 71: Selección del tipo de escalera	50
Ilustración 72: Selección de escalera moldeado in situ	51
Ilustración 73: Colocación de escalera en ducto	51
Ilustración 74: Vista en 3D colocación de la escalera en la estructura	52
Ilustración 75: Vista en planta nivel de zapata	52
Ilustración 76: Corte de zapata	53
Ilustración 77: Vista corte transversal de zapata	53
Ilustración 78: Activación de la herramienta para la armadura	54
Ilustración 79: Selección de método para colocar el acero	54
Ilustración 80: Acero de refuerzo en zapata	55
Ilustración 81: Distribución de acero de refuerzo	55
Ilustración 82: Sobreposición de acero de refuerzo	56
Ilustración 83: Uso de herramienta alinear	56
Ilustración 84: Acero de refuerzo alineados correctamente	57
Ilustración 85: Acero de refuerzo en la columna con método por boceto	57
Ilustración 86: Acero de refuerzo en toda la estructura	58
Ilustración 87: Estructura final	58

Introducción

Objetivos de Desarrollo Sostenible

Este proyecto consiste en la modelación estructural en la metodología de gestión por medio de BIM (Building Information Modeling) y tiene un impacto en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) 4, 9, 10 y 11. Para el ODS 4, que promueve una educación de calidad, se beneficia directamente al integrar tecnologías avanzadas como BIM en el currículo educativo de mi educación de Ingeniería Civil. Esto no solo mejora las competencias digitales y técnicas aprendidas, preparándome para el mercado laboral actual, sino que también fomenta una educación más práctica y aplicada (Granja et al., 2022; Inés M. Suárez Meléndez et al., 2019). Además, el uso de metodología BIM en proyectos reales me proporcionó experiencia práctica en este tema de actualidad. En relación con el ODS 9, este proyecto de modelación estructural en BIM está de la mano con un desarrollo de espacios sostenibles construcción de infraestructuras resilientes y desarrollo de ciudades inteligentes e inclusivas (de Duren et al., 2021; Smirnova & Guerra, 2017). Así mismo, BIM permite una planificación y ejecución más eficiente de proyectos de construcción (Inés M. Suárez Meléndez et al., 2019), lo que resulta en infraestructuras más duraderas y menos propensas a fallos. Esto es crucial para el desarrollo de infraestructuras que puedan soportar desastres naturales y otros desafíos (Kim et al., 2023; Yigitcanlar et al., 2020), asegurando su longevidad y funcionalidad en el tiempo.

Este proyecto también influye en el ODS 10, que habla de reducir la inequidad económica y social. Por un lado, BIM ayuda a mejorar la eficiencia y reducir costos, por lo que los proyectos de construcción son más accesibles para la población. Esto puede traducirse en viviendas más asequibles y en la inclusión de comunidades marginadas en el desarrollo urbano, promoviendo una mayor equidad social (Guerra, 2024; Guerra et al., 2024). Finalmente, este proyecto se relaciona

con el ODS 11 ya que la metodología de gestión BIM facilita el diseño de ciudades y comunidades más sostenibles. Al optimizar el uso de recursos, reducir el desperdicio y mejorar la gestión de residuos, BIM contribuye a la creación de entornos urbanos más sostenibles y habitables (Chong et al., 2017; Edwards et al., 2019). Esto incluye la planificación de espacios verdes, el diseño de edificios energéticamente eficientes y la implementación de sistemas de transporte más eficaces, todo lo cual mejora la calidad de vida de los residentes y promueve un desarrollo urbano sostenible.

Introducción al proyecto de modelado en BIM

La metodología convencional en los proyectos de construcción donde la incompatibilidad de sistemas limita a los miembros del proyecto puedan compartir información de manera precisa y rápida produce pérdidas de información y a su vez problemas en el proyecto como es el aumento de los costos y los plazos para finalizar (Coronado et al., 2020). Pero, hoy en día con la metodología BIM (Building Information Modeling) es posible superar muchas de estas limitaciones que se presentan en la metodología tradicional. Esta metodología mejora especialmente los esfuerzos de colaboración del equipo, en donde el arquitecto y el ingeniero pueden compartir sus ideas de diseño (Sierra Aponte, 2016).

BIM es una metodología moderna de diseño, construcción y gestión de proyectos que permite trabajar en tiempo real con la información actualizada en todo momento y a la vez con múltiples usuarios como son el arquitecto, ingeniero, contratista, constructor, el cliente etc. Así también, gestiona la información durante todo el ciclo de vida del proyecto desde la etapa de planificación hasta su vida útil (González Márquez et al., 2014).

BIM es un creador y administrador de datos para diseñar y construir grandes obras de edificación, considerando la geometría del proyecto y datos adicionales. Todo ello utilizado

de manera tridimensional y en tiempo real, lo que favorece el diseño y la construcción (Inés M. Suárez Meléndez et al., 2019).

El modelado BIM en el programa Revit tiene esta capacidad de generar elementos tridimensionales que permite ser más precisos en todos los detalles para planificar, diseñar, construir y administrar una edificación con eficiencia. Así también permite una mayor exactitud en el procesamiento y la gestión de datos de todos los elementos representativos de un proyecto de construcción, desde los del terreno, los arquitectónicos, estructurales y de instalaciones (González et al., 2022). Por lo tanto, es necesario el uso del programa Revit para la implementación de la metodología BIM, el cual nos permitía ser más eficientes ahorrando tiempo y costos en todas las etapas de proyectos de construcción.

Metodología

Se realiza el modelado BIM de los elementos estructurales en el programa Revit 2024. Esta herramienta nos permite obtener la información es 2D y 3D en el diseño de los elementos estructurales y no estructurales de una edificación. Su capacidad tridimensional facilita la interacción del usuario con los elementos estructurales como en la vida real. Se modela los elementos estructurales siguiendo el proceso constructivo de la vida real.



Revit 2024

App

Ilustración 1: Programa Revit en BIM

Se modela una casa de dos plantas de la Revista CAMICON que es una casa modelo básico, pero tiene todos los elementos estructurales importantes de una estructura. Para el modelado se tiene en cuenta las dimensiones de cada uno de los elementos estructurales que tiene la casa. Así también las dimensiones de acero de refuerzo como es los diámetros longitudinales y de los estribos como es el caso para las vigas y columnas.



Ilustración 2: Casa 2 plantas Revista CAMICON

Fuente: Revista CAMICON

Resultado

Una vez abierto, el programa y al dar clic en **Nuevo** nos habilita las plantillas para diferentes áreas en este caso selecciona para estructural. En la ilustración 3 se visualiza la selección de la plantilla para el modelado de elementos estructurales.

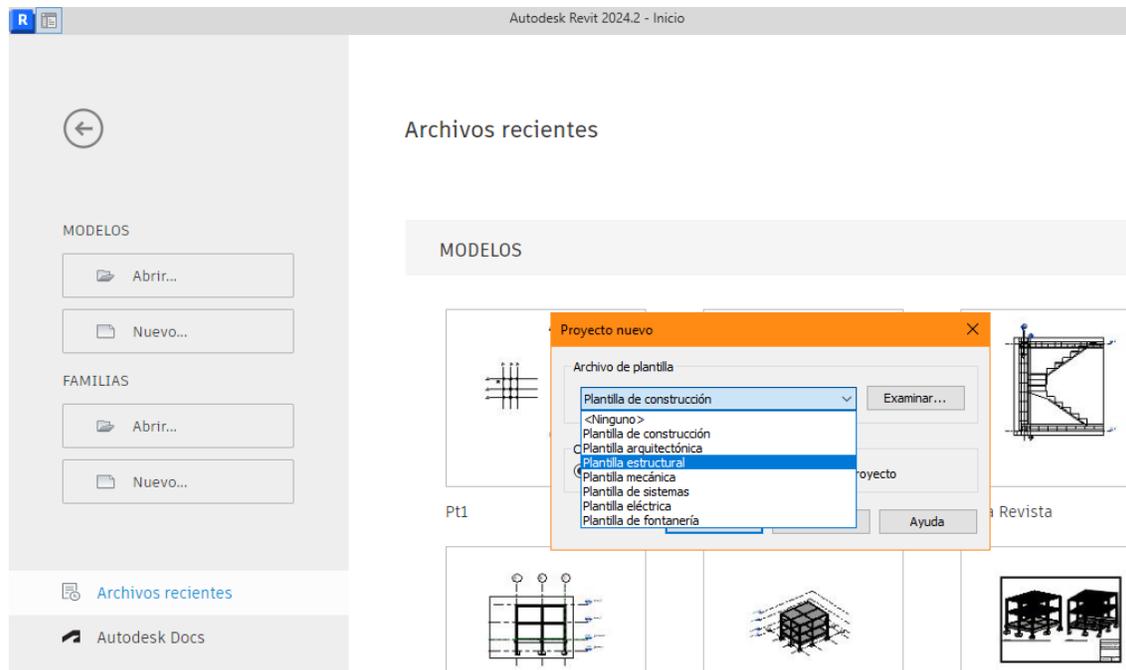


Ilustración 3: Selección de plantilla para el modelado estructural

Ejes

En la pestaña estructural con un clic en la herramienta de rejilla se genera los ejes como se presenta en la ilustración 4.

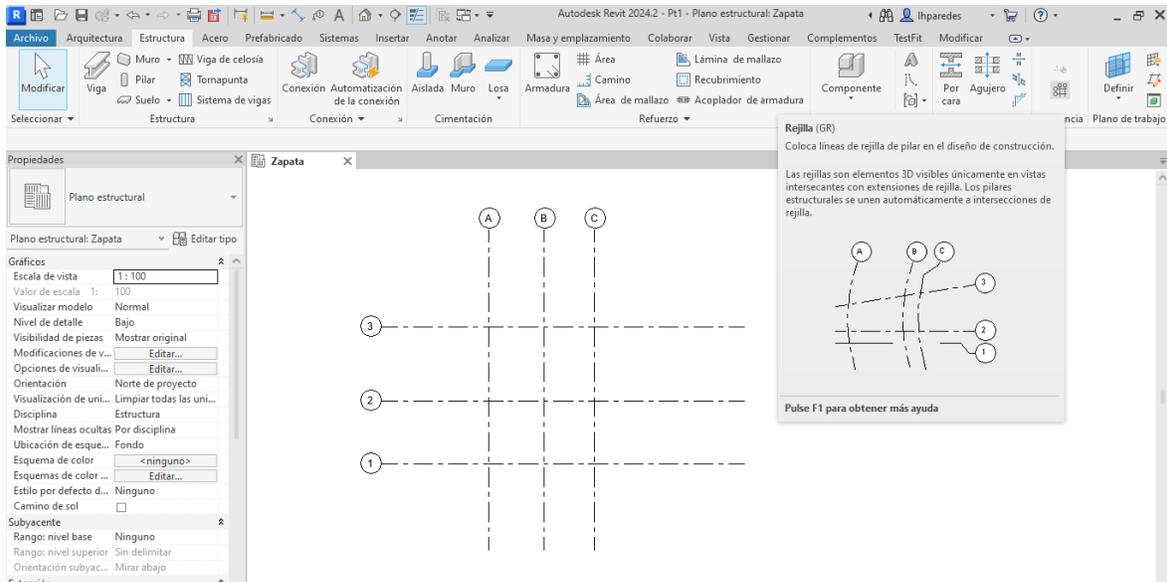


Ilustración 4: Creación de los ejes para construir la estructura.

Luego en el navegador de proyecto que se habilita en la sección de alzado seleccionamos la vista sur o norte para crear los niveles de cada planta empezando por la zapata, planta baja, Losa1 y losa 2 de esta forma poder trabajar adecuadamente. Una vez definido los niveles podemos ir construyendo los elementos estructurales por cada uno de los niveles creados.

En panel de navegación del proyecto---→ Desplegamos la vista para todos----→ Alzado--→Sur

En la ilustración 5 se muestra los pasos aplicados para la creación de niveles para el modelado de la estructura.

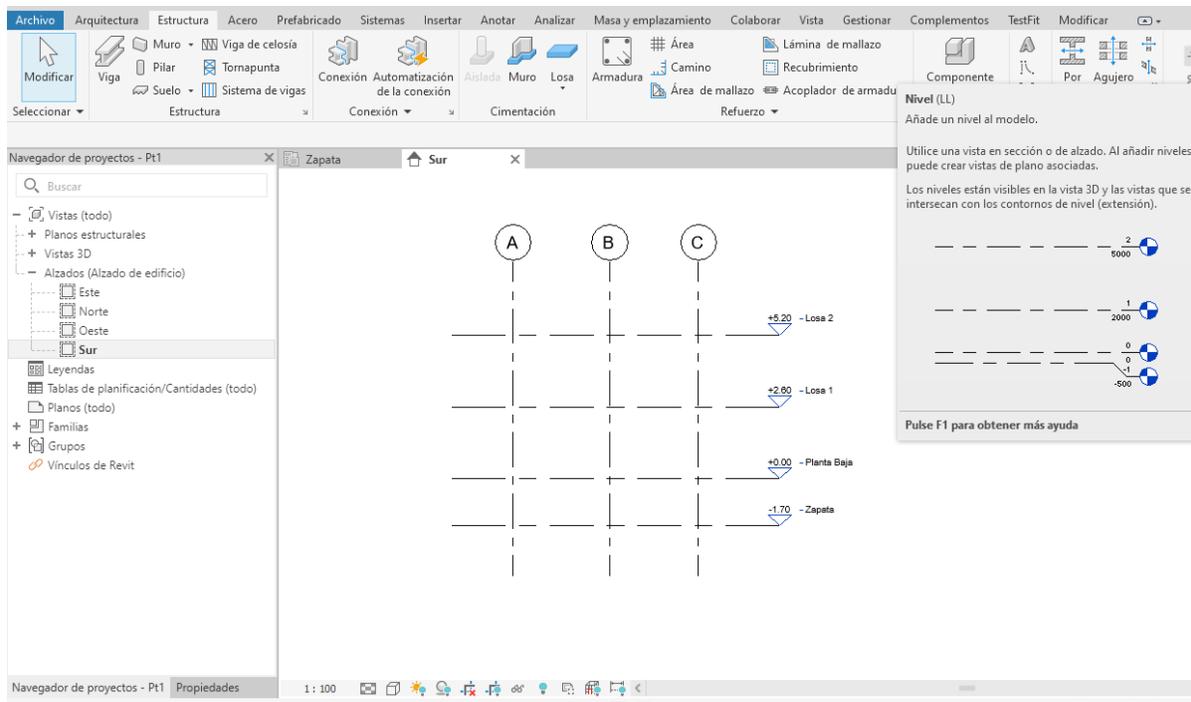


Ilustración 5: Creación de niveles para cada planta de la estructura

Cimentaciones

En panel de navegación en la sección de planos estructurales seleccionamos la planta de zapata para crear las cimentaciones.

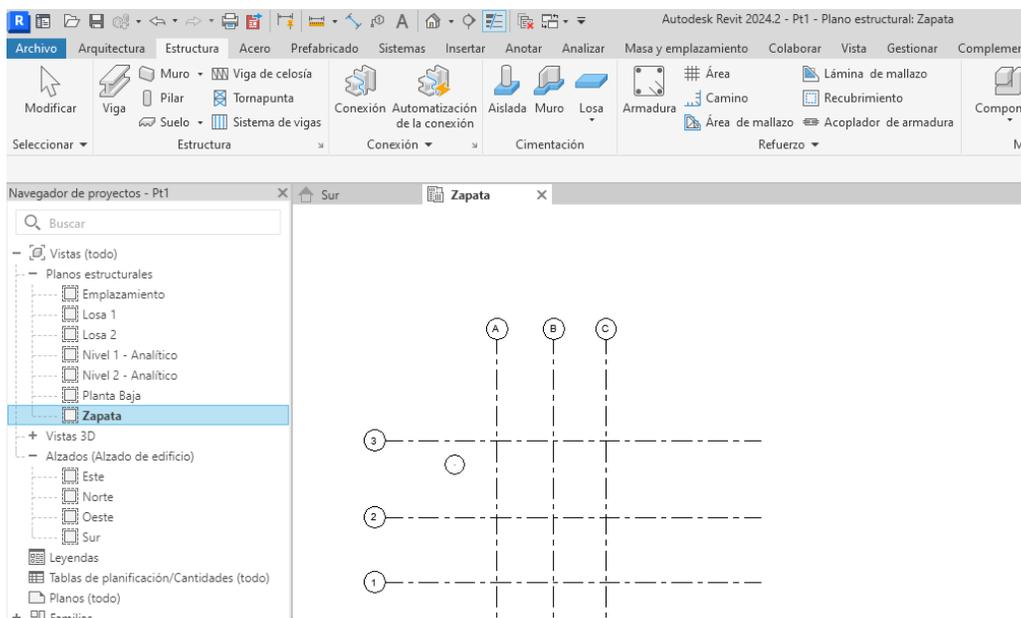


Ilustración 6: Selección de planta para crear las cimentaciones

En la barra de herramientas en estructurales en la sección de cimentaciones se selecciona la opción de zapata aislada.

En Estructura--> Cimentaciones----> Seleccionamos la zapata aislada.

En la ilustración 7 se presenta los pasos aplicados para crear la zapata.

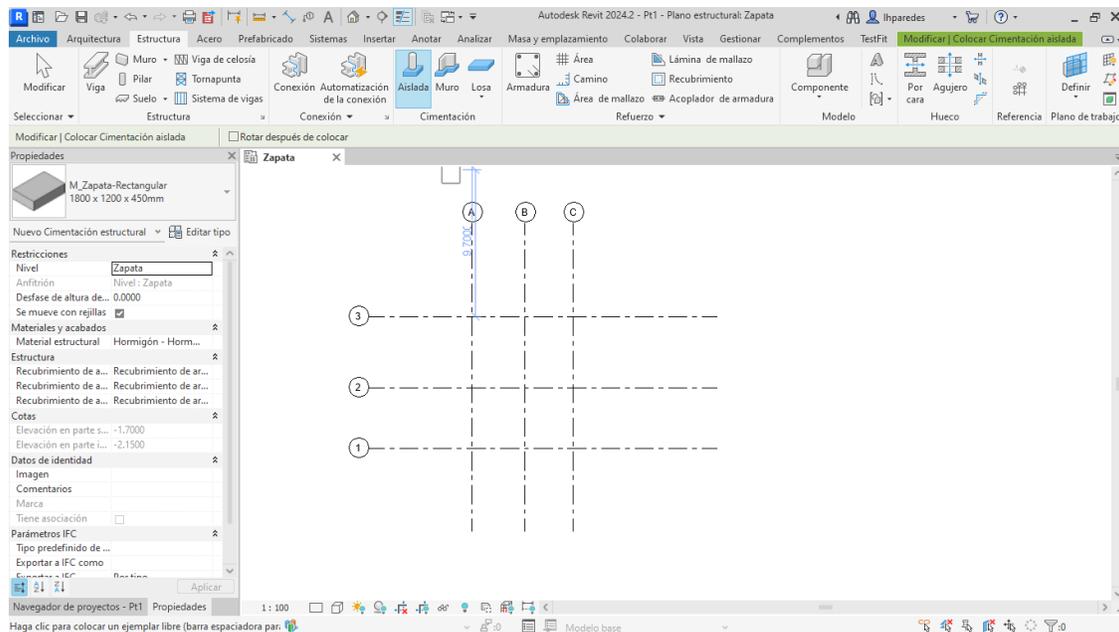


Ilustración 7: Colocación de zapatas.

Para trabajar con las dimensiones personalizadas lo creamos uno con su respectivo nombre de identificación y las dimensiones: En Editar tipo----> Duplicar----> Ponemos el nombre o la identificación de la zapata (Zapata 1x1 m) ----> Una vez creado cambiamos las dimensiones correspondientes---> Aceptar. En la ilustración 8 se muestra la creación de una zapata de 1m x 1m.

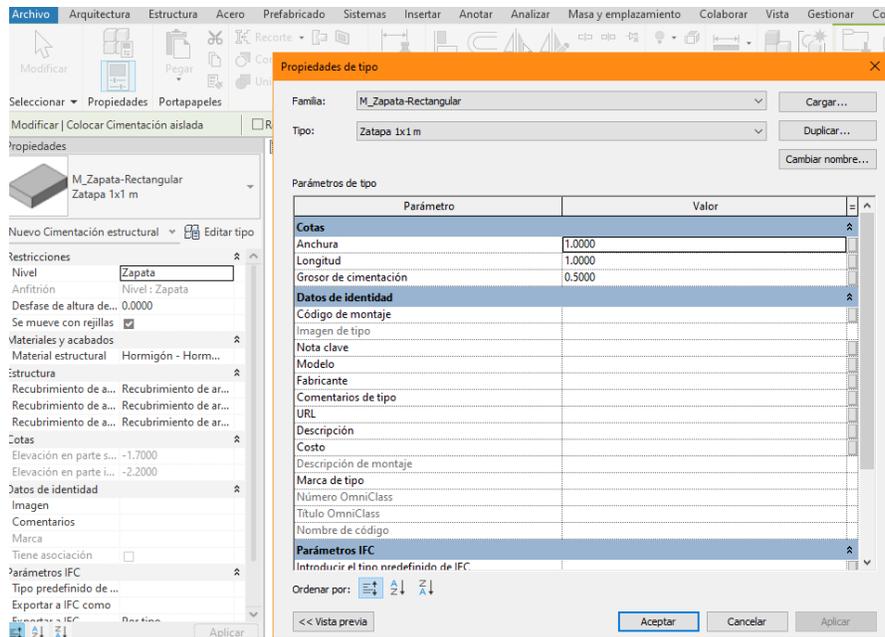


Ilustración 8: Creación de zapata personalizado

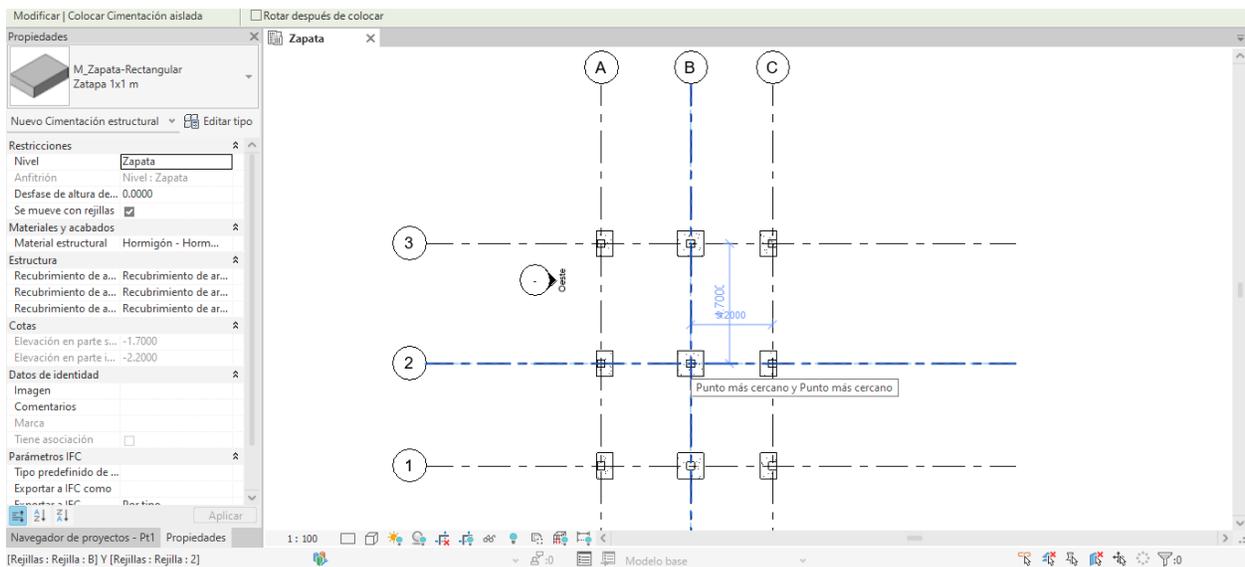


Ilustración 9: Colocación de zapatas en los ejes

Cabezales

Manteniendo en la planta de nivel de zapata creamos los cabezales de 40x40 cm con una altura de 1.70 m que llega hasta la planta baja. En la barra de herramientas para estructura seleccionamos la opción de pilar y se activa la ventana de propiedades en donde se muestra los

diferentes tipos de columnas de material de acero y hormigón. En este caso seleccionamos para el hormigón rectangular.

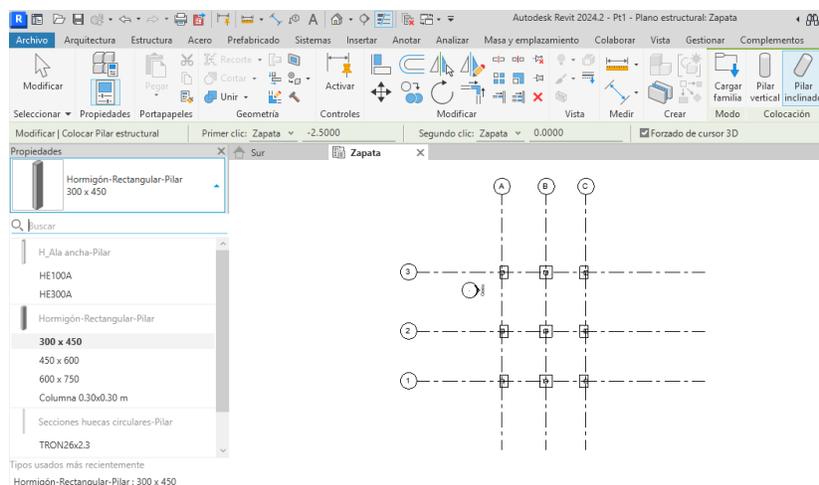


Ilustración 10: Creación de pilares para los cabezales.

Para crear los cabezales con las dimensiones que deseamos de la misma manera que se había hecho para las zapatas aplicamos los siguientes pasos: En propiedad para los pilares----→ Clic en Editar tipo-----→ Clin el Duplicar-----→Nos habilita una ventana para poner el nombre del pilar que vamos a crear (Cabezales de 40x40 cm) ----→Ponemos las dimensiones respectivas del ancho y largo de la sección transversal-----→ Una vez colocado las dimensiones respectivas aceptamos. Ante de seleccionar la intersección de rejillas para colocar los cabezales es importante verificar la colocación sea en altura y hasta la planta baja como se indica en la ilustración 12.

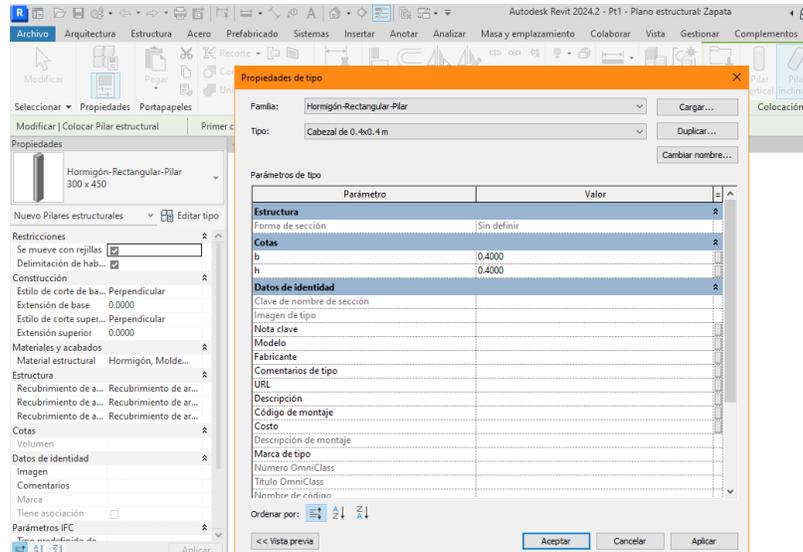


Ilustración 11: Creación de cabezales con las dimensiones correspondientes.

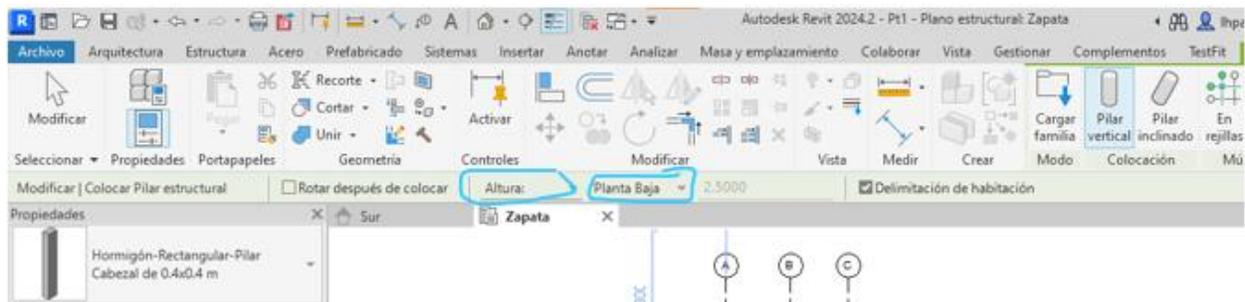


Ilustración 12: Verificación de colocación en altura y hasta la planta baja.

Se coloca los cabezales en todas las intersecciones de los ejes, para hacerlo de una forma muy rápido se hace mediante la opción En rejilla.

Seleccionando el pilar de cabezales creados----→ En la barra de herramientas en Múltiple seleccionamos En rejilla----→ Seleccionamos todas las intersecciones de las rejillas en la planta de zapata. En la ilustración 13 se puede visualizar la opción de selección múltiple para la colocación de cabezales desde la zapata hasta la planta baja.

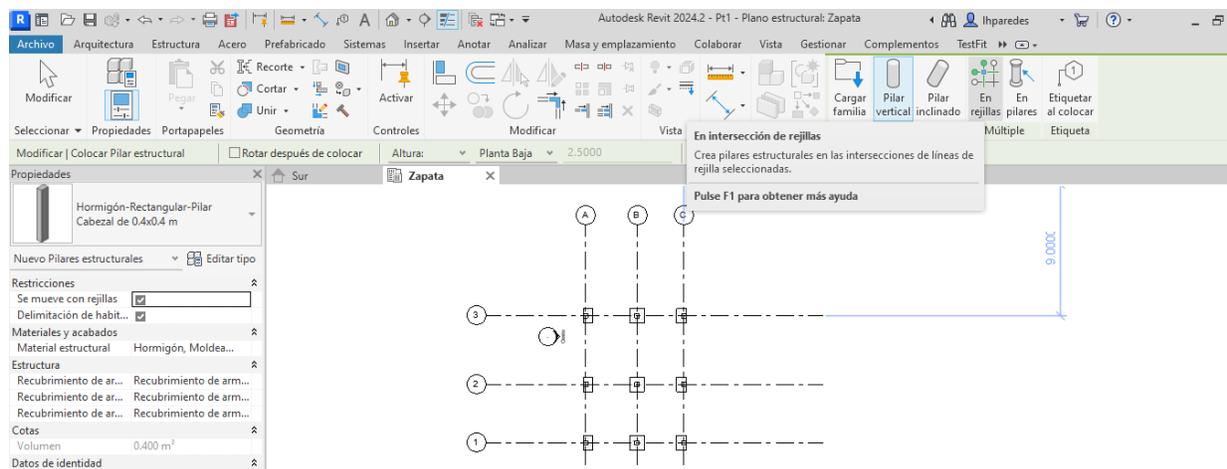


Ilustración 13: Colocación de cabezales mediante la selección múltiple.

Para visualizar la colocación de los cabezales activamos la visualización de 3D que tiene disponible el Revit. Habilitamos esta opción desde la barra de acceso rápido como se indica en la ilustración 14.

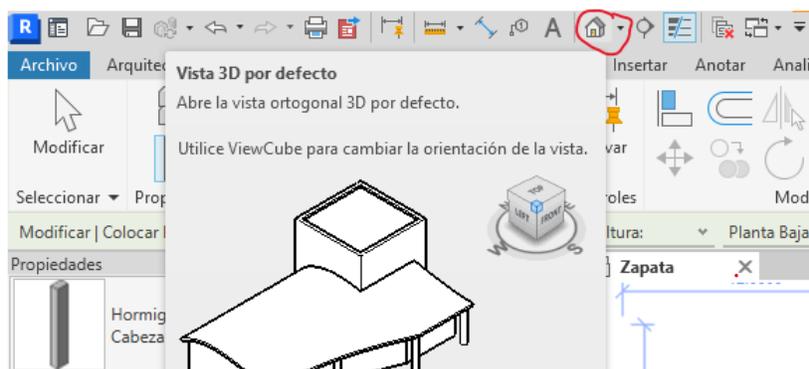


Ilustración 14: Activación de visualización en 3D

En la ilustración 15 se visualiza los cabezales colocados correctamente en todas las intersecciones de los ejes.

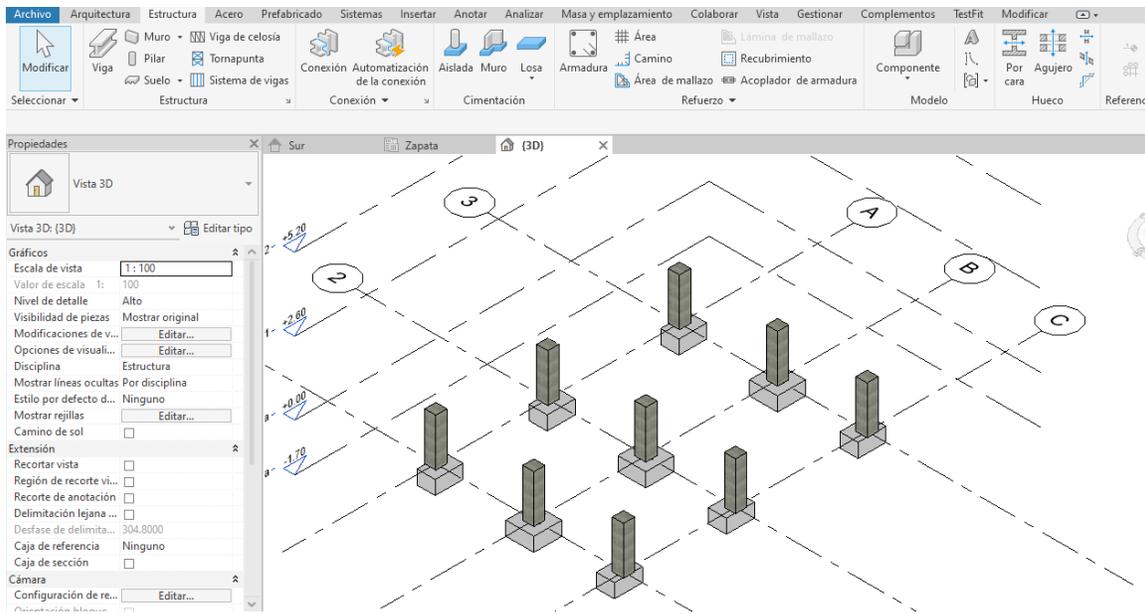


Ilustración 15: Colocación de los cabezales en vista 3D.

Hormigón ciclópeo.

Para la crear la cadena de amarre en la planta baja se activa la vista en planta para la mismo en el panel de navegación en la sección de planos estructurales se selecciona la vista para la planta baja.

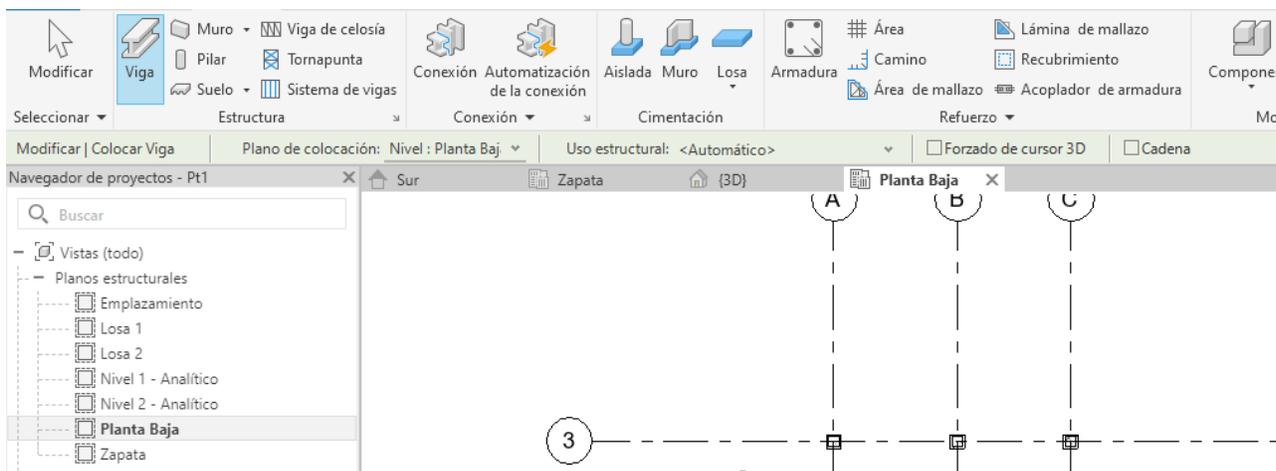


Ilustración 16: Vista planta baja

Luego en la pestaña de estructuras se selecciona la opción de viga y en las propiedades se crea una viga de cimentación de 40x40 cm y se coloca mediante la selección múltiple en grilla. En la figura 17 se muestra en vista 3D de la creación de las vigas de cimentación.

En pestaña de estructuras---->Clic en vigas--->En venta de propiedades---->Editar tipo--->Duplicar---->Se nombra la identificación de la viga (Viga 40x40 cm) -----> Asignamos dimensiones (el ancho y altura) ---> Aceptar.

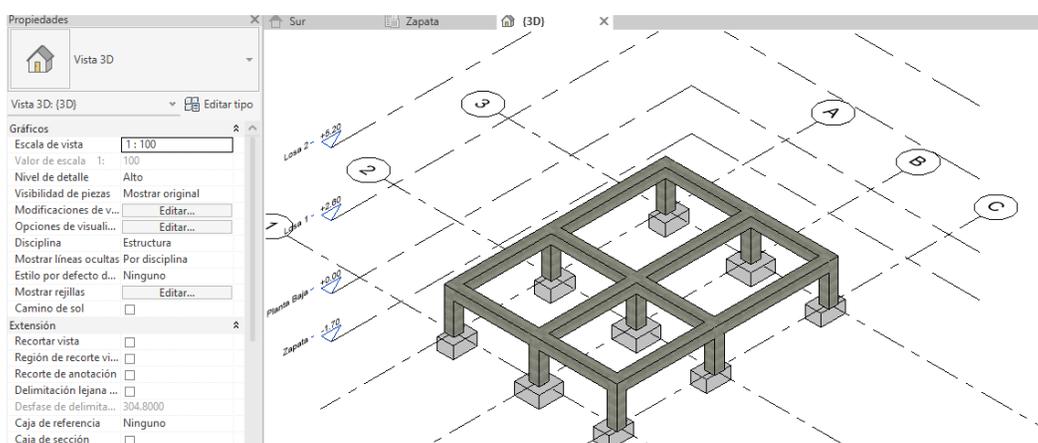


Ilustración 17: Vista en 3D creación de vigas de cimentación

Columnas estructurales

Siguiendo el proceso constructivo una vez creado las vigas para la planta baja se procede a la creación de las columnas estructurales. Para crear y colocar las columnas se hace desde la pestaña de estructuras seleccionando la opción de pilares. En la ventana de propiedades para la columna se crea una columna de 30x30 cm. En la ilustración 18 se visualiza los dos primeros pasos para activar la opción de columnas.

Pestaña de Estructuras--->Pilares

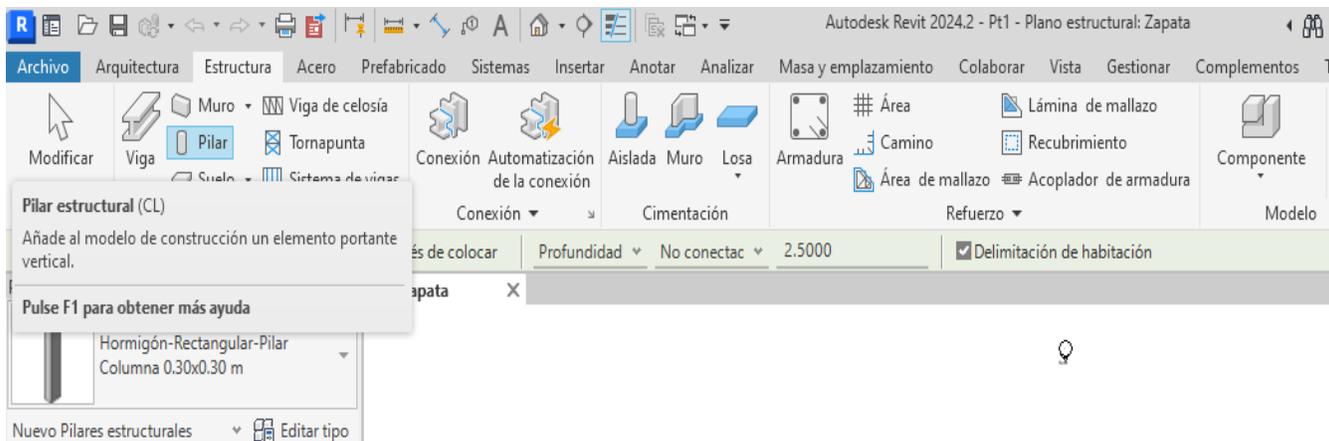


Ilustración 18: Se muestra la selección de la opción para columnas en la pestaña de estructuras

Una vez activado la opción de columnas en la ventana de propiedades dando clic en la flecha que se señala en la ilustración 19 se selecciona para columna rectangular con material de hormigón in situ. En la ilustración 20 se muestra la selección del tipo de columna rectangular de hormigón.

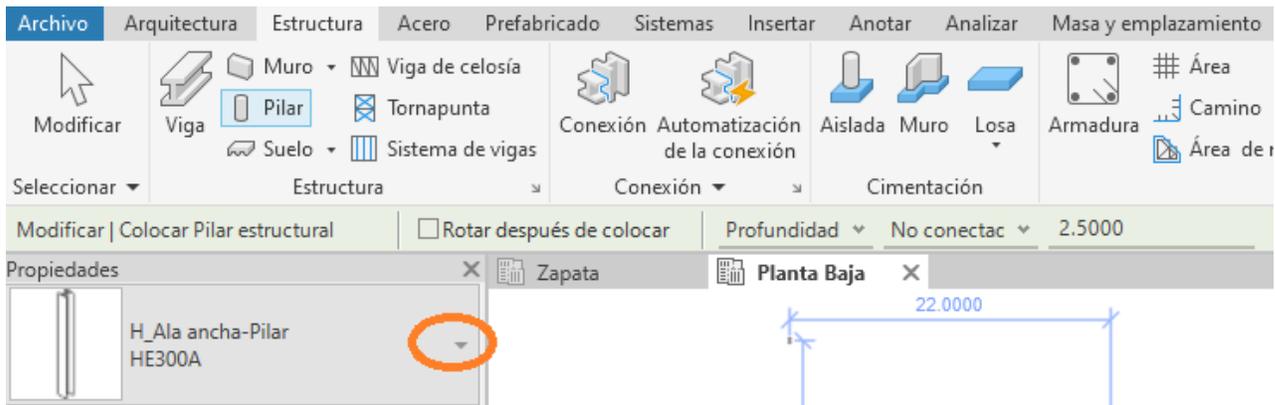


Ilustración 19: Flecha para desplegar el tipo de columnas y sus materiales

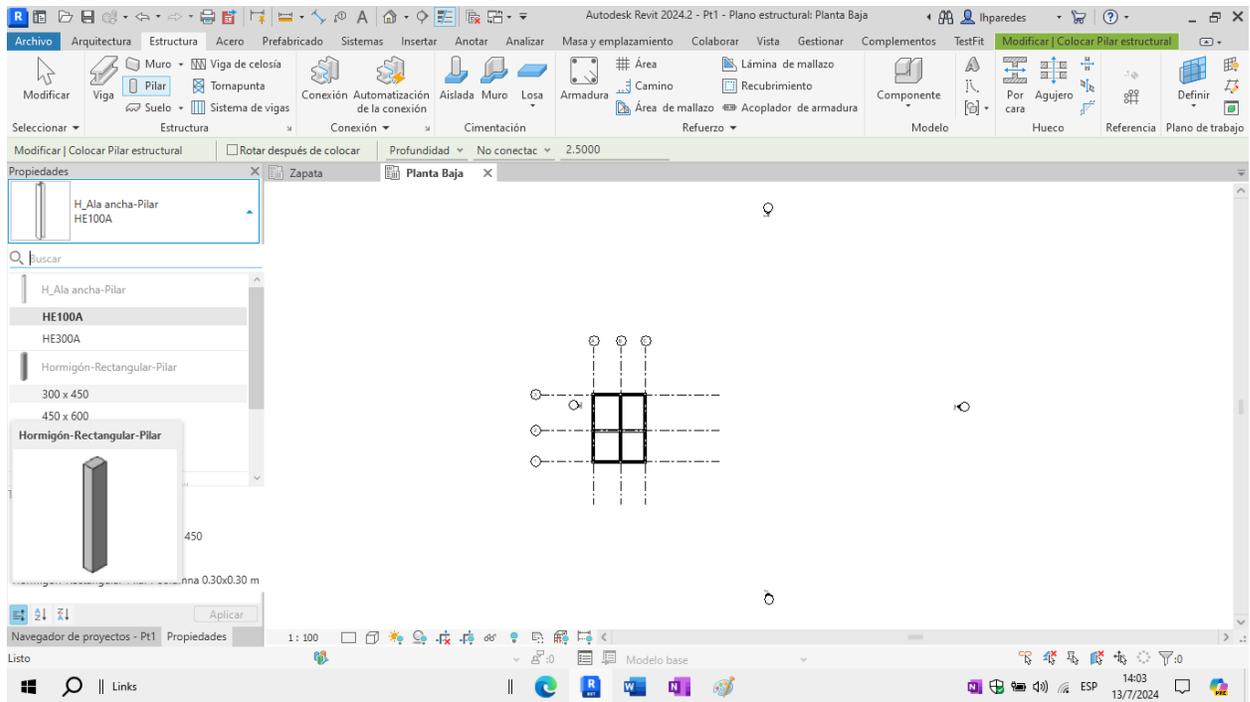


Ilustración 20: Selección de columna rectangular de hormigón.

Para crear una columna con las dimensiones deseadas se realiza en la ventana de propiedades y se aplican los siguientes pasos que se indica a continuación:

Clic en Editar tipo--->Clic en Duplicar---> Se coloca el nombre o identificación de la columna que se crea-->En la ventana de la columna que se crea colocamos el ancho y largo de la sección de la columna (30x30 cm) -----> Aceptar (Una vez realizado todo lo anterior aceptamos). En la ilustración 21, 22, 23, 24 y 25 se muestra en cada uno de ellos los pasos mencionados.

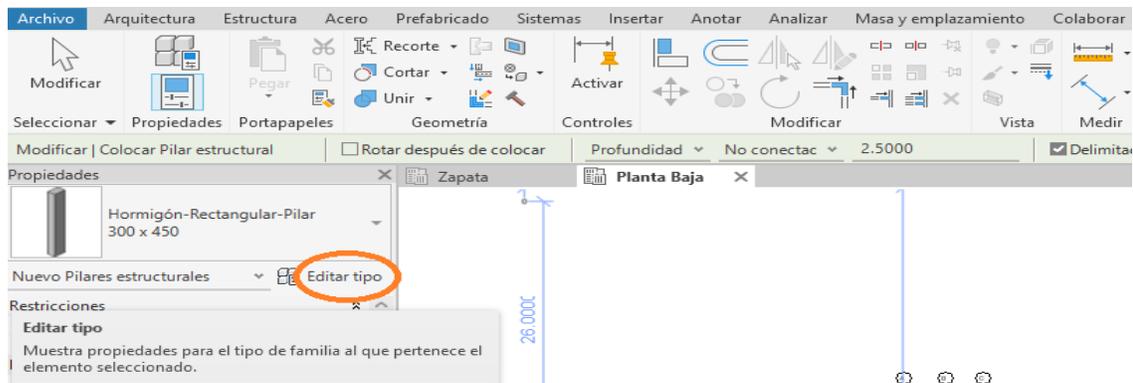


Ilustración 21: Se señala el paso de clic en Editar tipo

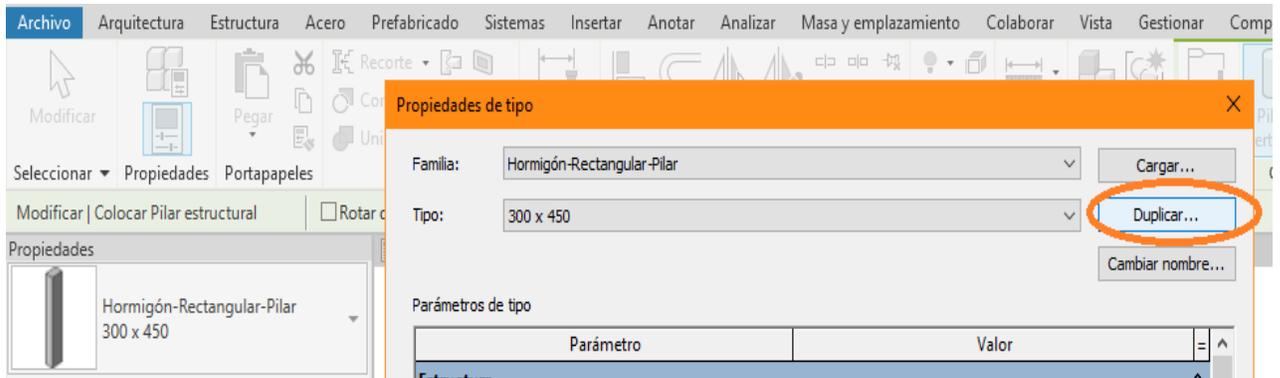


Ilustración 22: Indica el paso clic en Duplicas

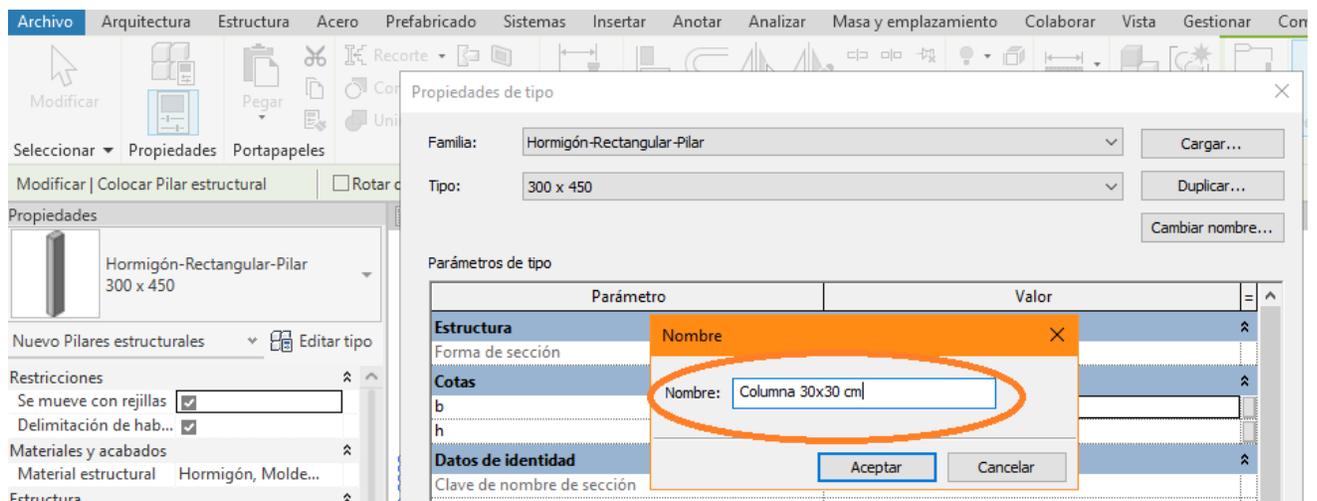


Ilustración 23: Colocación de nombre de la columna que se crea

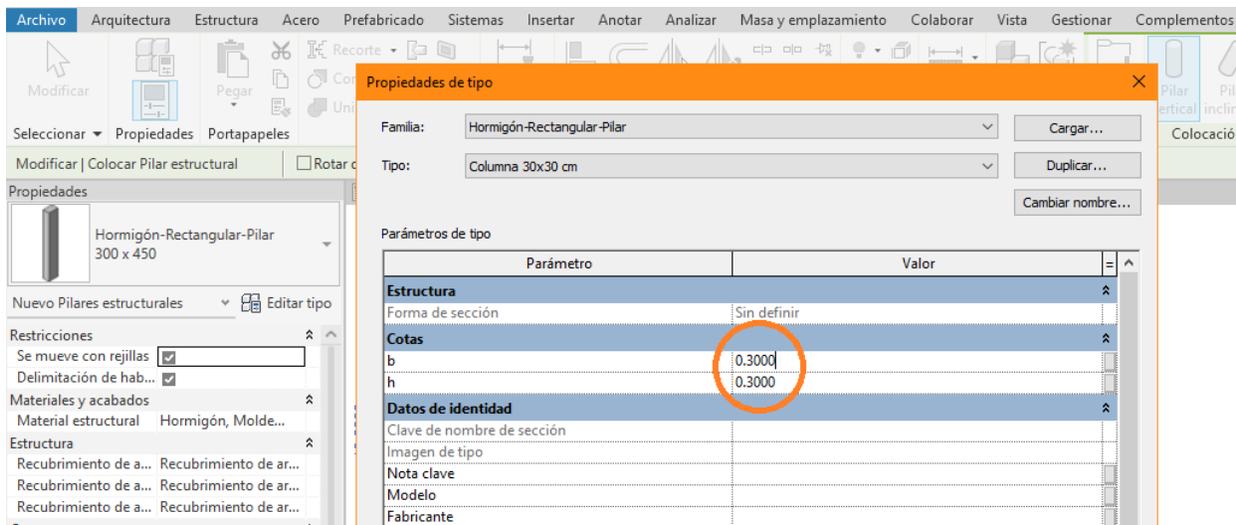


Ilustración 24: Colocación de ancho y largo de la sección transversal de la columna.

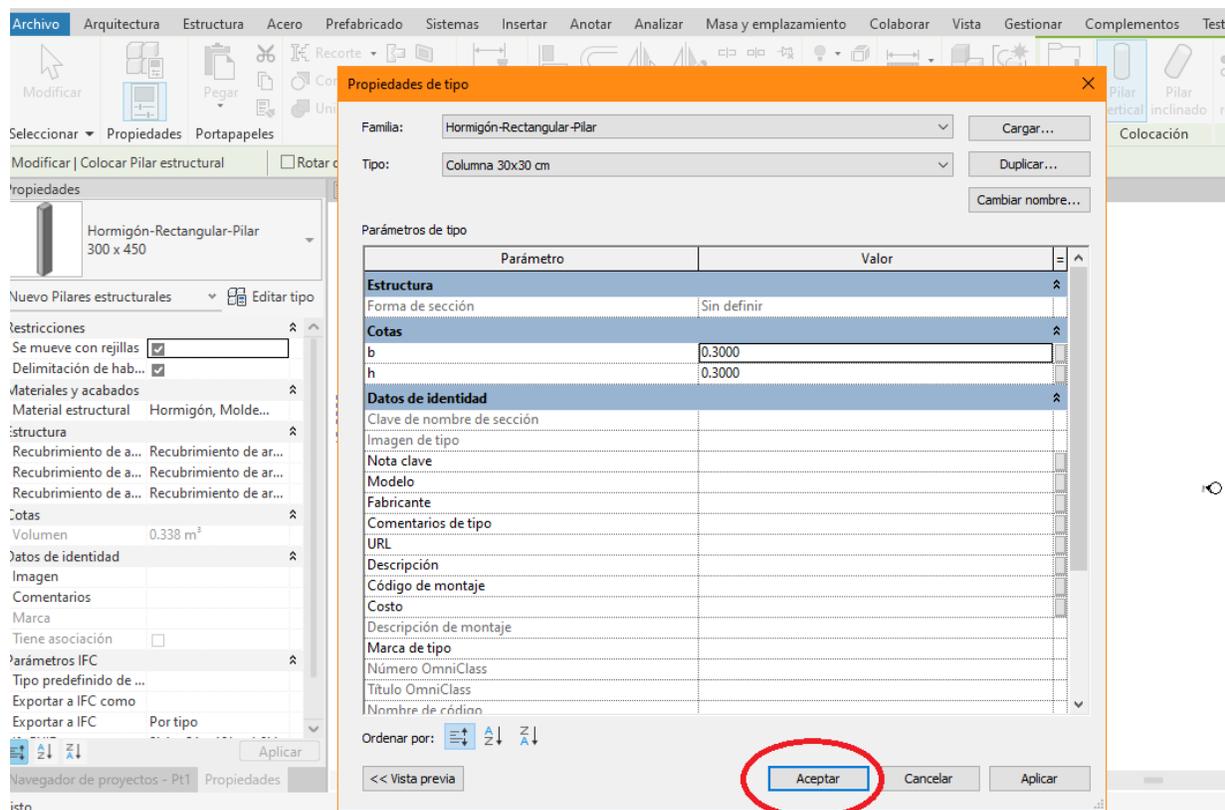


Ilustración 25: Clic en aceptar que es el paso final

Una vez creado la columna con las dimensiones deseadas lo colocamos desde el plano de planta baja. Para ello es importante tener en cuenta los siguientes pasos:

En propiedades verificamos se selecciona el tipo de columna creada (columna 30x30 cm). En la ilustración 26 se muestra la selección de la columna creada en la ventana de propiedades.

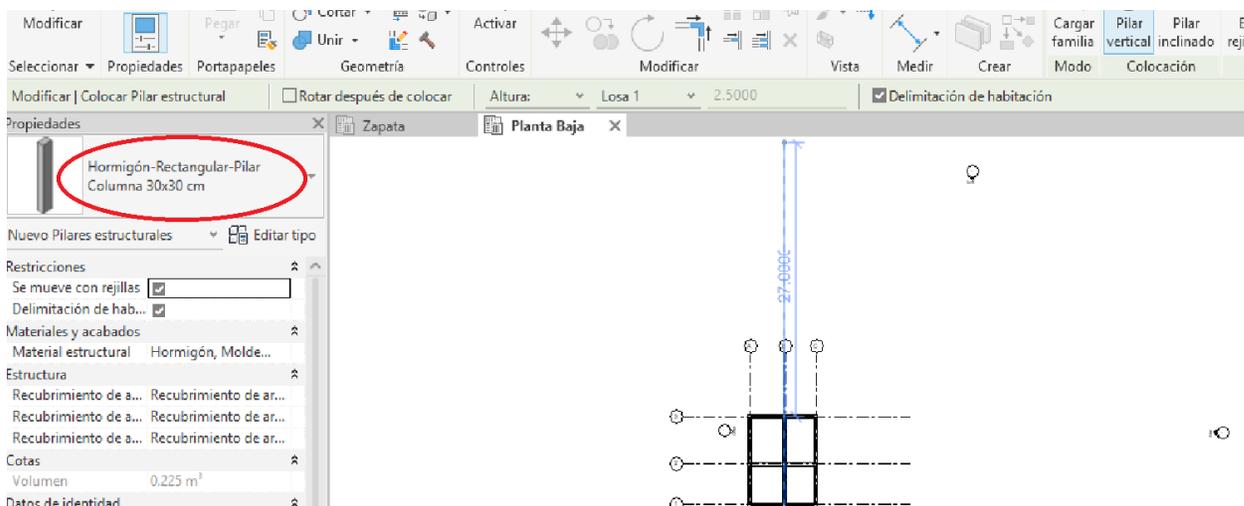


Ilustración 26: Selección de la columna creada.

Al seleccionar la columna deseado para colocar se activan opciones en la parte superior de la ventana de propiedades en que se debe asignar parámetro si se desea colocar en altura o profundidad y así también el nivel que se quiera proyectar la columna. En este caso se selecciona en altura y hasta el nivel de la losa 1.

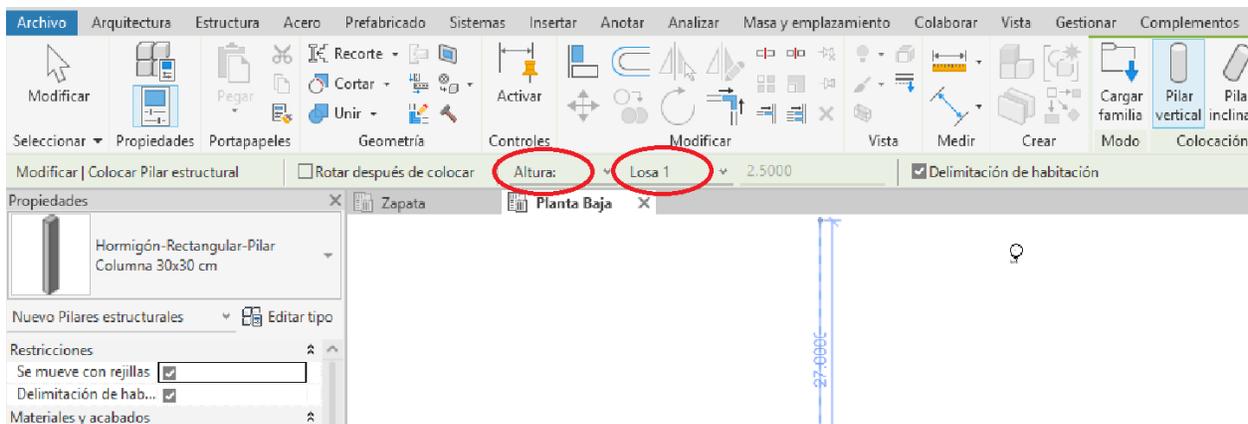


Ilustración 27: Selección de parámetro de colocación.

Se coloca mediante la selección múltiple *En rejilla* como se señala en la ilustración 28 y una vez seleccionado toda la rejilla en la planta baja se confirma mediante el *finalizar* que se muestra en la ilustración 29.

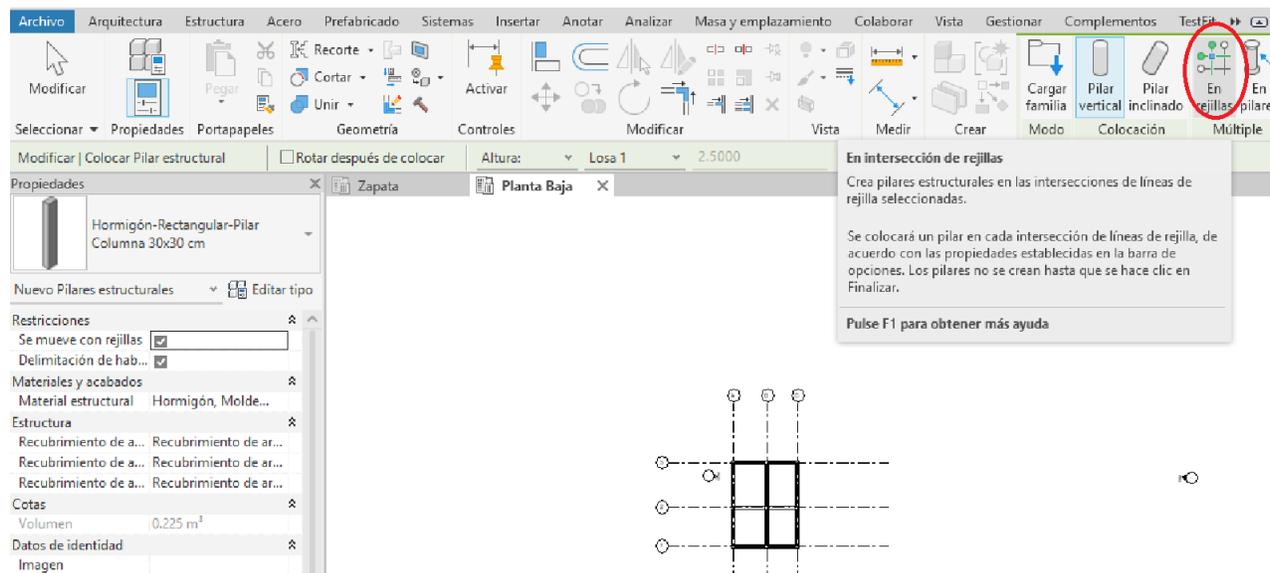


Ilustración 28: Selección múltiple en rejilla para colocar las columnas en todos los ejes.

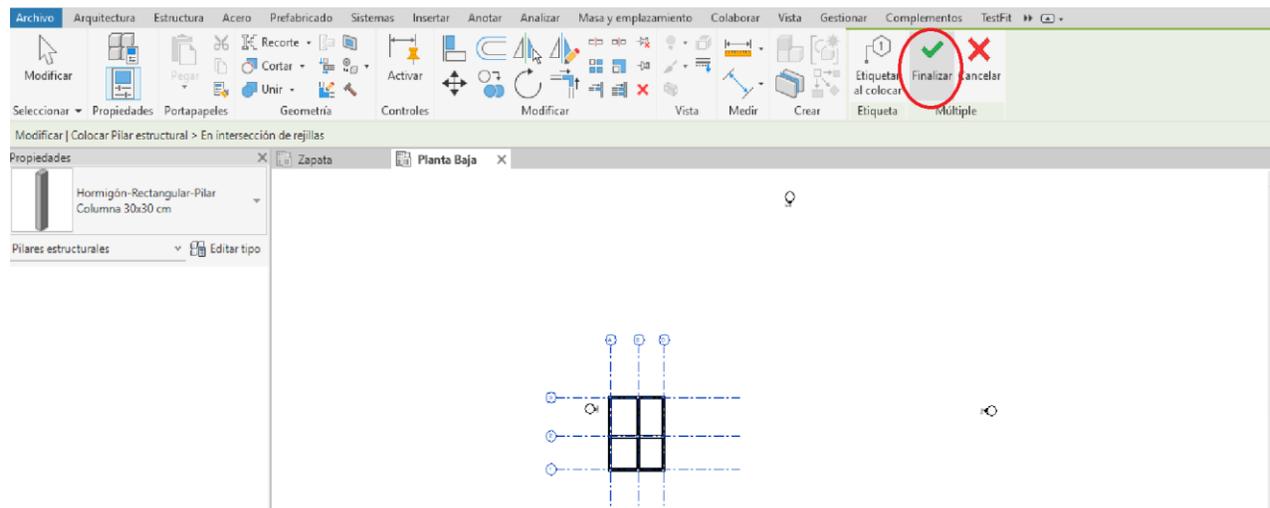


Ilustración 29: Check en finalizar para el proceso final

Para visualizar todas las columnas creadas en la planta baja en la pestaña de vistas se selecciona la vista 3D. En la ilustración 30 se señala la pestaña Vistas y la opción 3D.

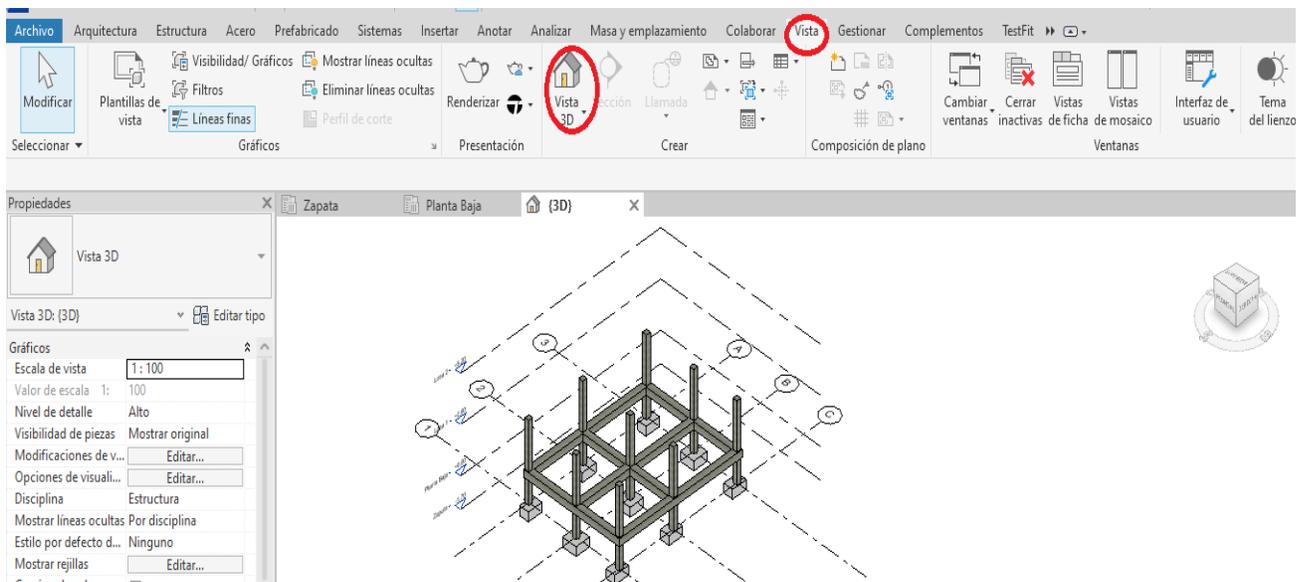


Ilustración 30: Vista en 3D de las columnas.

Vigas estructurales

En el panel de navegación en la sección de planos estructurales habilitamos la vista en planta para el nivel de la losa 1. En la ilustración 31 se indica la activación de la ventana para nivel de la losa 1.

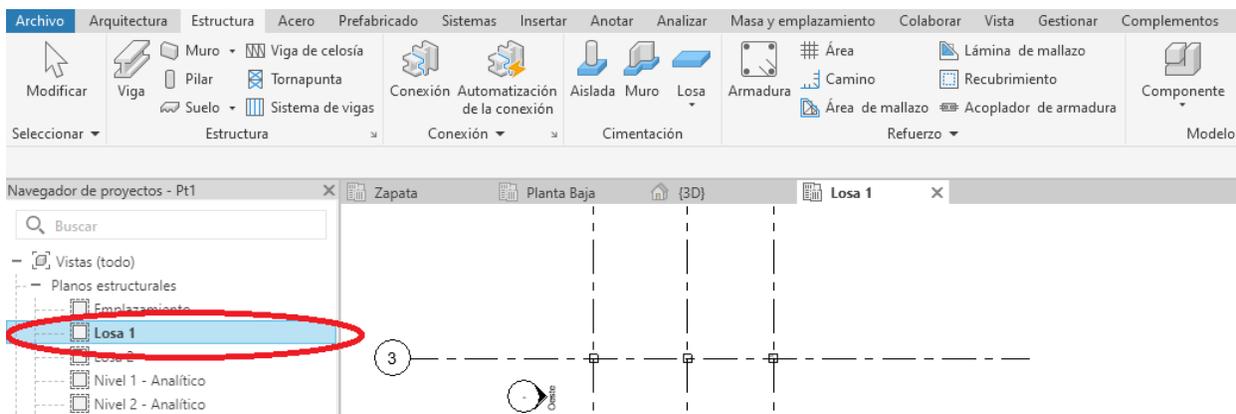


Ilustración 31: Activación de la ventana para la vista en planta de la losa 1

En la pestaña de estructuras seleccionamos la opción para vigas como se indica en la ilustración 32.

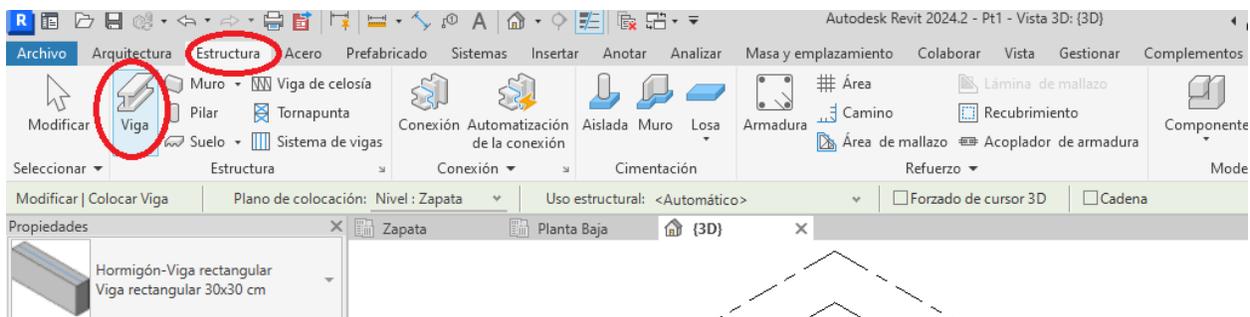


Ilustración 32: Selección de la opción para viga en la pestaña de estructuras.

En la ventana de propiedades de esta se procede a crear una viga nueva con dimensiones específicas. Para este proyecto se crea una de viga de sección transversal de 30x30 cm. Desde la ventana de propiedades para una viga se aplican los siguientes pasos:

Editar tipo-----→Duplicar-----→ Se asigna un nombre de la viga que se crea----→ Se colocan el ancho y largo de la sección transversal-----→Aceptar

En las siguientes ilustraciones se muestran respectivamente todas las acciones realizadas para crear una viga con las dimensiones específicas.

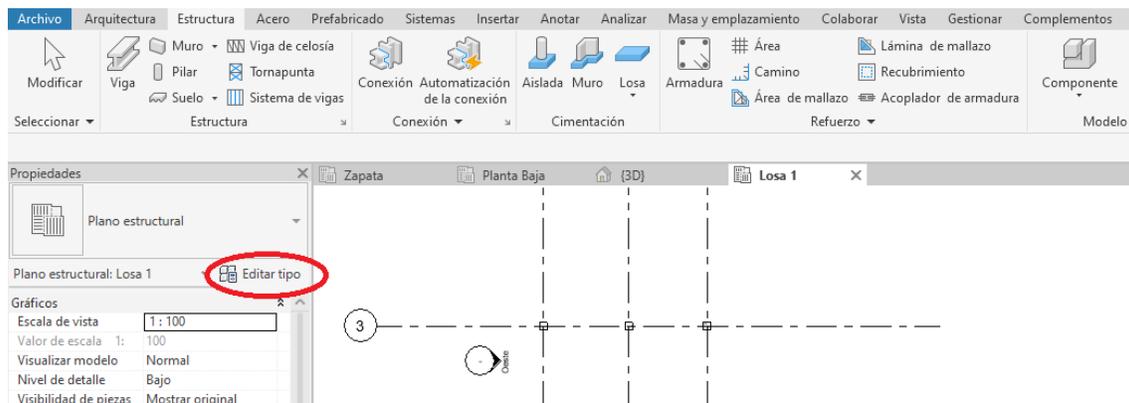


Ilustración 33: Clic en editar tipo para crear una viga nueva

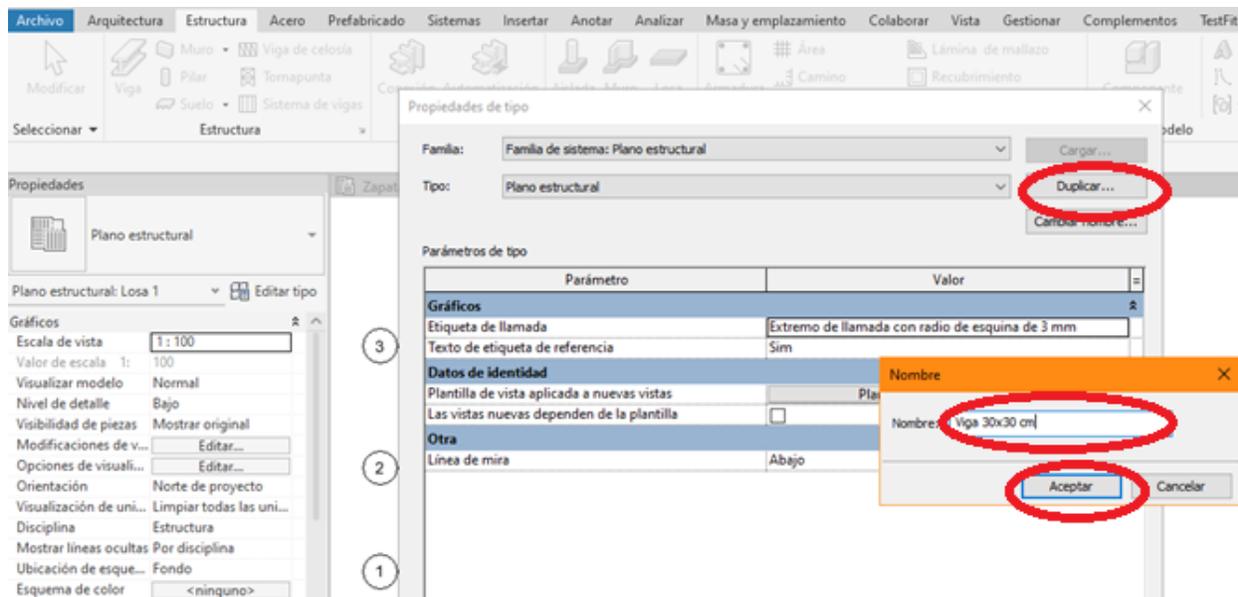


Ilustración 34: Nombre de la viga que se crea.

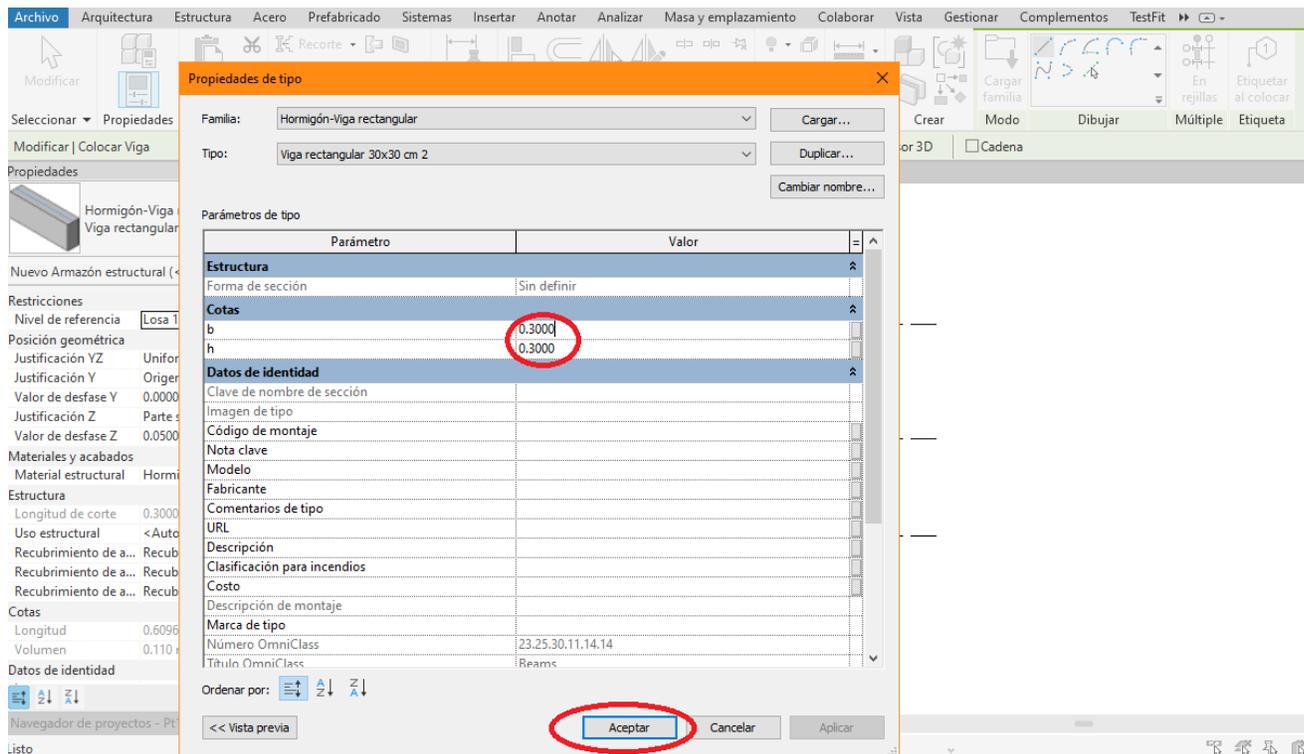


Ilustración 35: Dimensiones de la sección transversal y finalmente aceptar

Una vez creada la viga con las dimensiones deseadas se coloca en la vista en planta del nivel de la losa 1 mediante la selección múltiple en rejilla como se visualiza en la ilustración 36.

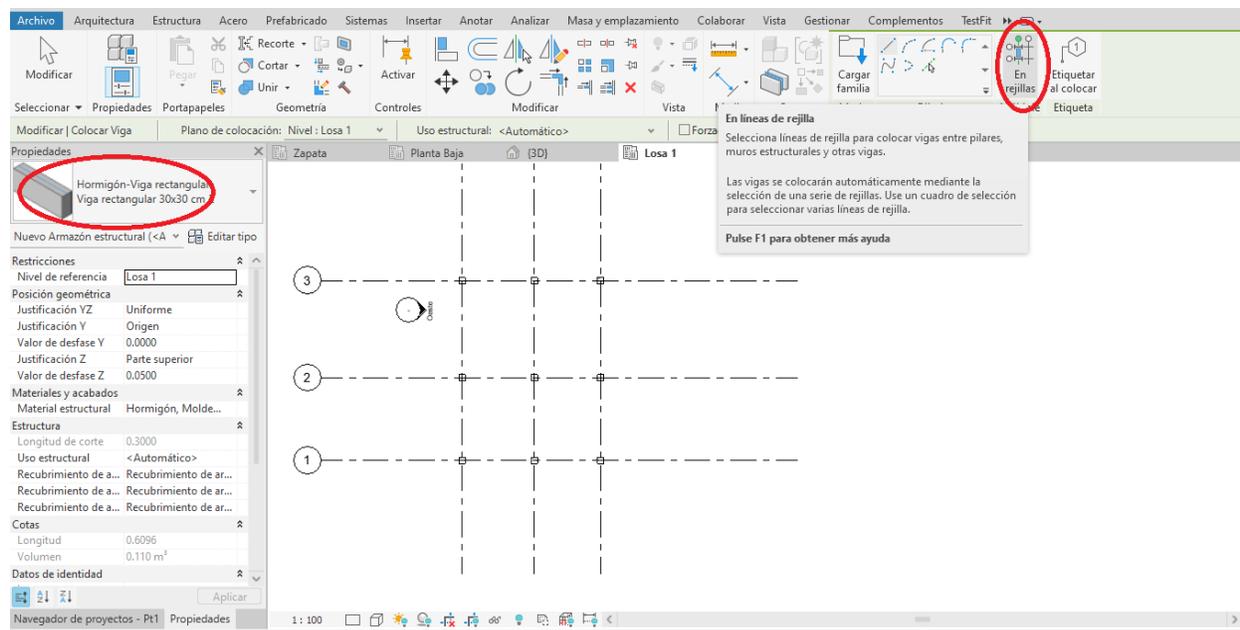


Ilustración 36: Selección múltiple en rejilla para colocar las vigas estructurales

Para ejecutar la acción de colocación de viga por selección múltiple se da clic en Finalizar como se observa en la ilustración 37.

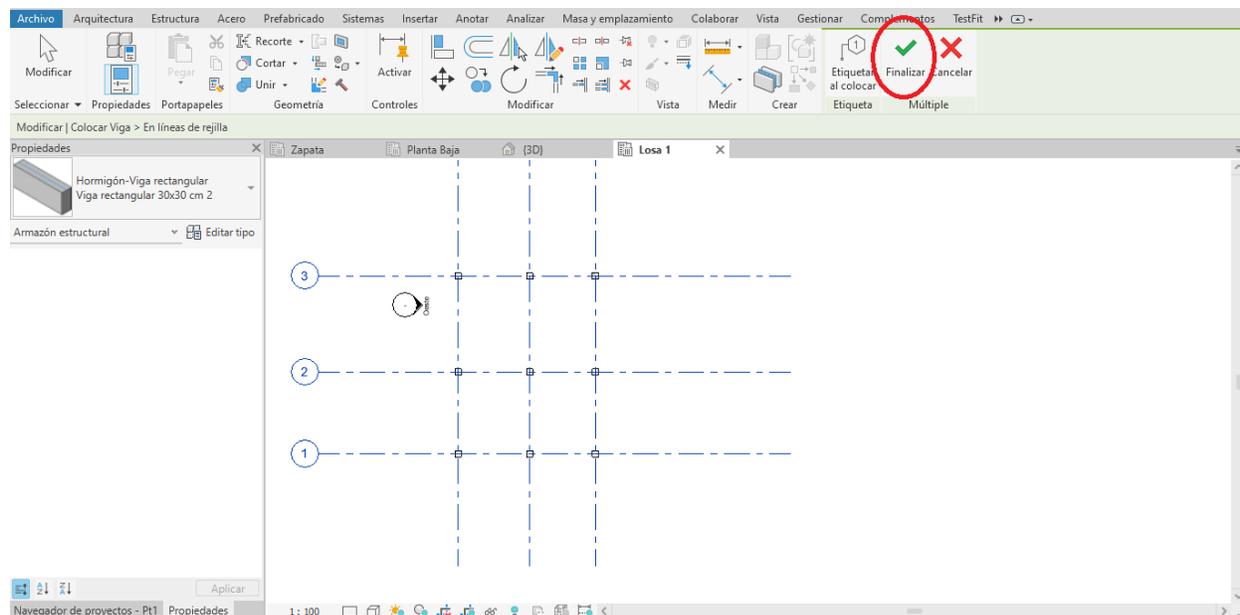


Ilustración 37: Clic en finalizar para ejecutar la acción mediante selección múltiple

En la ilustración 38 se muestra la colocación de las vigas en el nivel de la losa 1.

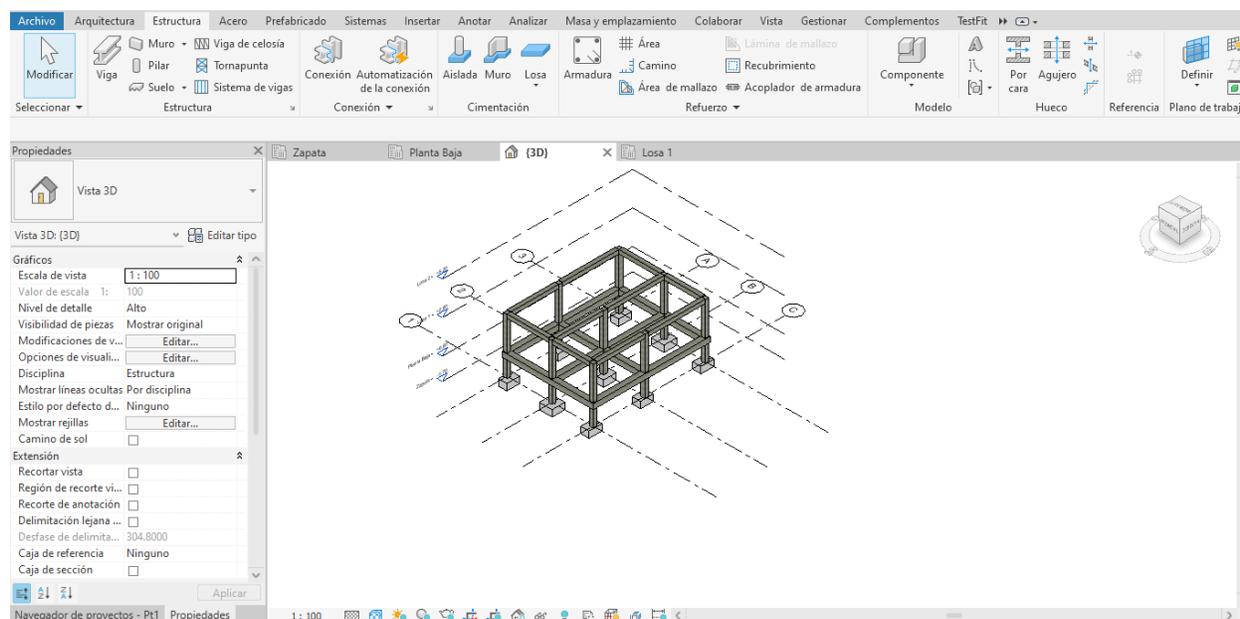


Ilustración 38: Vista en de los elementos estructurales creados.

Se aplican los mismos pasos para completar la estructura de 2 plantas es decir hasta llegar al nivel de la losa 2. En la figura 39 se presenta los elementos estructurales de vigas y columnas en las dos plantas.

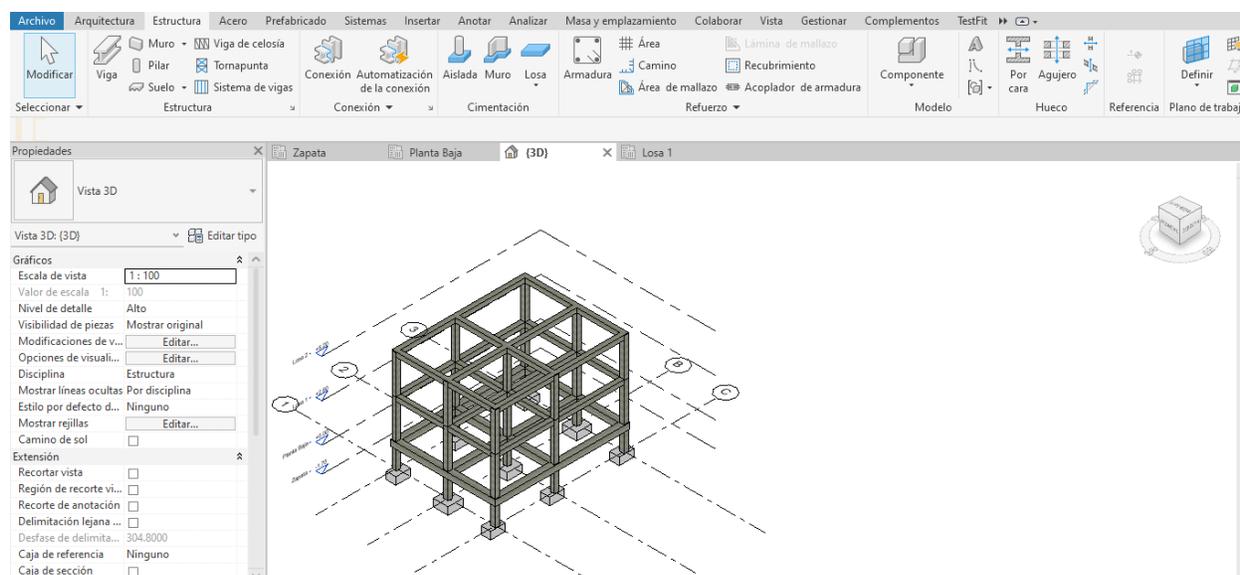


Ilustración 39: Vista en 3D de vigas y columnas en las 2 plantas

Losa aligerada

Se modela una losa aligerada con bloque de 20 cm para los niveles de la losa 1 y losa 2 para crear este tipo de losa es necesario la creación de una familia de plantilla donde se pueda definir las dimensiones como el ancho, profundidad y la altura. Primero se debe crear una losa maciza y luego colocar la componente de bloque de 40x40 cm con una separación de 10 cm en las dos direcciones creada mediante una familia de plantilla.

Primero se crea la losa maciza de hormigón de 20 cm para la planta baja como se indica a continuación:

Se habilita la vista en 2D de la planta donde se va a trabajar en este caso de la planta baja en panel de navegación de proyecto. Panel de navegación de proyecto----→ En Planos Estructurales-----
→ Clic en Planta baja

En la ilustración 40 se indica la activación de ventana de la planta baja.

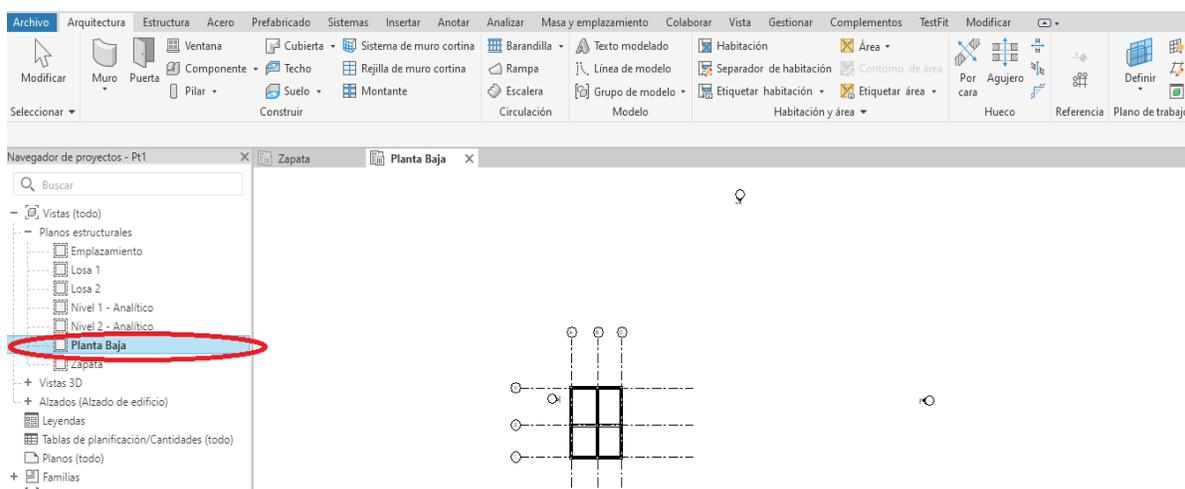


Ilustración 40:Espacio de trabajo para la planta baja.

En la pestaña de estructura mediante un clic seleccionamos el suelo como se indica en la ilustración 41.

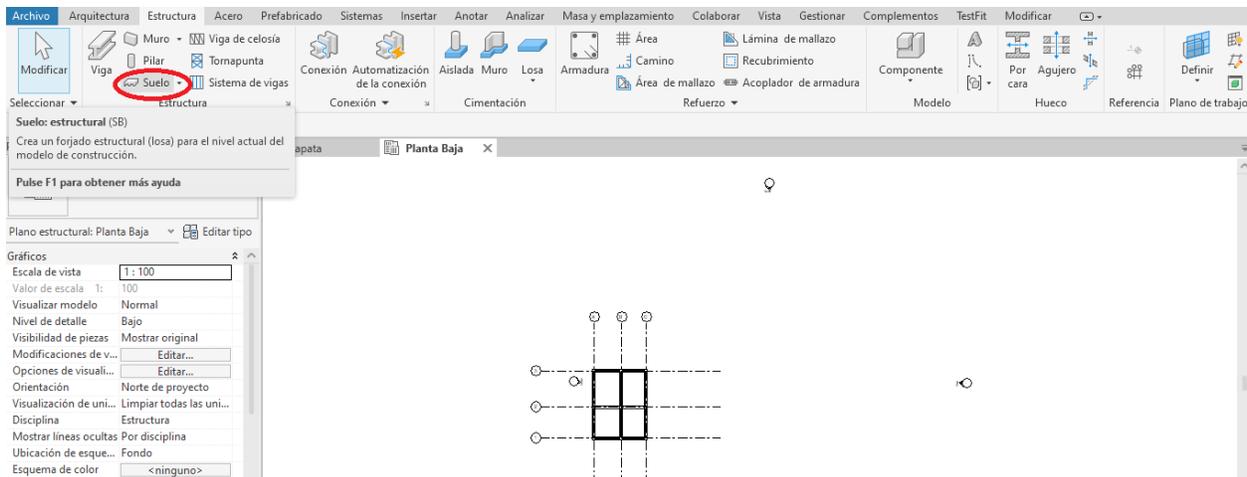


Ilustración 41: Activación para crear una losa

En la ventana de propiedades de suelo se crea un suelo estructural de hormigón de 20 cm (Losa maciza 20 cm). A continuación, se indica la secuencia de los pasos para crear una losa con dimensiones específicas:

En la ventana de Propiedades de suelo---→Editar tipo-----→Duplica---→Nombre del suelo--
→Aceptar.

En la ilustración 42 se visualiza los pasos aplicados para crear una losa con sus respectivas dimensiones.

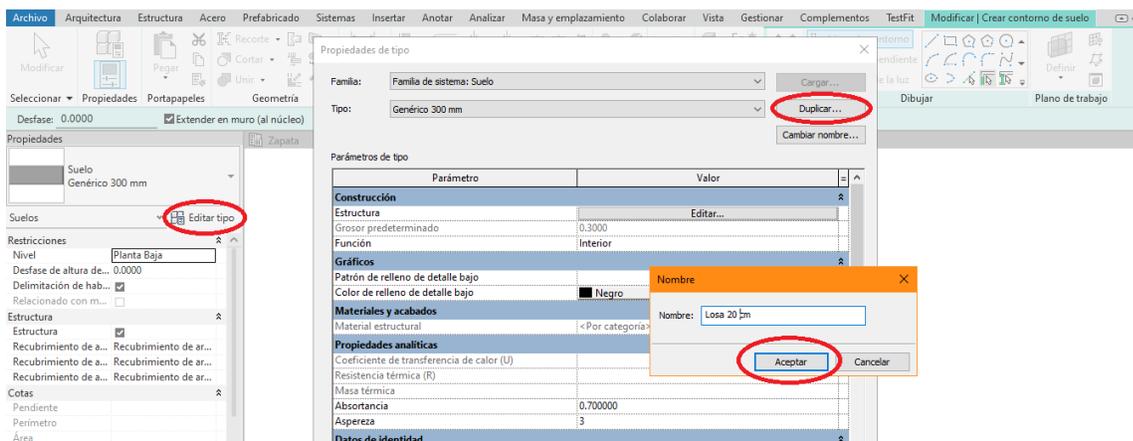


Ilustración 42: Creación de una losa con una identificación específica

Luego en la sección de construcción en *Editar* se cambia el grosor de losa de hormigón a 20 cm como se indica en las ilustraciones 43 y 44 respectivamente.

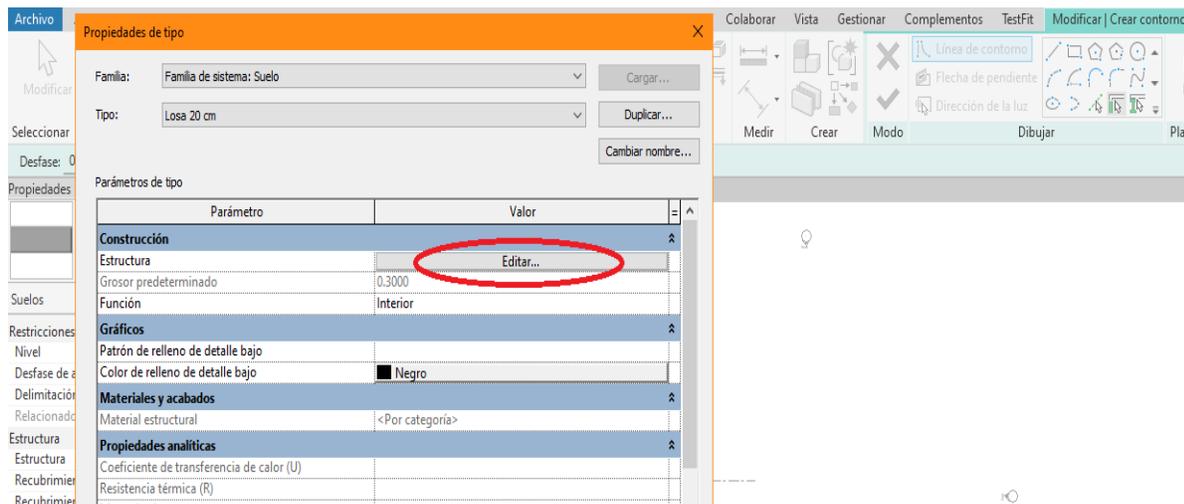


Ilustración 43: Creación de una Losa con un espeso de 20 cm

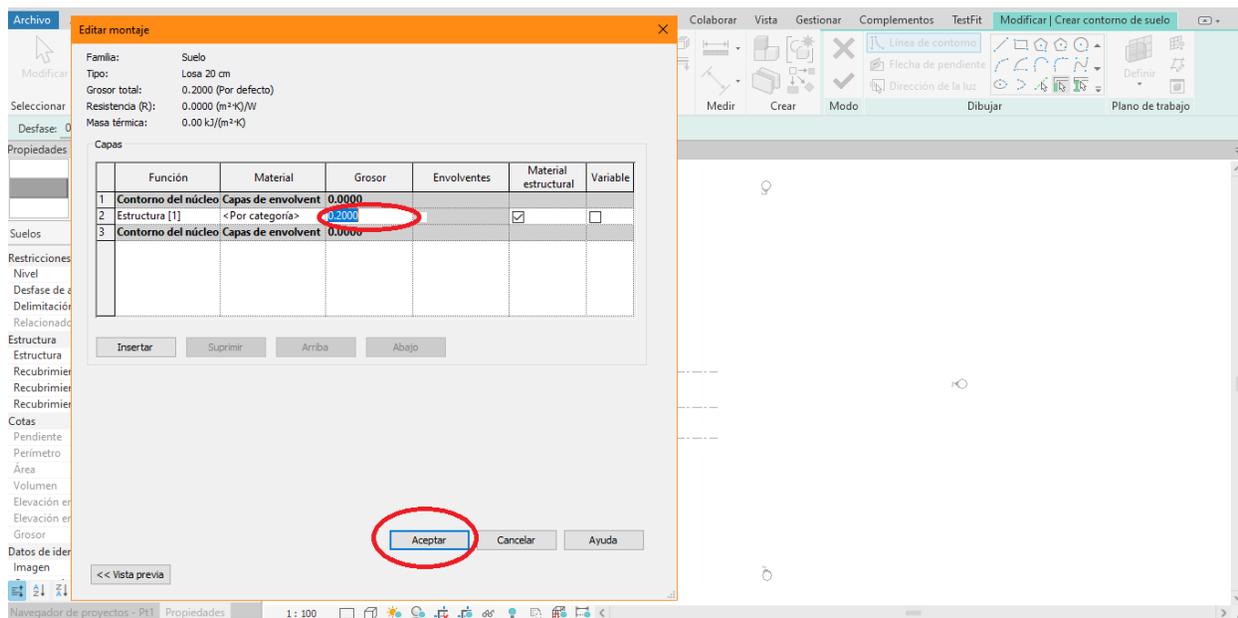


Ilustración 44: Paso final de la creación de losa de 20 cm.

Una vez creado el tipo de losa se coloca mediante las herramientas de dibujo para rectángulos. En la ilustración 45 se puede visualizar el proceso que se describe.

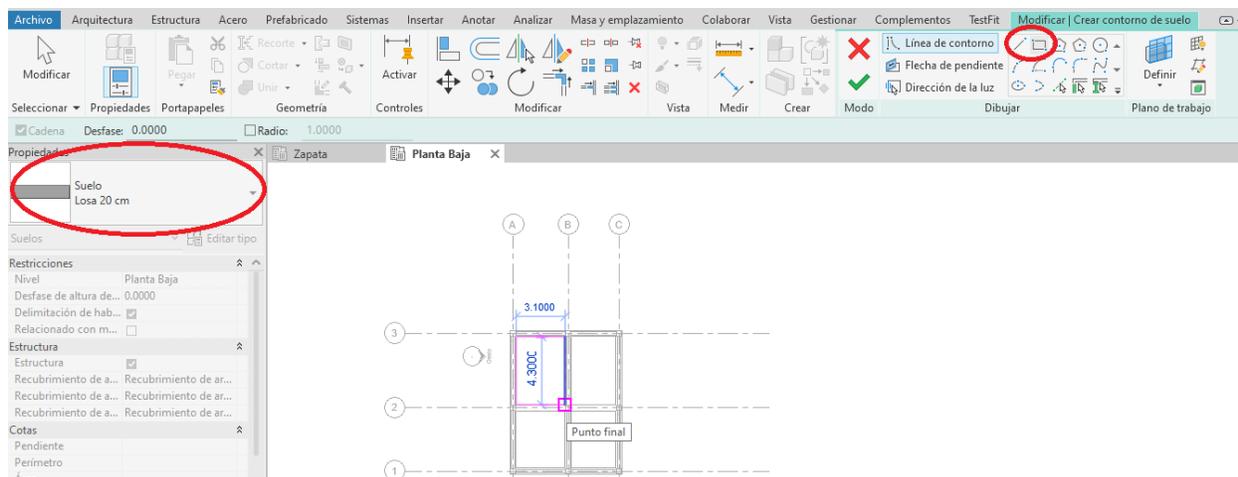


Ilustración 45: Herramienta de dibujo rectángulo para colocar la losa

Con un clic en finalizar se termina el proceso de la creación de la losa de hormigón y en la pestaña de vistas se activa la vista en 3D para visualizar. En las ilustraciones 46 y 47 se observa estas acciones respectivamente.

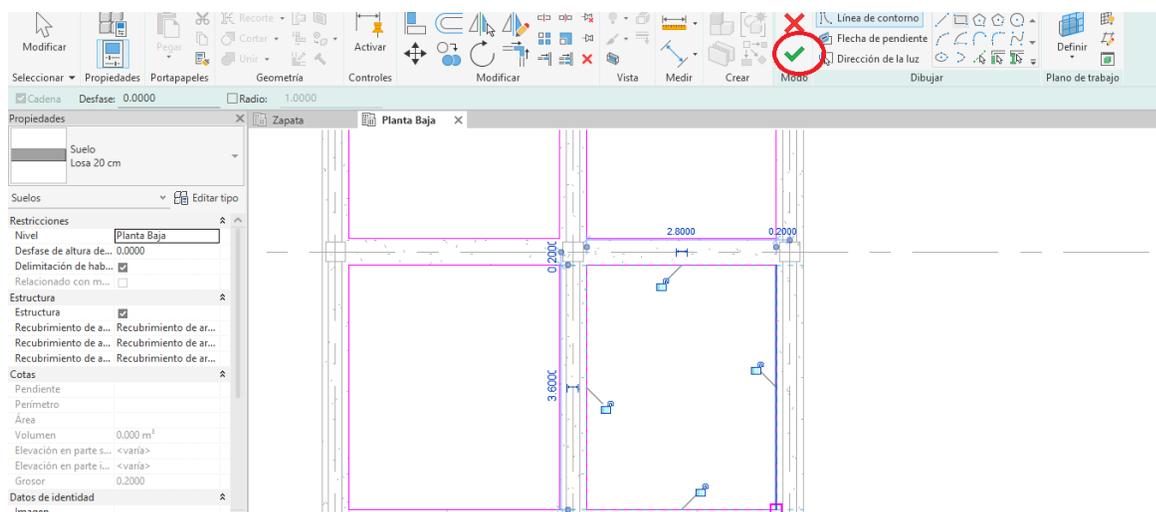


Ilustración 46: Creación final de losa en la planta baja

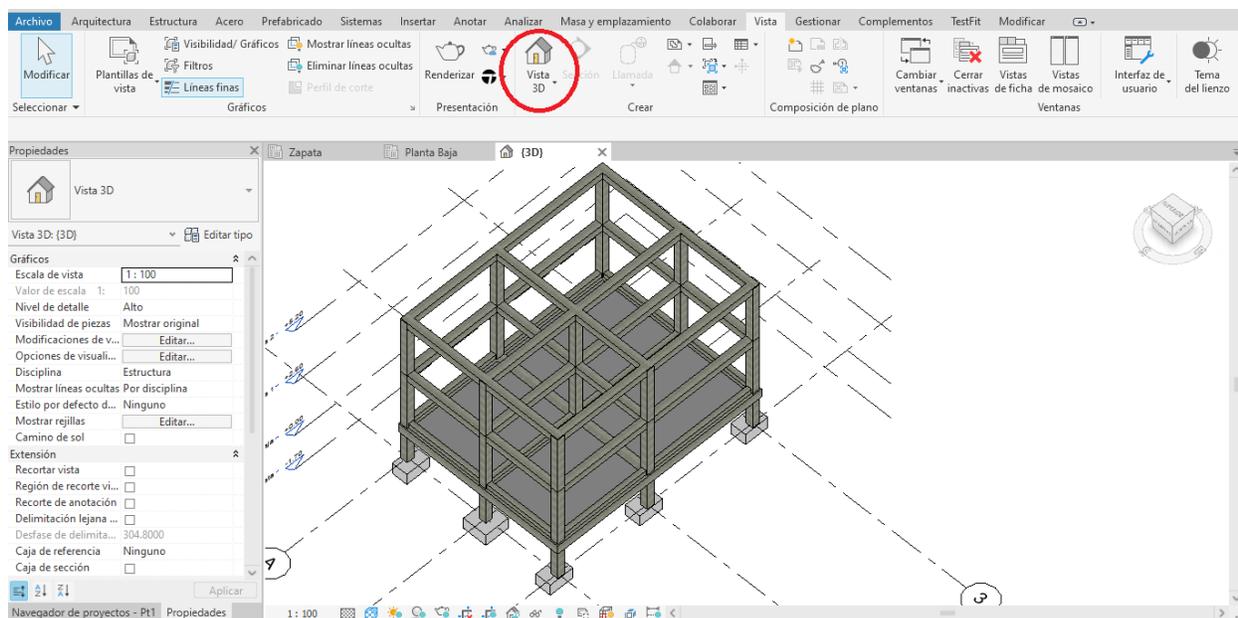


Ilustración 47: Vista 3D creación de losa maciza en la planta baja.

Se crea de la misma manera para los niveles de losas 1 y 2 seleccionando en la pestaña de suelo estructural con el mismo tipo de losa creada para la planta baja (Losa 20 cm). En panel de navegador de proyectos en la sección de planos estructurales se habilitan la ventana de vista de la losa 1 y losa 2 respectivamente para trabajar adecuadamente.

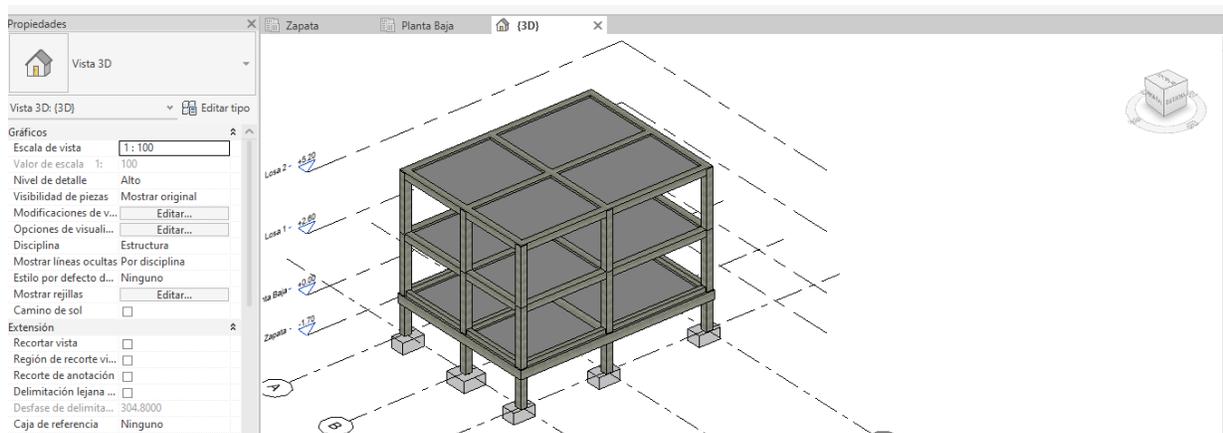


Ilustración 48: Vista en 3D de la losa en toda la estructura

Familia de plantilla para losa aligerada

Una vez creada la losa maciza en los niveles de la losa 1 y 2 se debe crear una componente en una familia de plantillas para modelar una losa aligerada con bloque de 40x40 cm.

En la pestaña de archivos---->Nuevo---->Familia-->Family Template--->English---> Metric Generic Model floor based--> Abrir

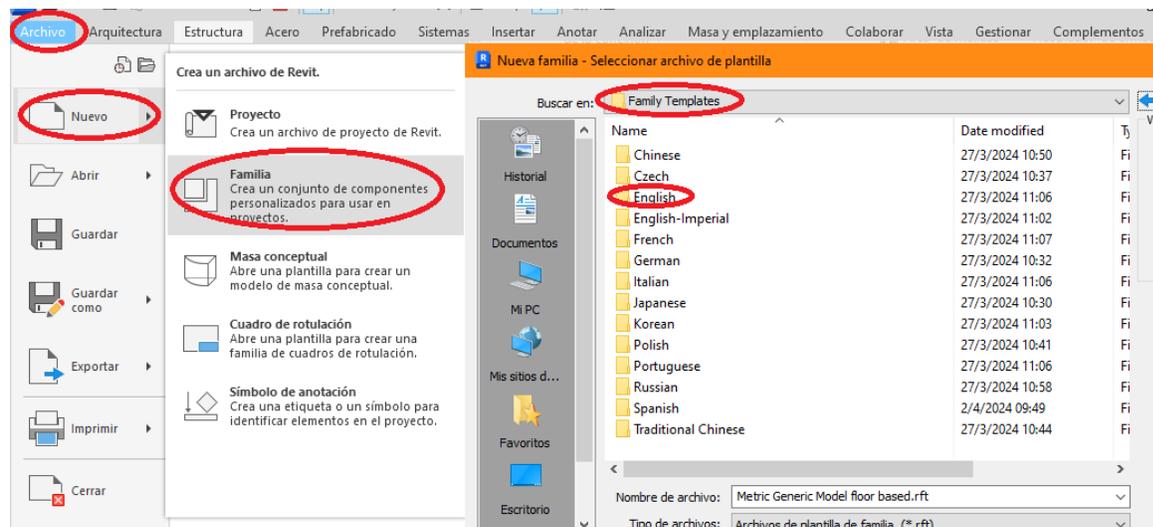


Ilustración 49: Pasos para crear una familia de plantilla

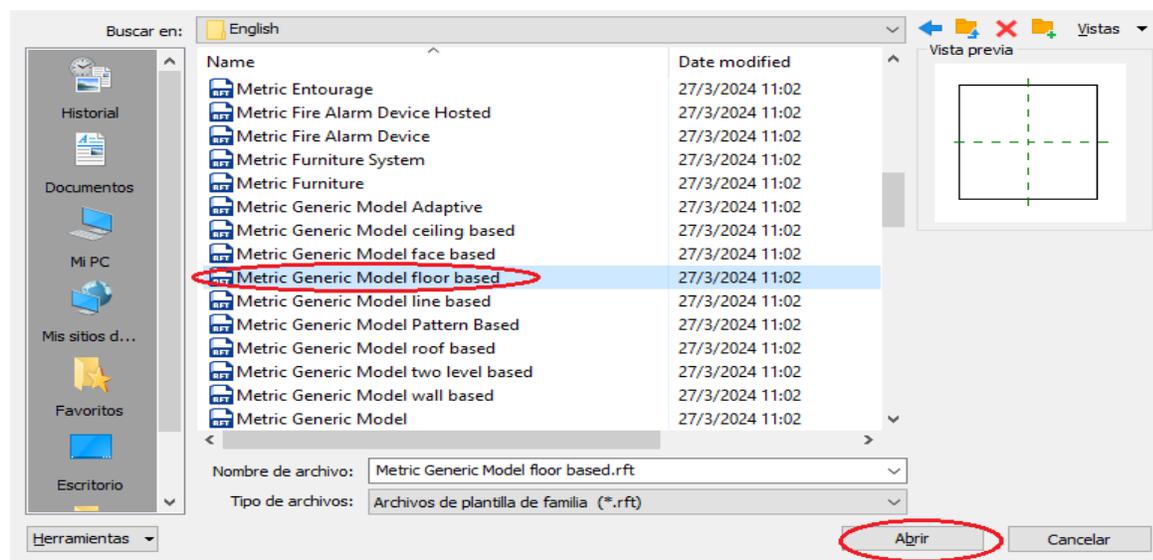


Ilustración 50: Selección de modelo genérico basado en piso

Una vez realizado en la ilustración 50 se activa una ventana de componente para definir el vacío o el material de la losa aligerada como se visualiza en la ilustración 51.

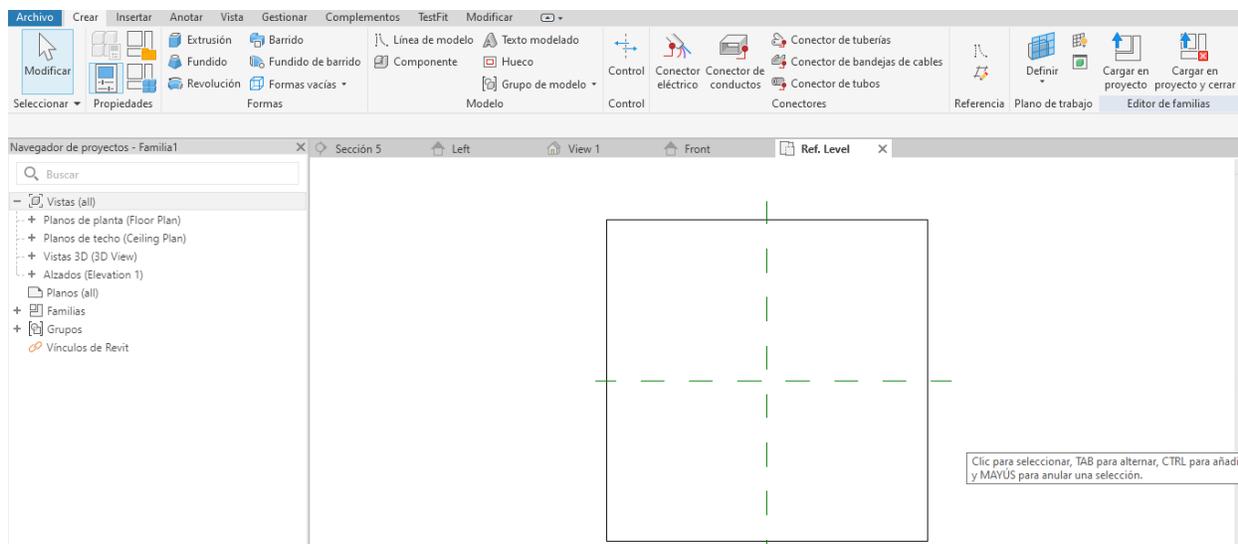


Ilustración 51: Ventana de la componente para definir el material de losa aligerada

Mediante el uso de la herramienta de plano de referencia se traza las líneas de referencia para definir en planta, el ancho y largo de la componente como se visualiza en la ilustración 52.

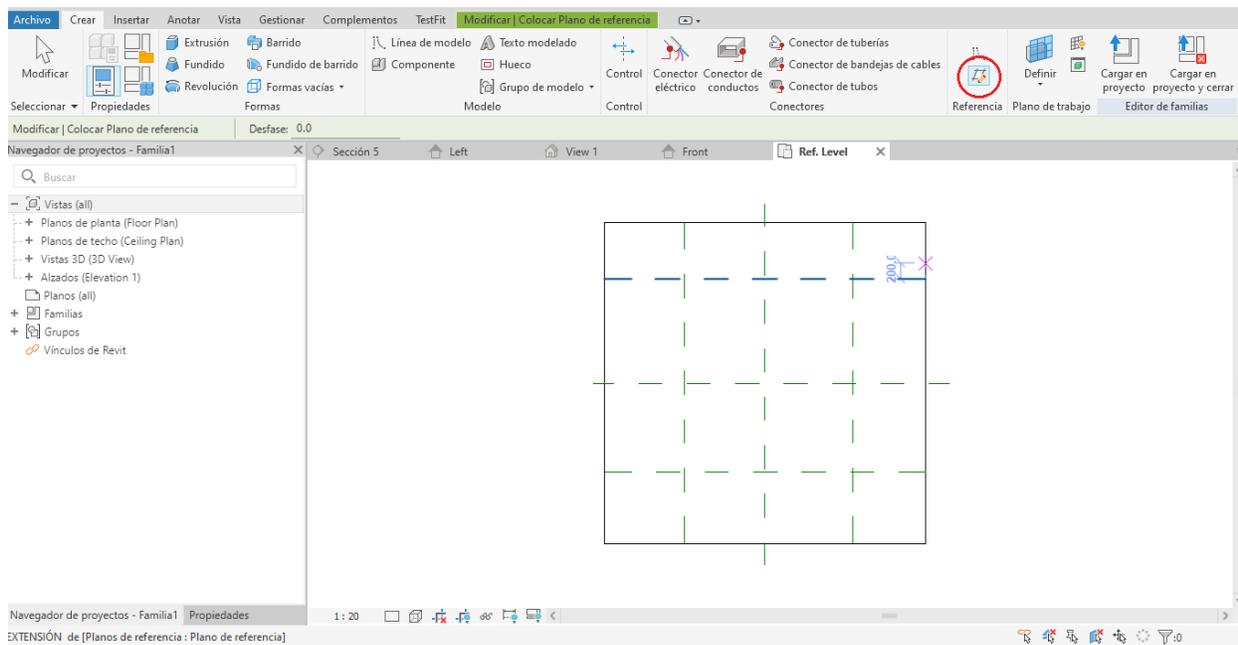


Ilustración 52: Trazo de líneas de referencia en planta

Se acota las líneas de referencia y se activa la opción de equidistancia como se indica en la ilustración 53.

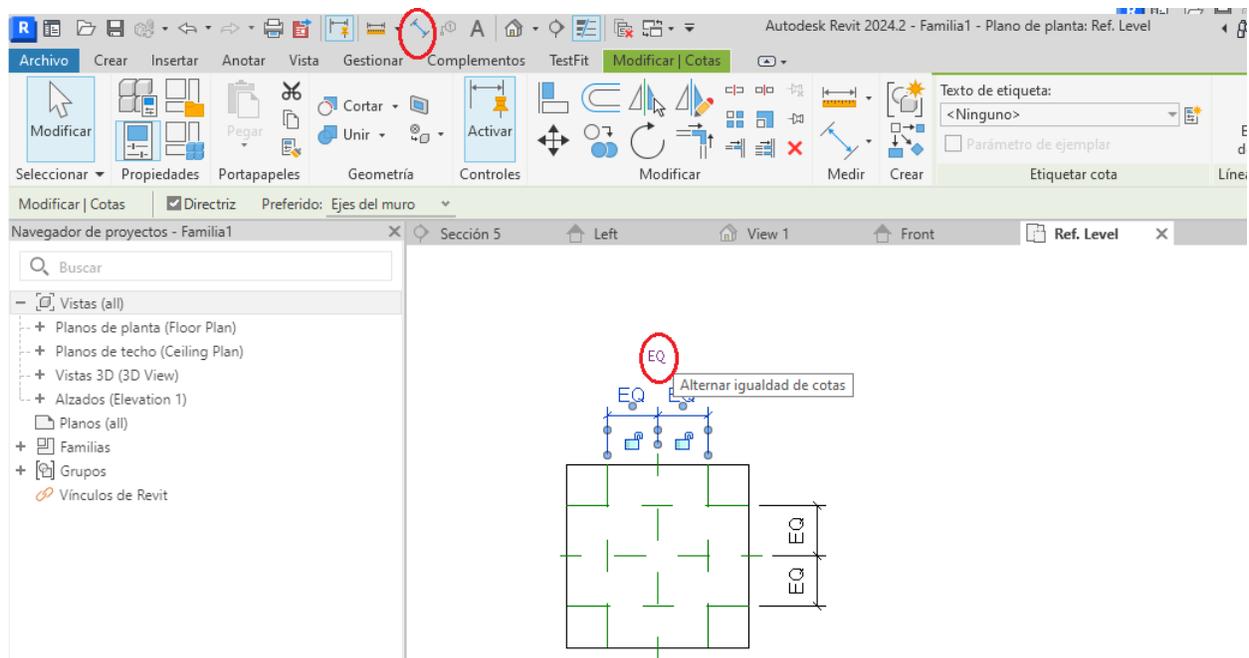


Ilustración 53: Acotación de líneas de referencia.

Luego se acota el ancho y largo total de las líneas de plano de referencia y se parametriza con sus respectivos nombres como se indica en la ilustración 54 y 55 respectivamente.

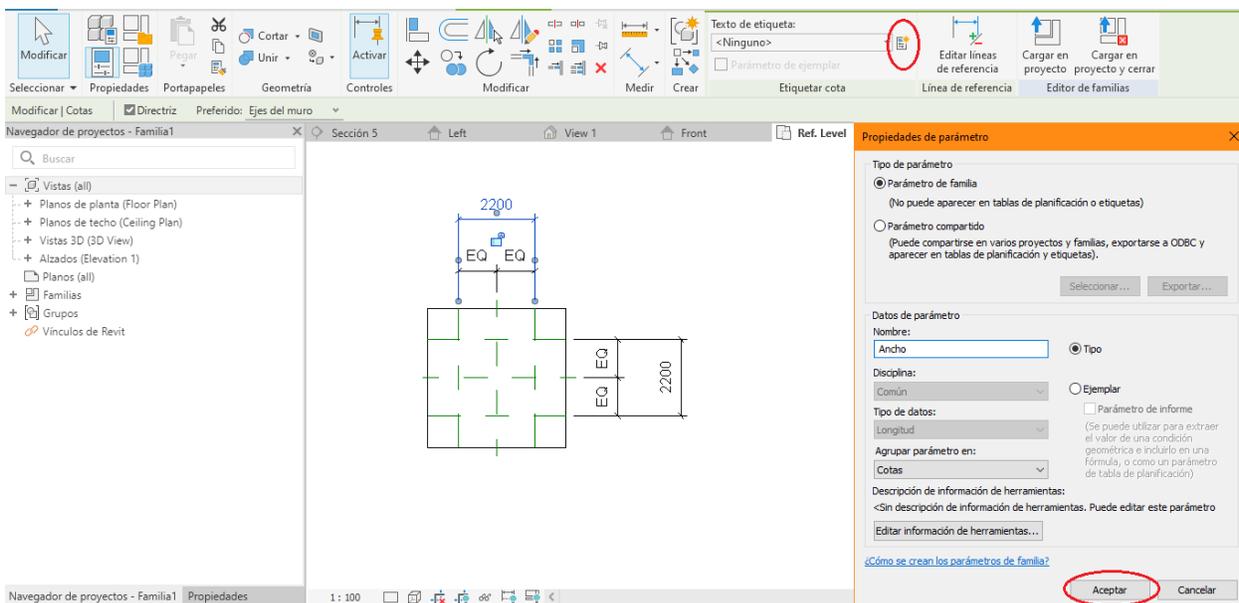


Ilustración 54: Parametrización de ancho y largo

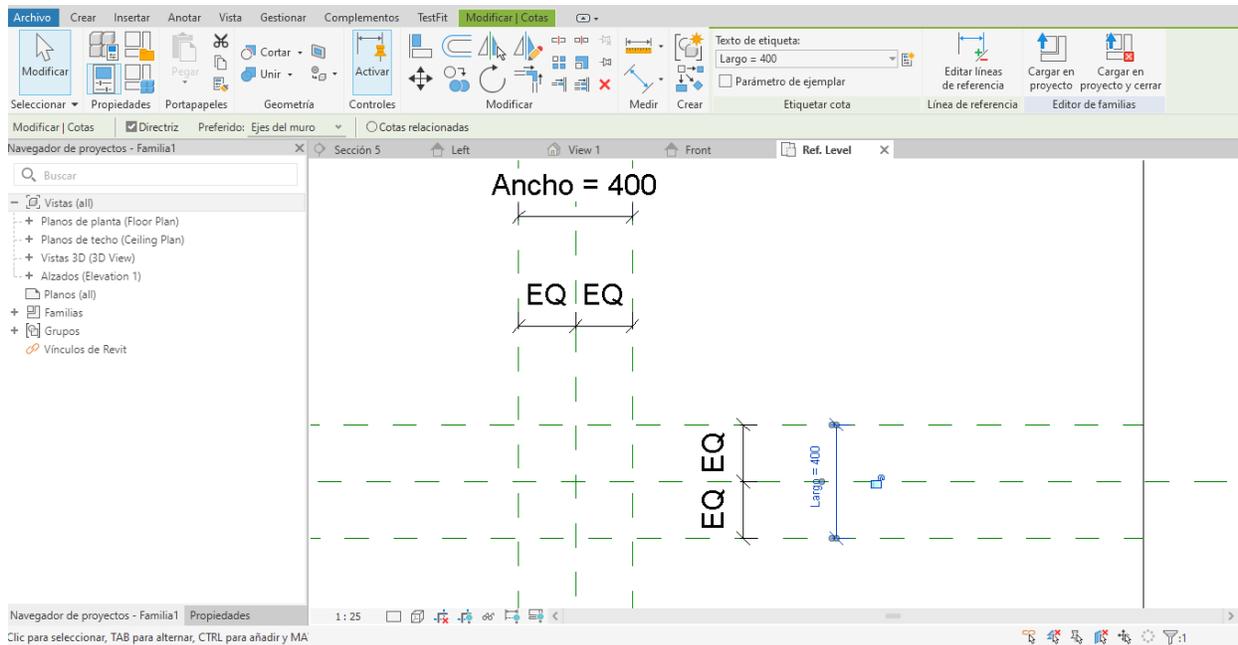


Ilustración 55: Ancho y largo parametrizado

De la misma manera se realiza en ventana de la vista frontal de la componente en donde se define el grosor de la losa, la altura y los bordes del bloque.

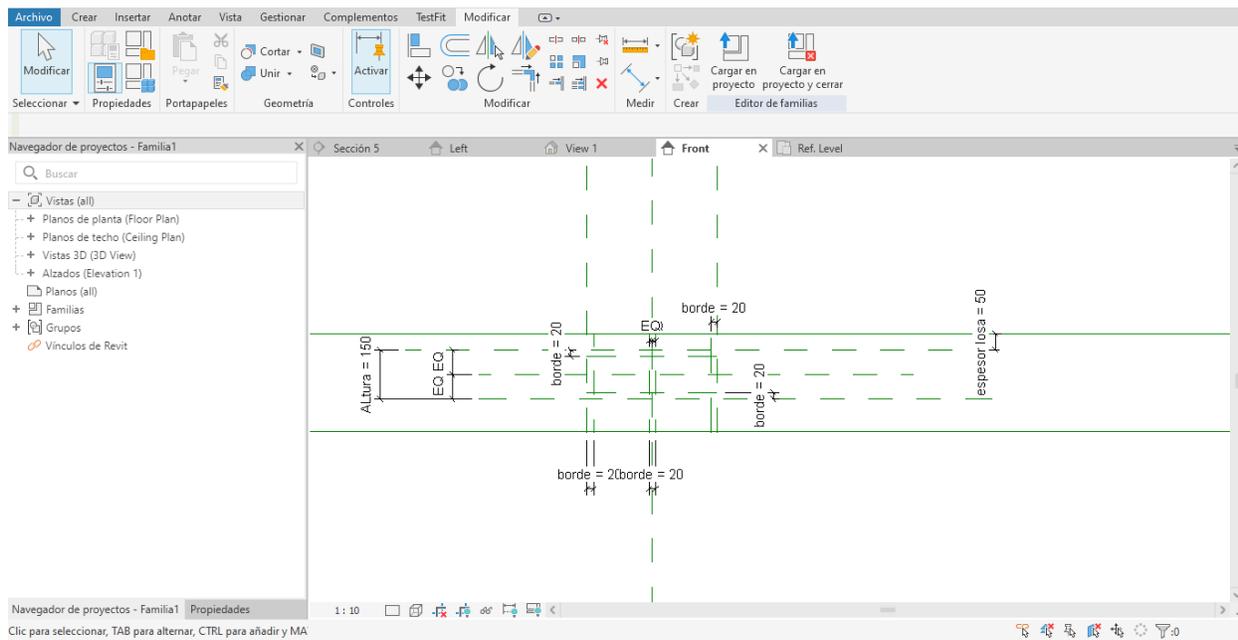


Ilustración 56: Acotación y parametrización de la componente en vista frontal

Mediante la herramienta extrusión se define el material sólido del bloque como se observa en la ilustración 57 y 58.

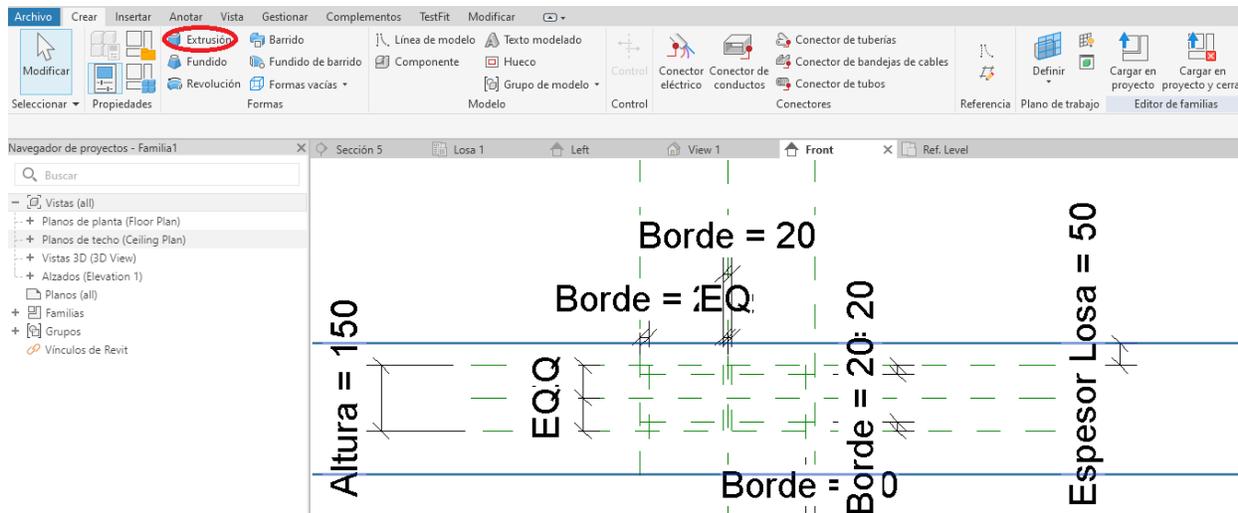


Ilustración 57: Selección de herramienta Extrusión

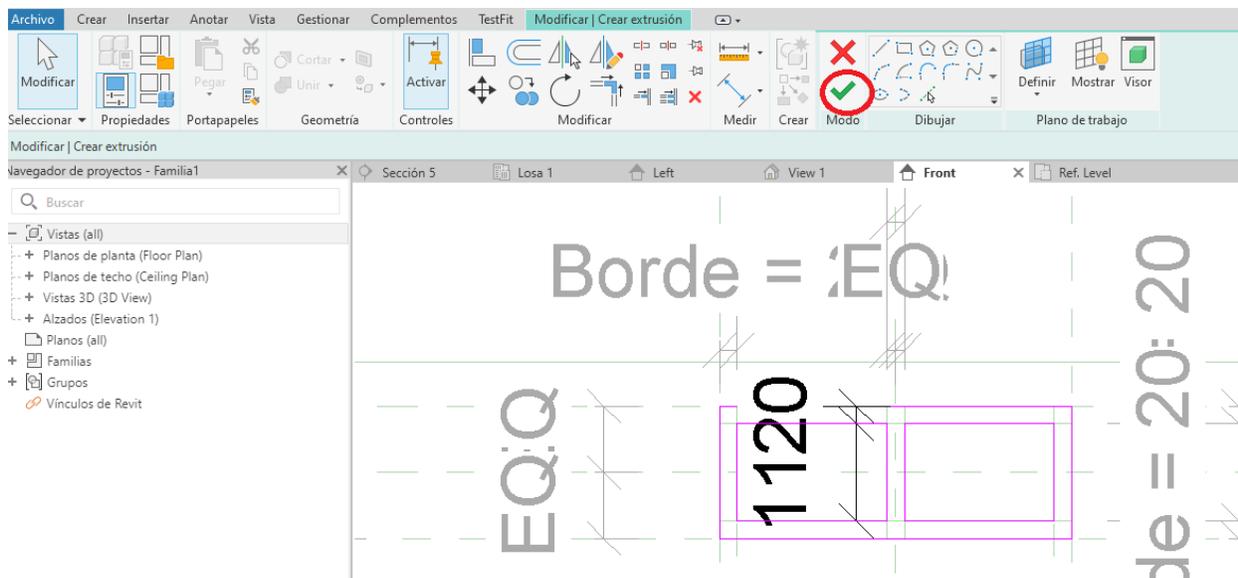


Ilustración 58: Definición de material sólido de bloque

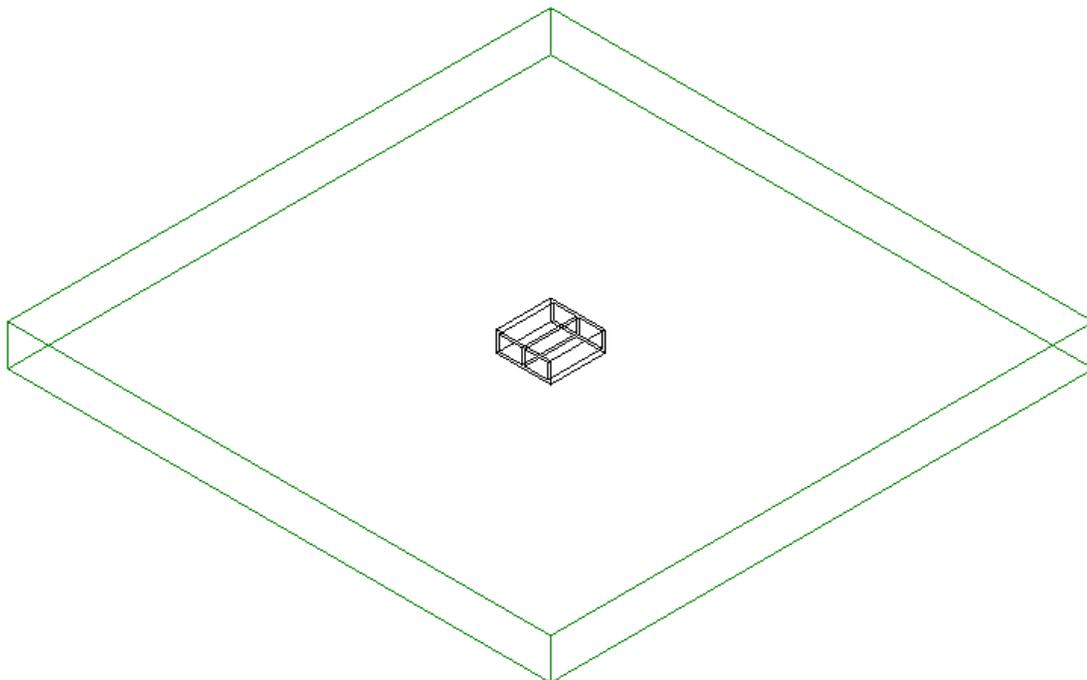


Ilustración 59: Vista 3D del bloque creado

Se crea la extrusión vacía en todo el volumen de bloque creado anteriormente como se indica en la ilustración 60 y 61 respectivamente.

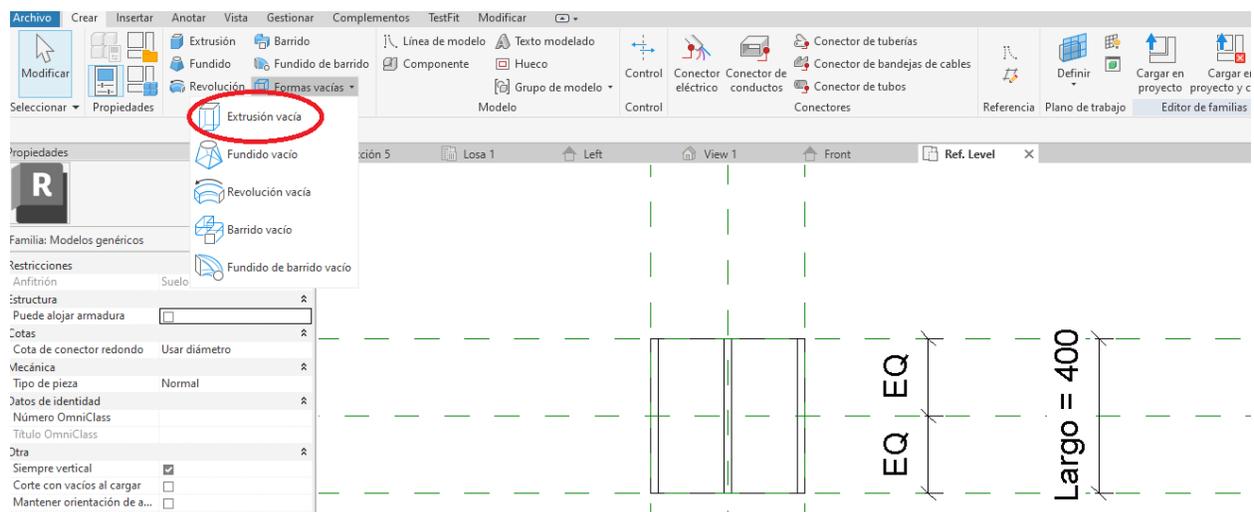


Ilustración 60: Selección de herramienta Extrusión vacía

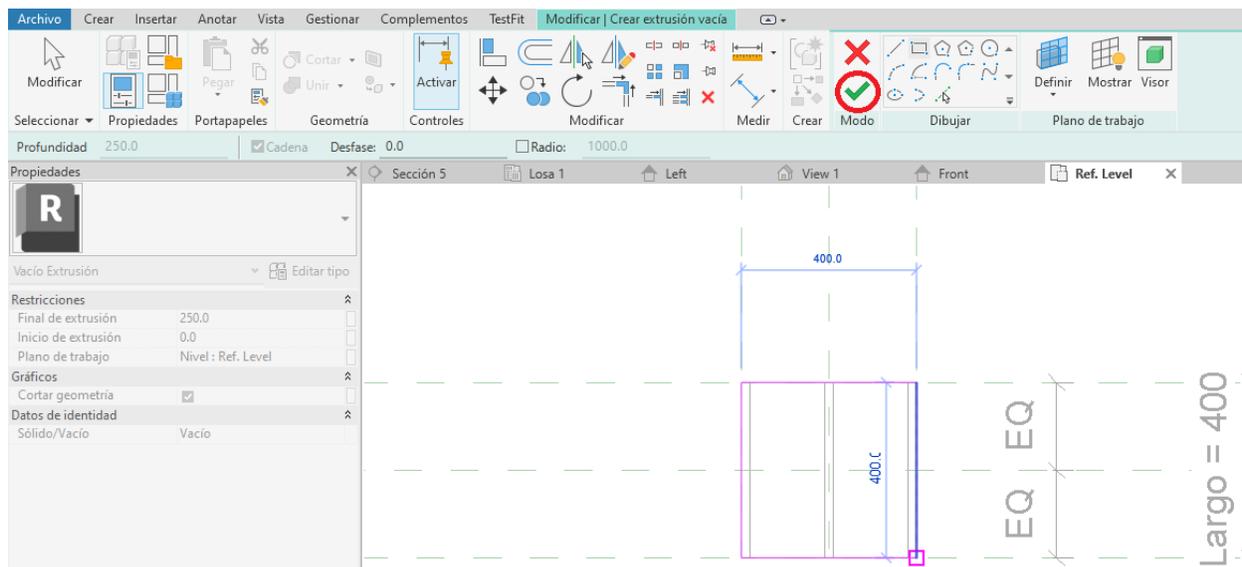


Ilustración 61: Definición de la extracción vacía sobre el perímetro de bloque

Para eliminar la superposición entre sólido de bloque y la extrusión de vacío se debe hacer lo siguiente:

Cortar → Se selecciona el vacío → Selecciona el borde del suelo.

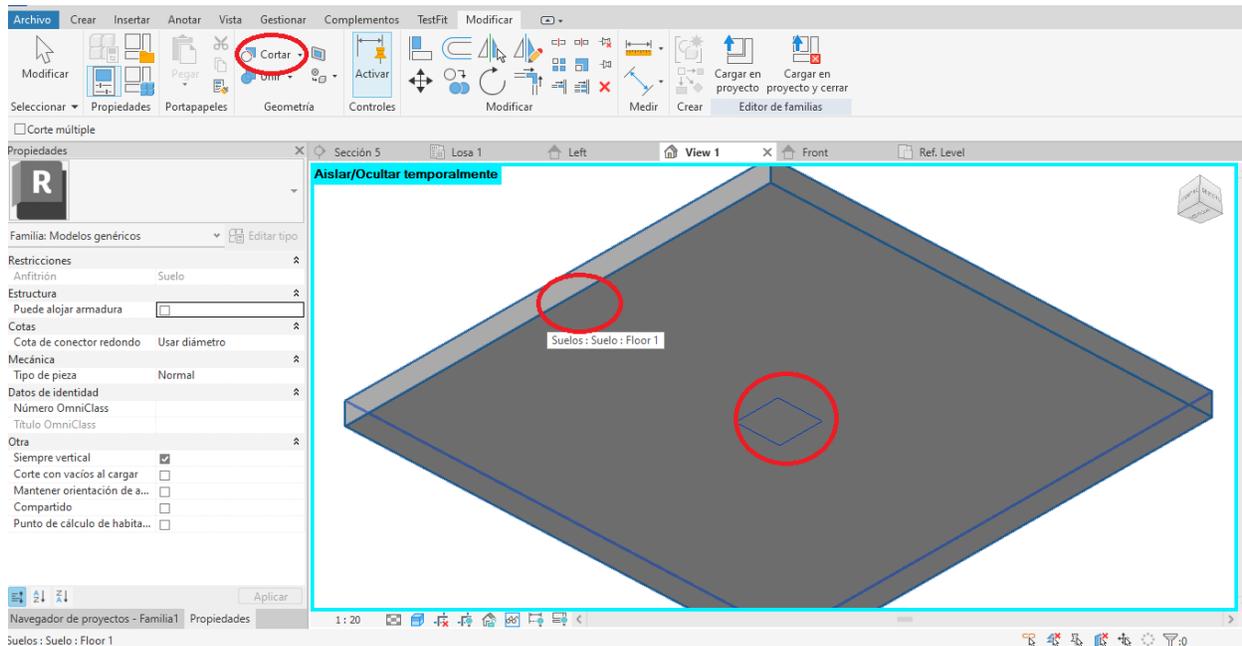


Ilustración 62: Eliminación de la superposición

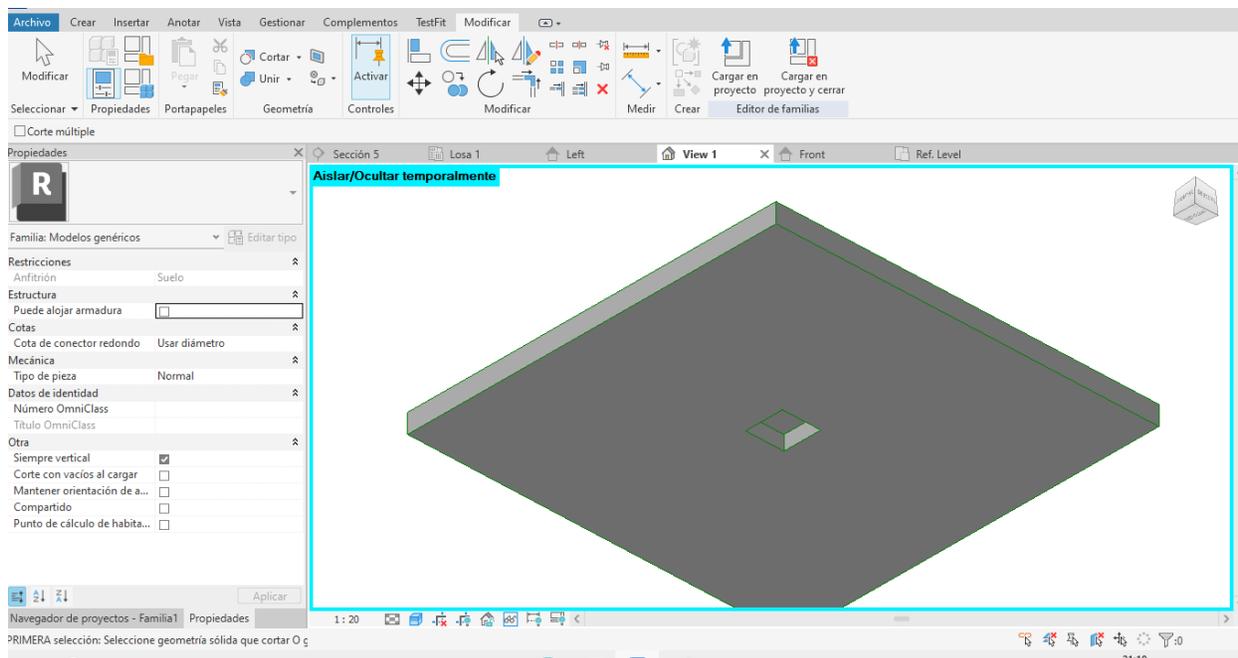


Ilustración 63: Vista en 3D del corte

Se restablece el material del bloque y finalmente se guarda la familia de la componente de bloque creado. Una vez creado la una familia de plantilla se procede a la colocación en la losa maciza de los niveles de la losa 1 y 2 respectivamente.

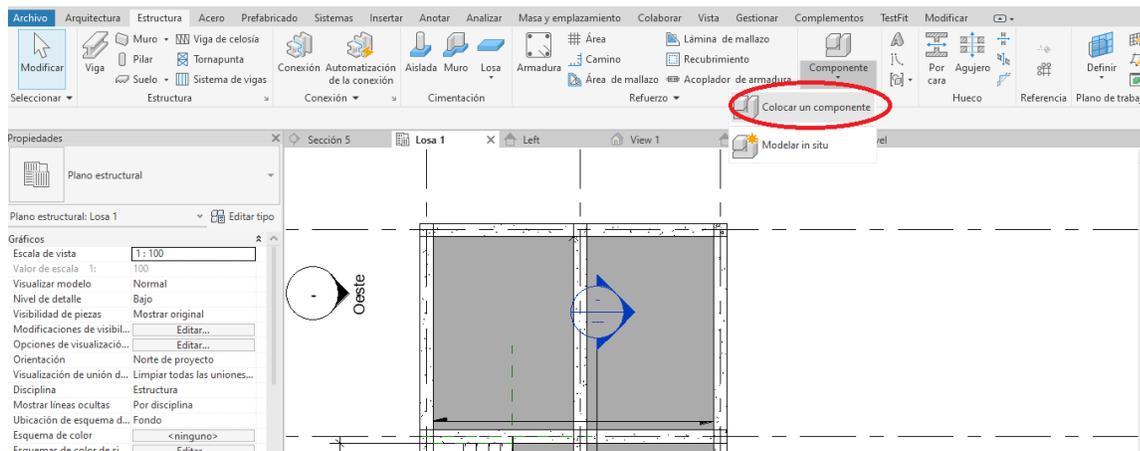


Ilustración 64: Activación de la herramienta componente

Se utiliza la herramienta matriz que se señala en la ilustración 65 para colocar el bloque en las losas 1 y 2.

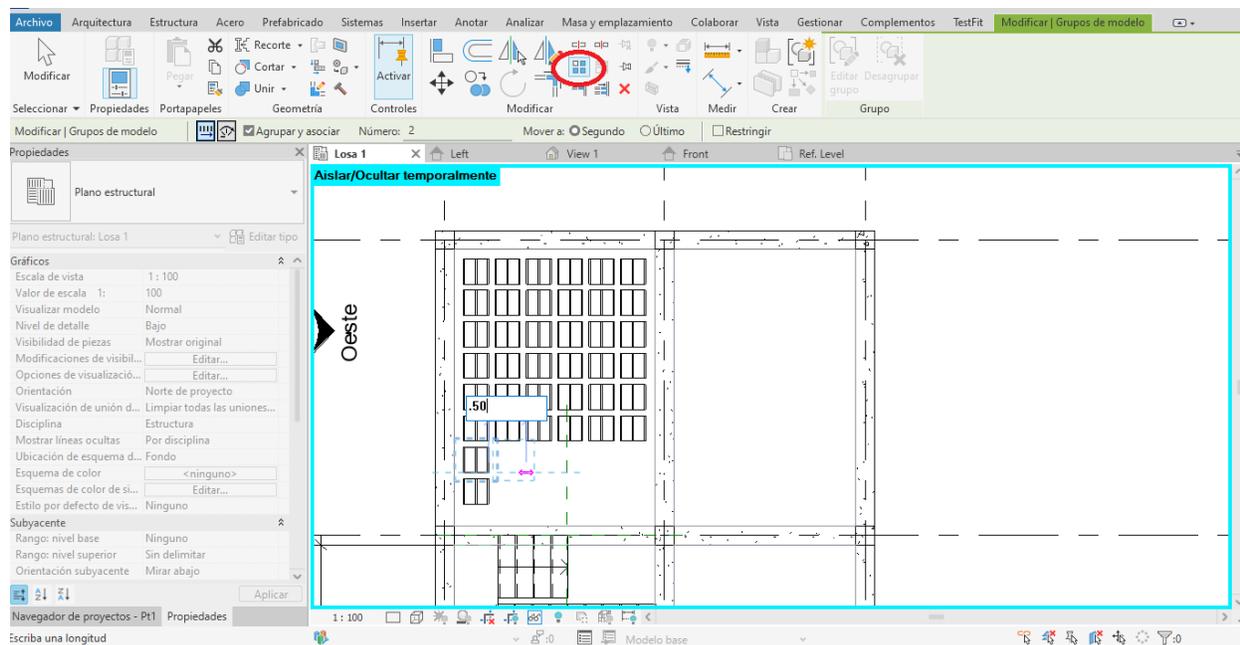


Ilustración 65: Colocación del bloque en la losa

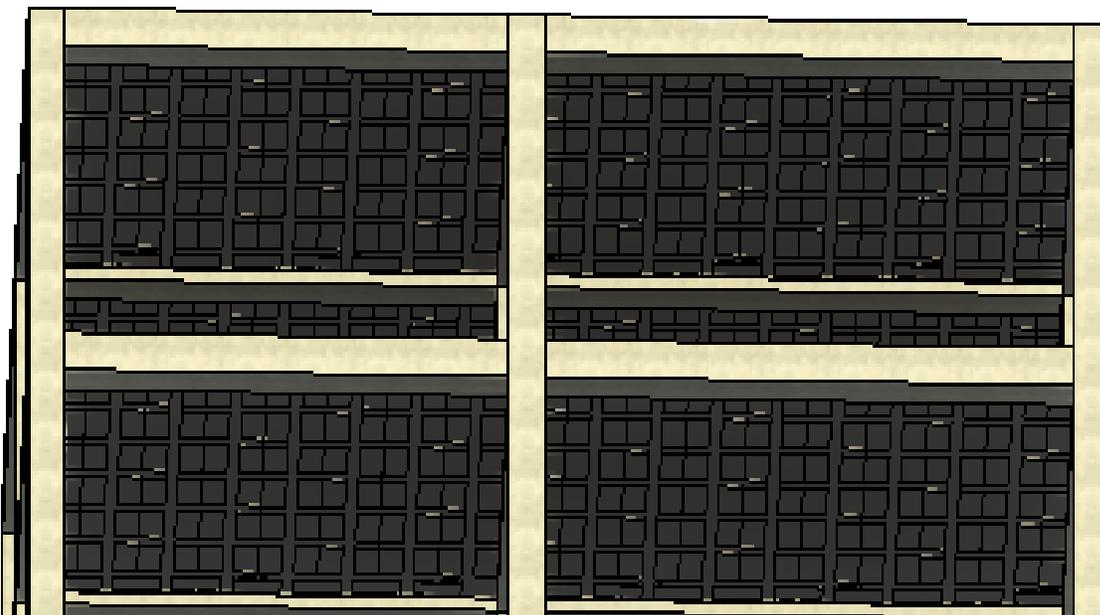


Ilustración 66: Vista inferior 3D de losa aligerada con bloque de 40x40cm

Escalera

Para colocar la escalera se hace desde la pestaña para diseño arquitectónico ya que no se habilita desde la parte estructural. Para ello primero se procede a realizar el ducto de la escalera en el nivel de la losa 1.

Pestaña de estructuras----→Clic en Agujero--→ Con herramienta de dibujo de rectángulo se traza el agujero con sus respectivas dimensiones----→ Clic en finalizar.

En la ilustración 67 se visualiza la selección de la herramienta para crear el hueco en la losa.

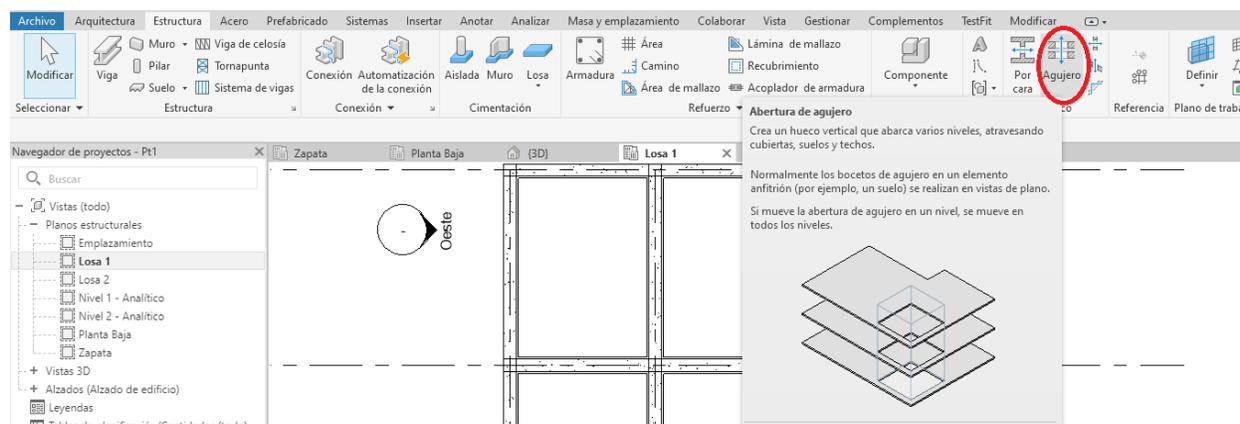


Ilustración 67: Selección de la herramienta hueco para el agujero de escalera.

En la ilustración 68 se muestra el trazado del ducto de 1.80 m de largo y 1.55 m de ancho en la ventana de planta de losa 1. Con un clic en finalizar se completa la creación del ducto de la escalera.

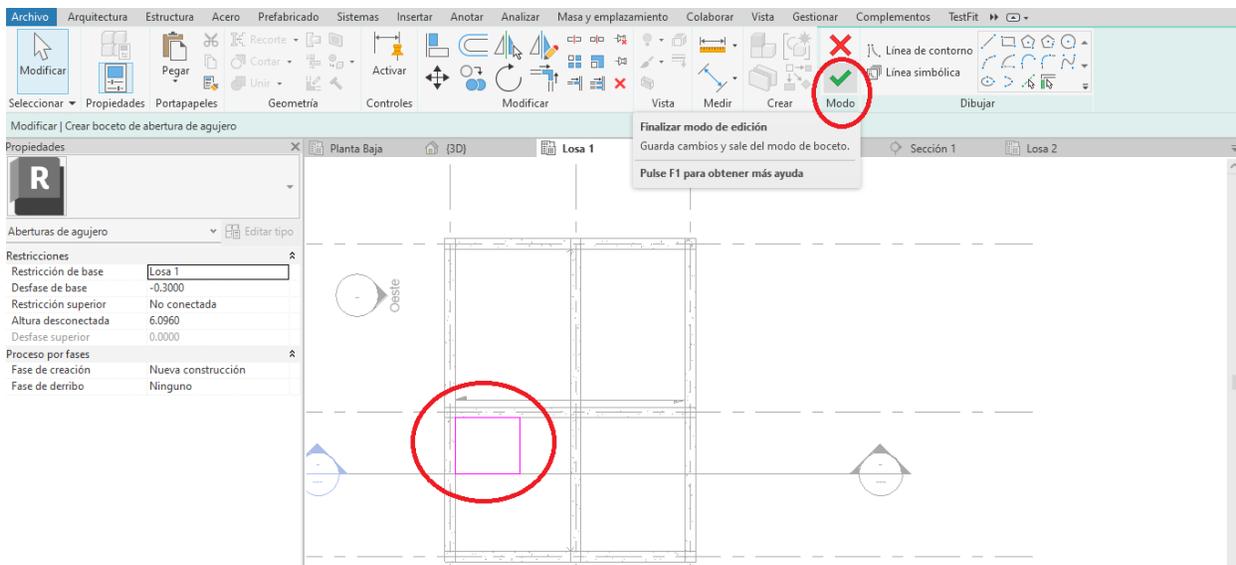


Ilustración 68: Trazo del agujero en la planta

En la ilustración 69 se presenta el agujero de la escalera creada en la planta de la losa 1

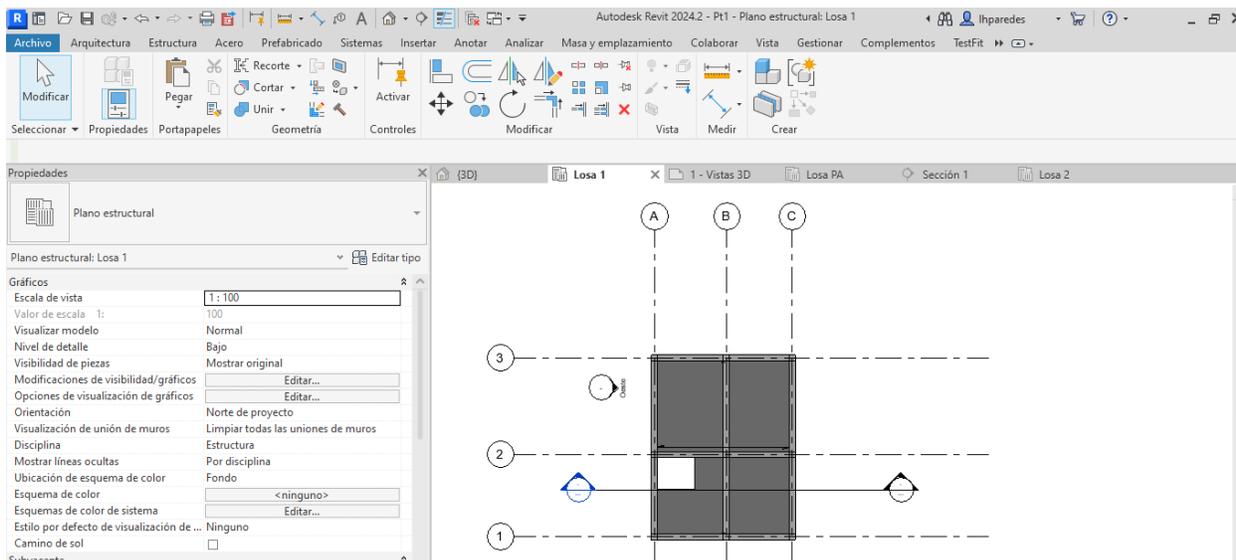


Ilustración 69: Agujero creado en la losa 1

En la pestaña de arquitectura se selecciona en circulación la opción de escalera y se activan diferentes tipos de escalera para crear como se muestran en la ilustración 70 y 71 respectivamente.

Seleccionando el tipo de escalera que se desea y se procede a colocar entre nivel de la planta baja de Losa 1.

Pestaña arquitectura----->Escalera-->Seleccionar el tipo de escalera que se desea crear

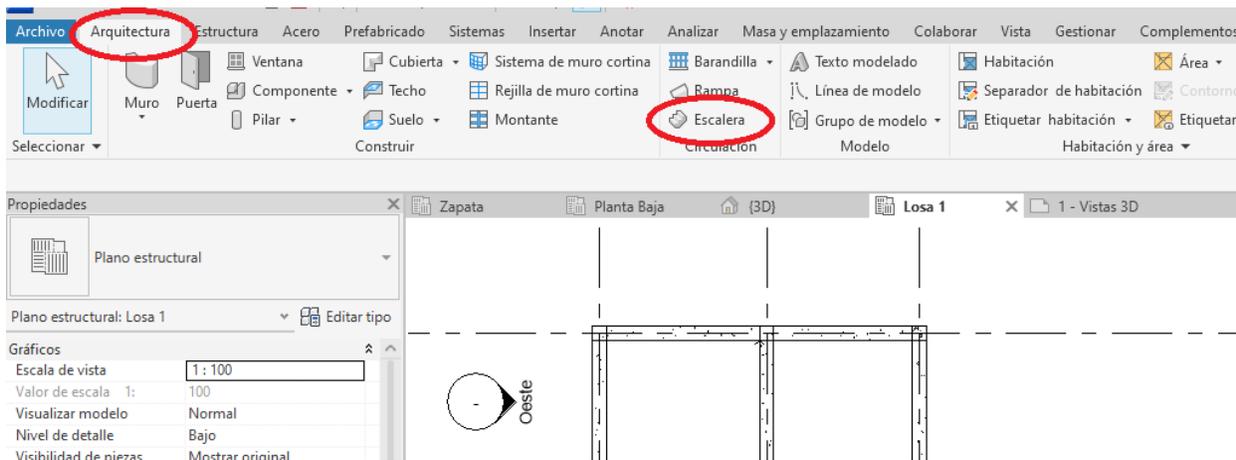


Ilustración 70: Selección de la opción para crear escalera

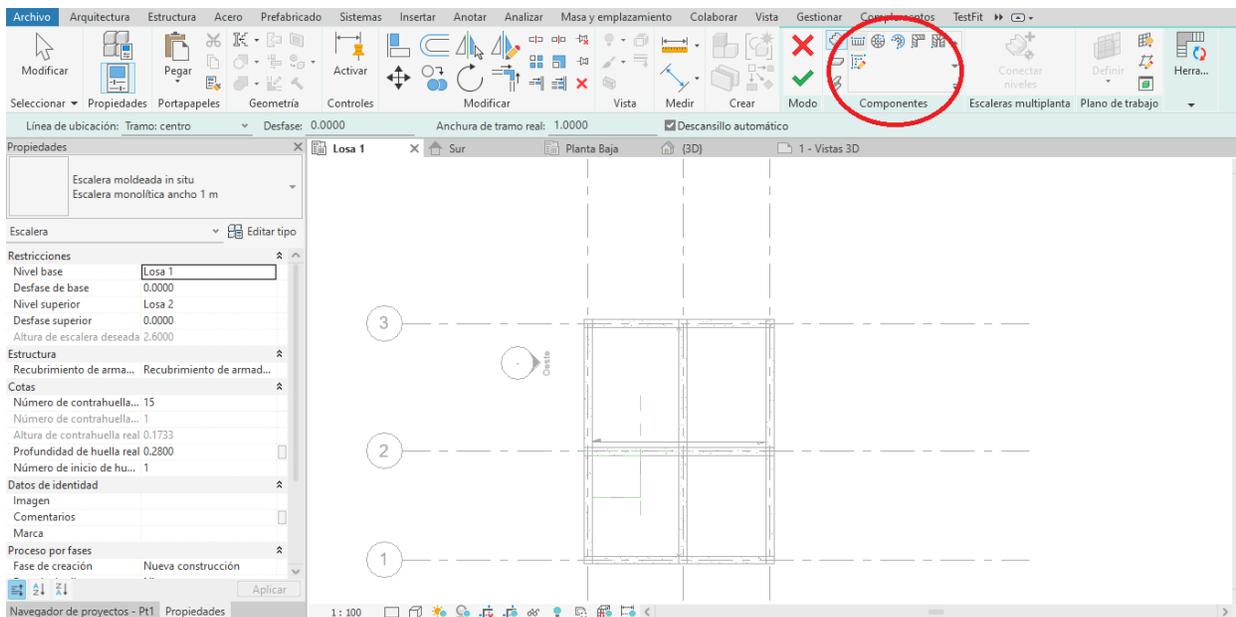


Ilustración 71: Selección del tipo de escalera

En la ventana de propiedades que se activa al seleccionar el modelo de escalera se puede elegir en diferentes tipos de materiales en este caso se selecciona la escalera monolítica de hormigón moldeado in situ como se indica en la ilustración 72.

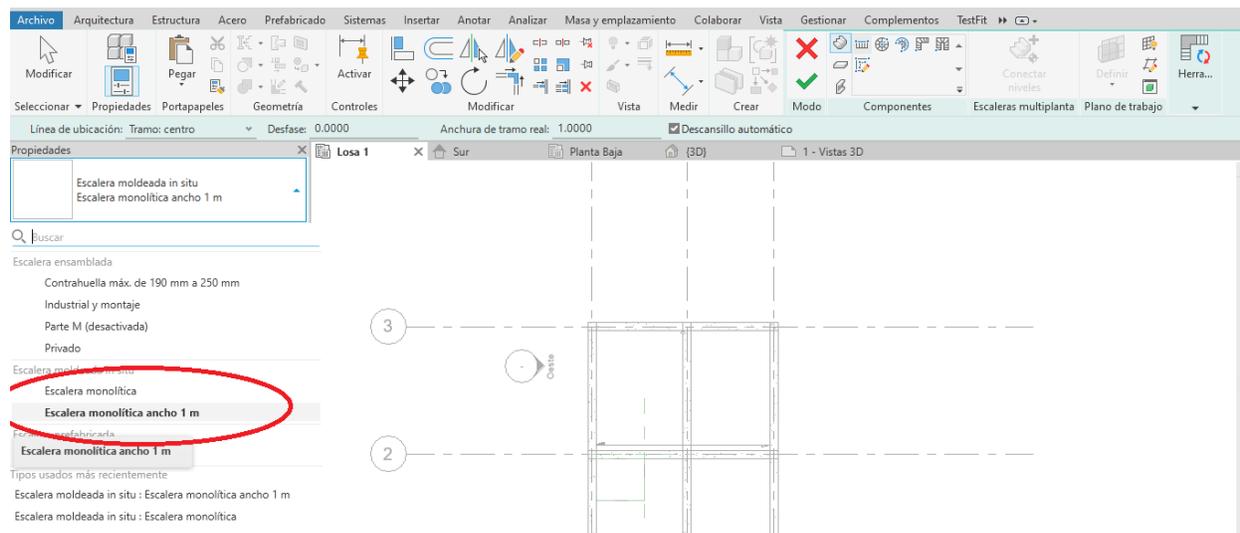


Ilustración 72: Selección de escalera moldeado in situ.

Una vez realizado lo anterior se procede a la colocación de escalera en el ducto respectivo como se indica en la ilustración 73.

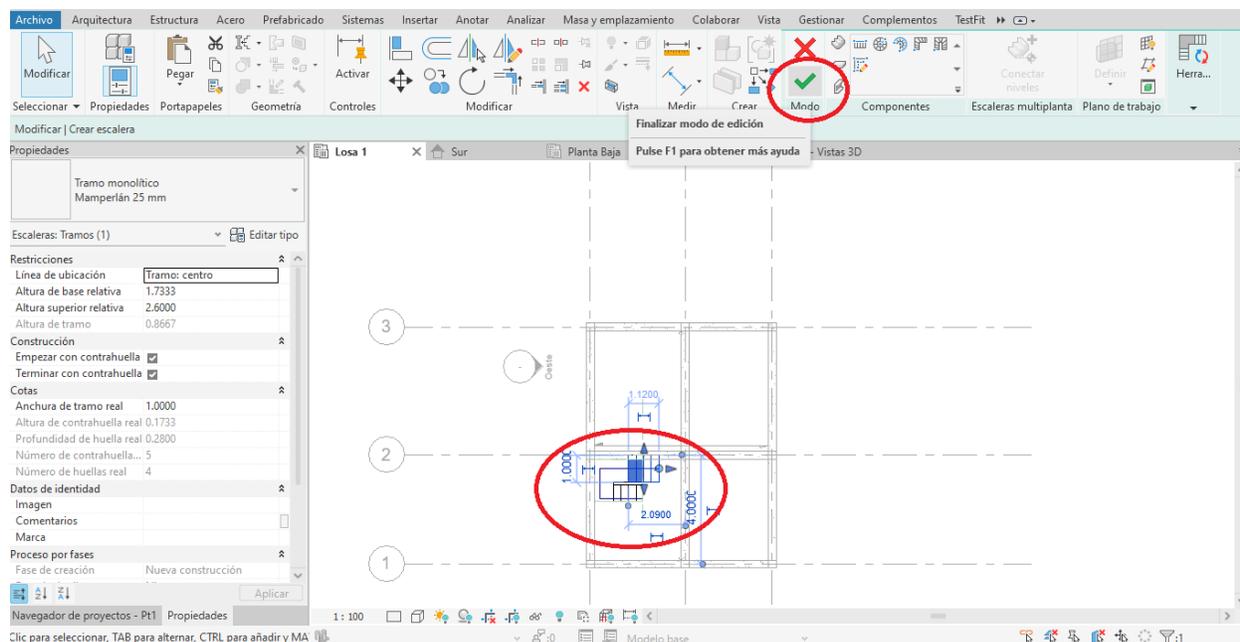


Ilustración 73: Colocación de escalera en ducto.

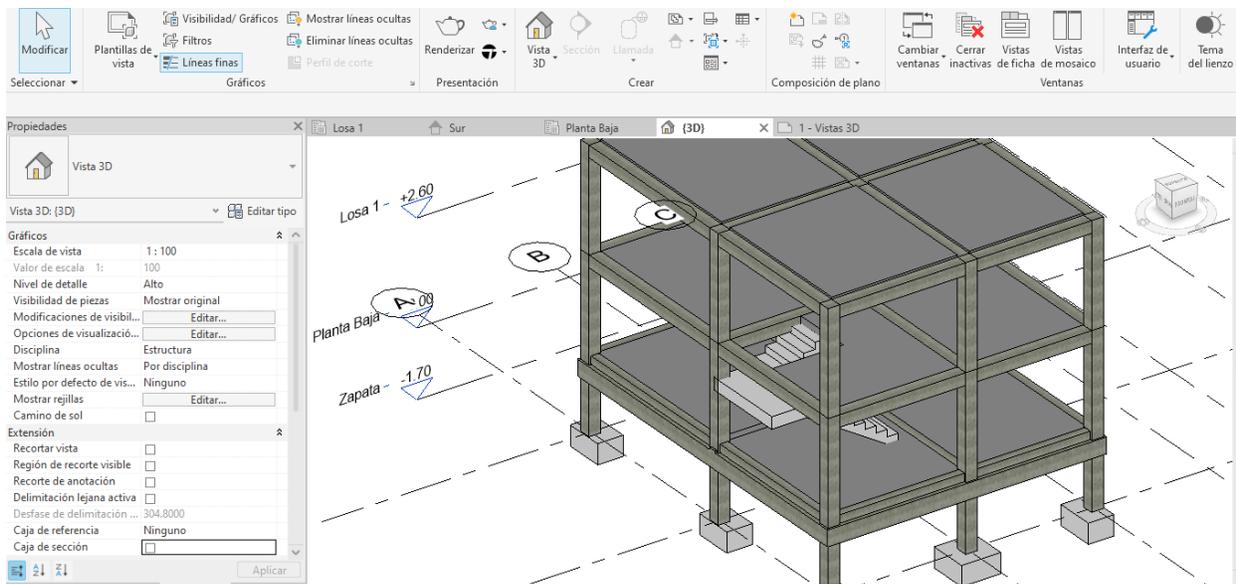


Ilustración 74: Vista en 3D colocación de la escalera en la estructura

Acero de refuerzo

Para colocar el acero de refuerzo es necesario realizar vista en corte de todos los elementos estructurales. Por ejemplo, para colocar el acero en las zapatas, primero se activa la vista en planta nivel de zapata en panel de navegación de proyecto como se indica en la ilustración 75.

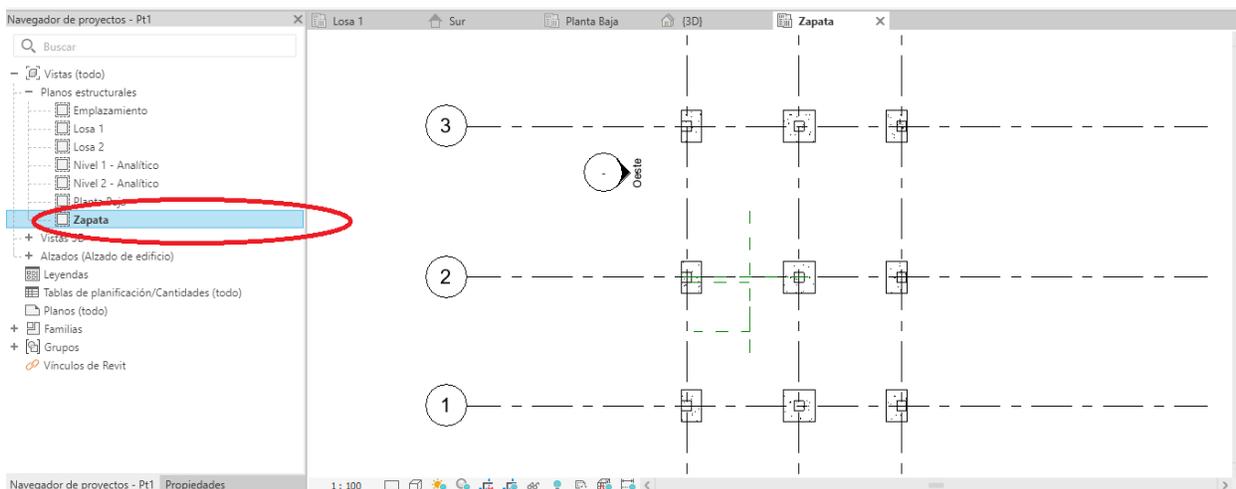


Ilustración 75: Vista en planta nivel de zapata

En la pestaña de vista se selecciona la opción de sección para realizar el corte transversal en las zapatas como se observa en la ilustración 76.

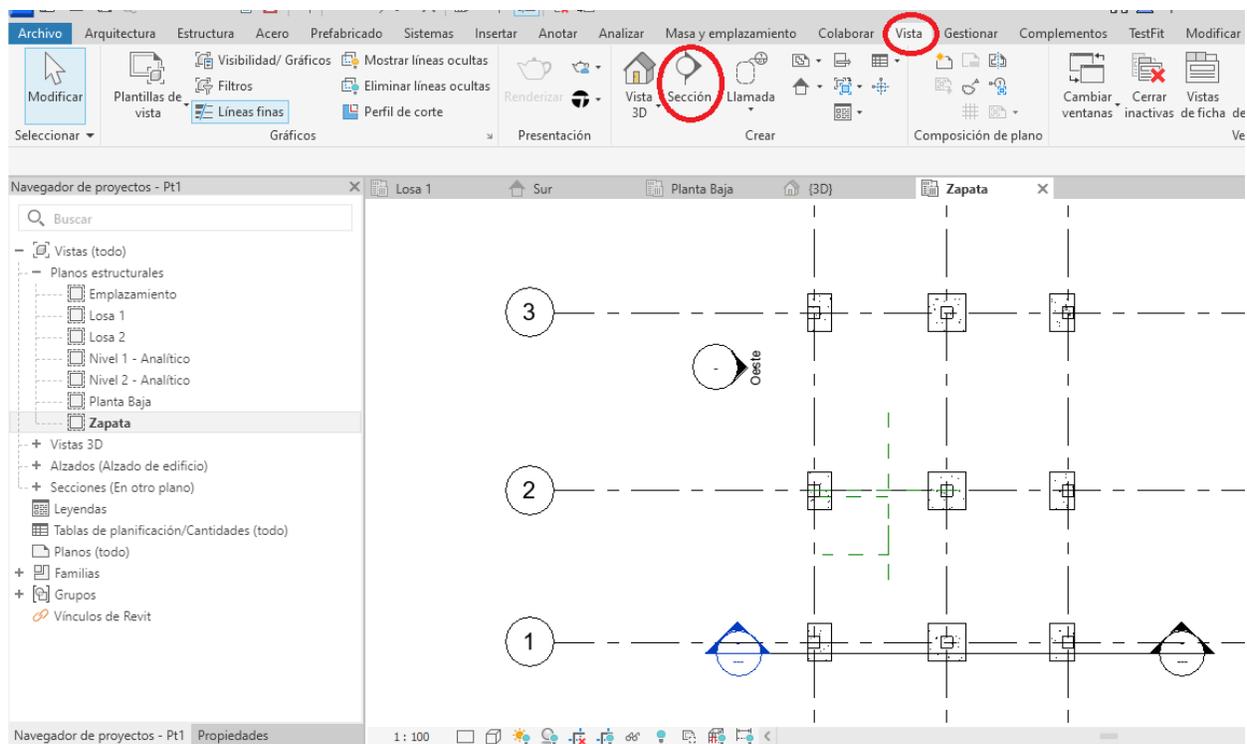


Ilustración 76: Corte de zapata

Con doble clic sobre la sección se habilita la vista de corte transversal como se aprecia en la ilustración 77.

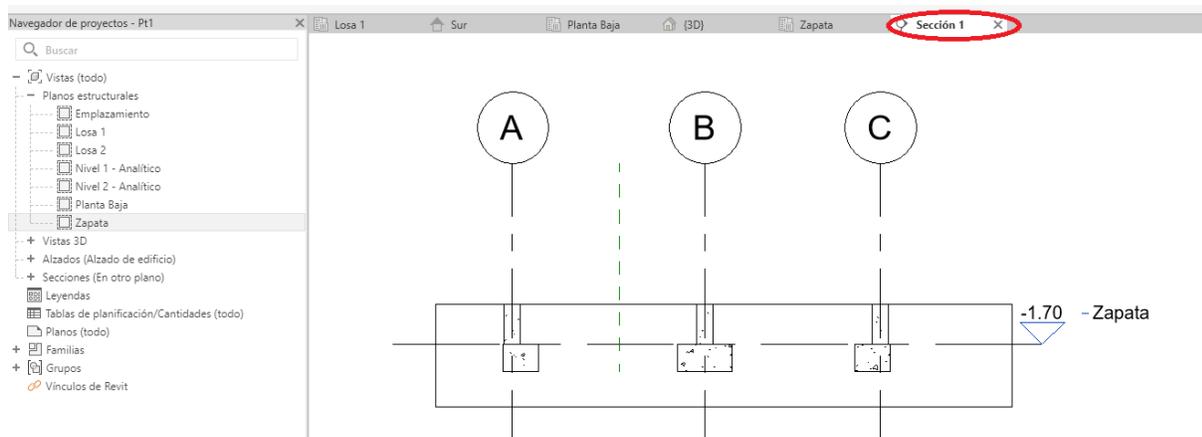


Ilustración 77: Vista corte transversal de zapata

Con la vista en corte se selecciona el transversal de la zapata y se activa la opción de armadura y a la vez al dar clic en la misma se habilita varias opciones uno de ellos el método para colorar el acero de refuerzo. Se selecciona el método por boceto como se indica en las ilustraciones 78 y 79 respectivamente. Para colocar como parrilla en los dos sentidos se debe hacer el corte de sección transversal en los dos sentidos desde la vista en planta.

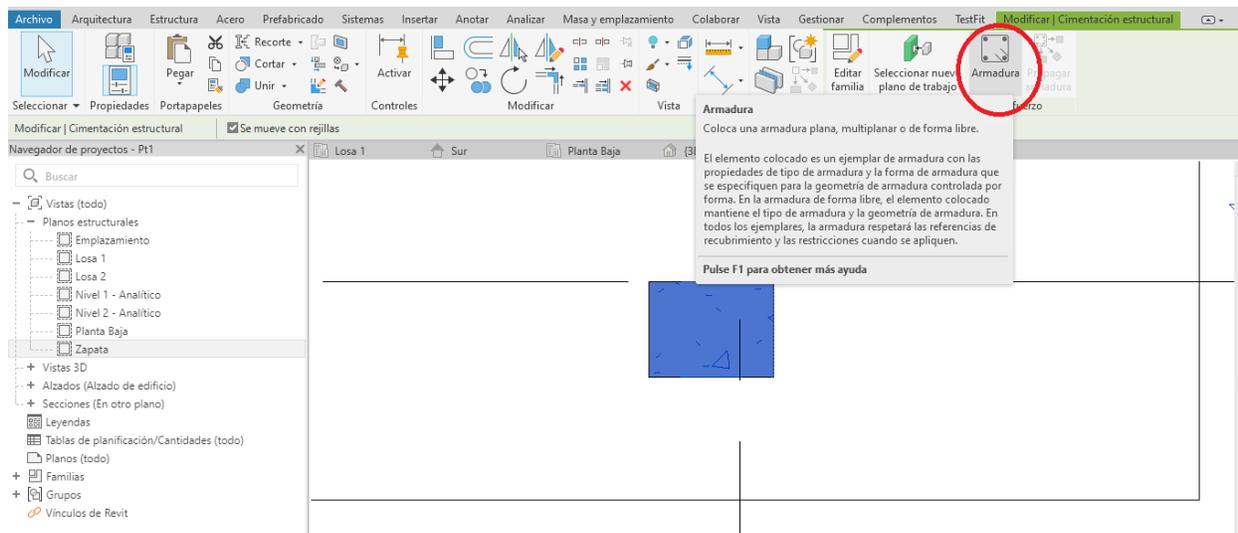


Ilustración 78: Activación de la herramienta para la armadura

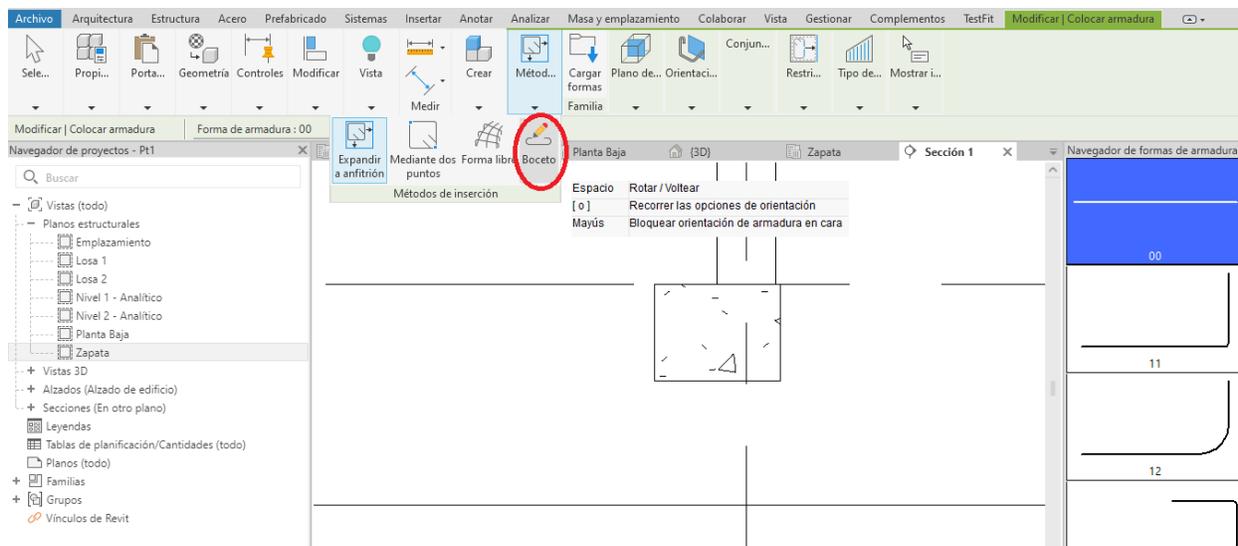


Ilustración 79: Selección de método para colocar el acero.

Mediante la herramienta de boceto por línea se dibuja el acero de refuerzo en la zapata con sus respectivos ganchos y con clic en finalizar se termina el dibujo como se indica en la ilustración 80.

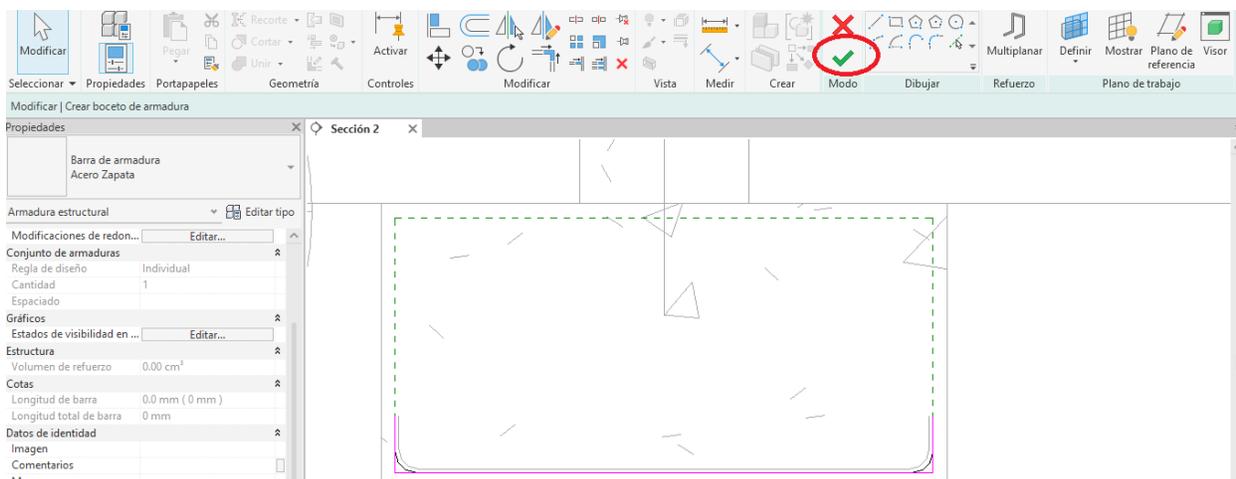


Ilustración 80: Acero de refuerzo en zapata

Una vez terminado de dibujar el acero de refuerzo se selecciona distribuye en toda el área de la zapata mediante el espaciado máximo con una separación de 15 cm.

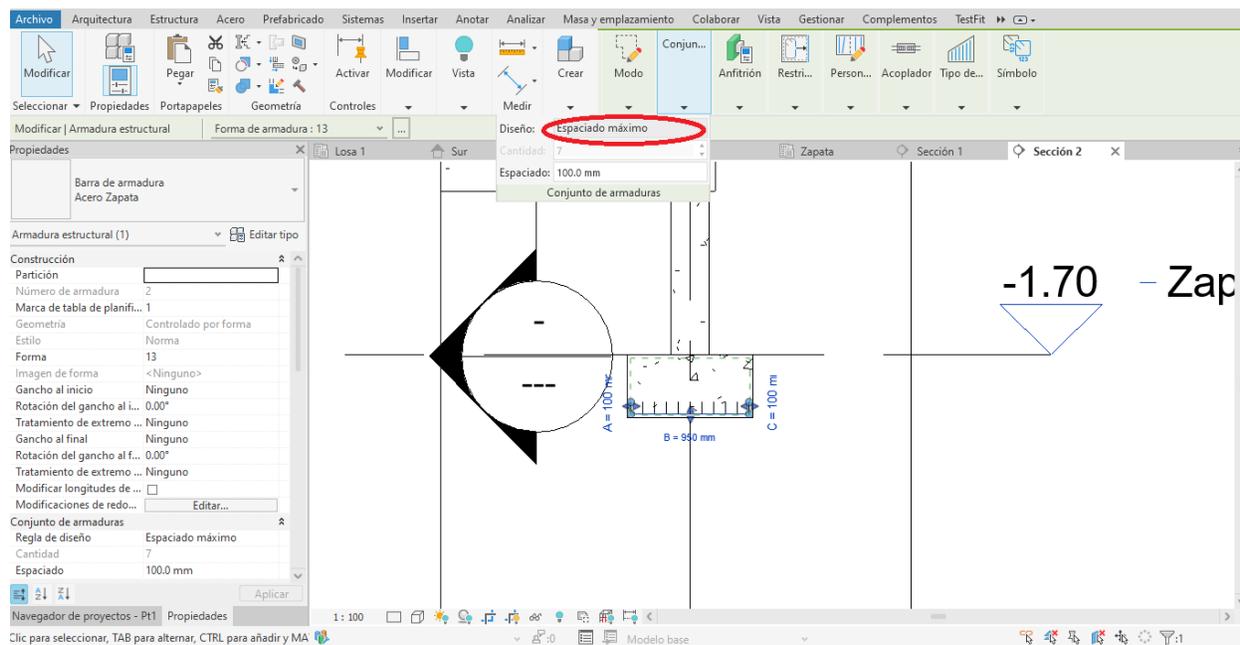


Ilustración 81: Distribución de acero de refuerzo.

Al colocar en los dos sentidos en toda el área de la zapata se producen una sobreposición como se observa en la ilustración 82. En la vida real eso no es posible ya que deben cruzarse uno encima de otro. Para resolver este inconveniente se utiliza la herramienta para alinear un elemento con respecto al otro como se indica en la ilustración 83.

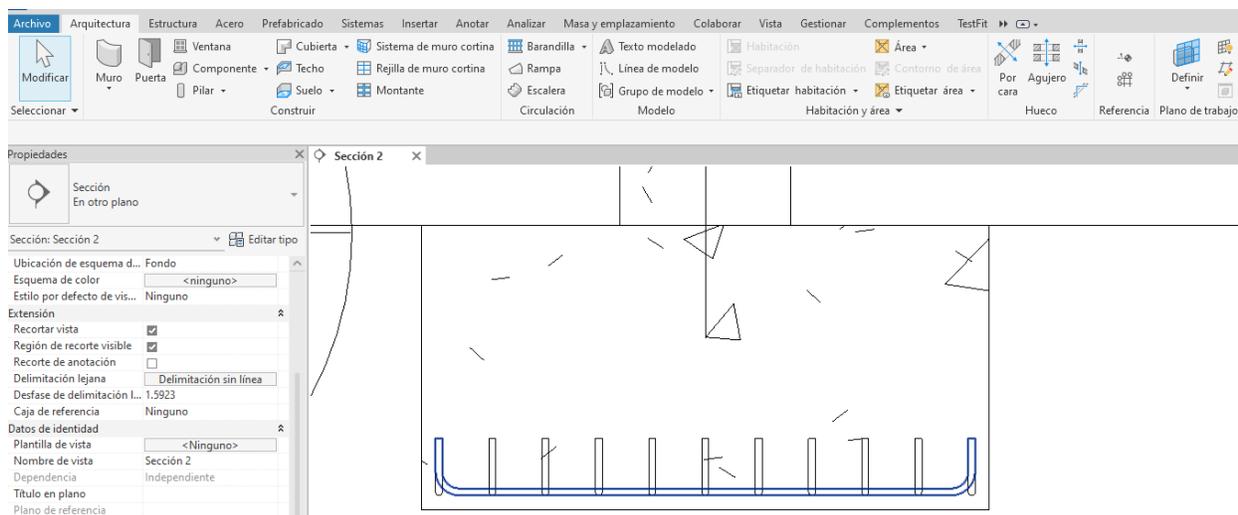


Ilustración 82: Sobreposición de acero de refuerzo

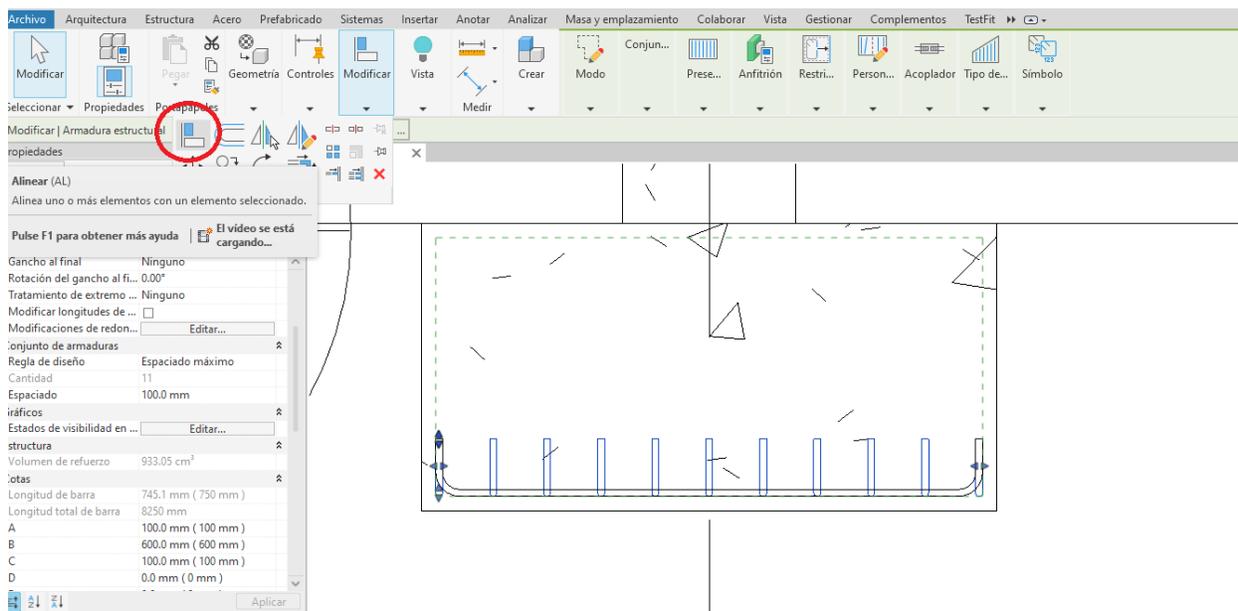


Ilustración 83: Uso de herramienta alinear

En la ilustración 84 se visualiza el acero de refuerzo alineado correctamente.

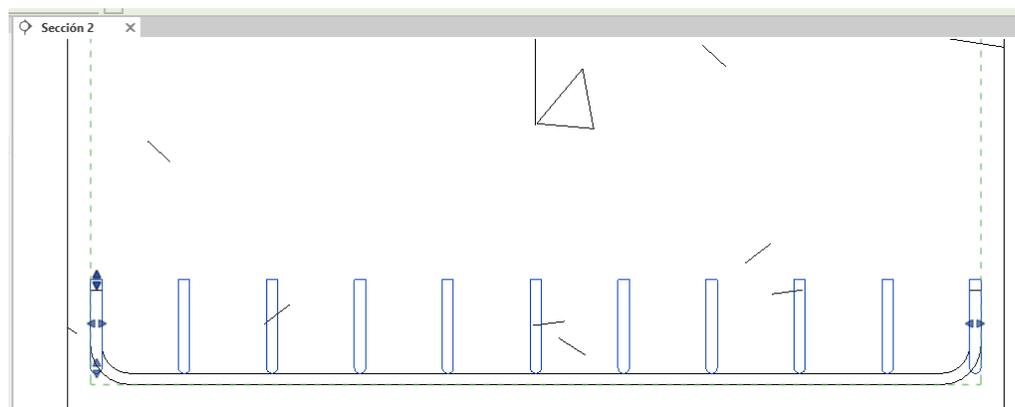


Ilustración 84: Acero de refuerzo alineados correctamente

Con el mismo método por boceto se coloca el acero de refuerzo longitudinales y los estribos en los elementos estructurales de columnas y vigas.

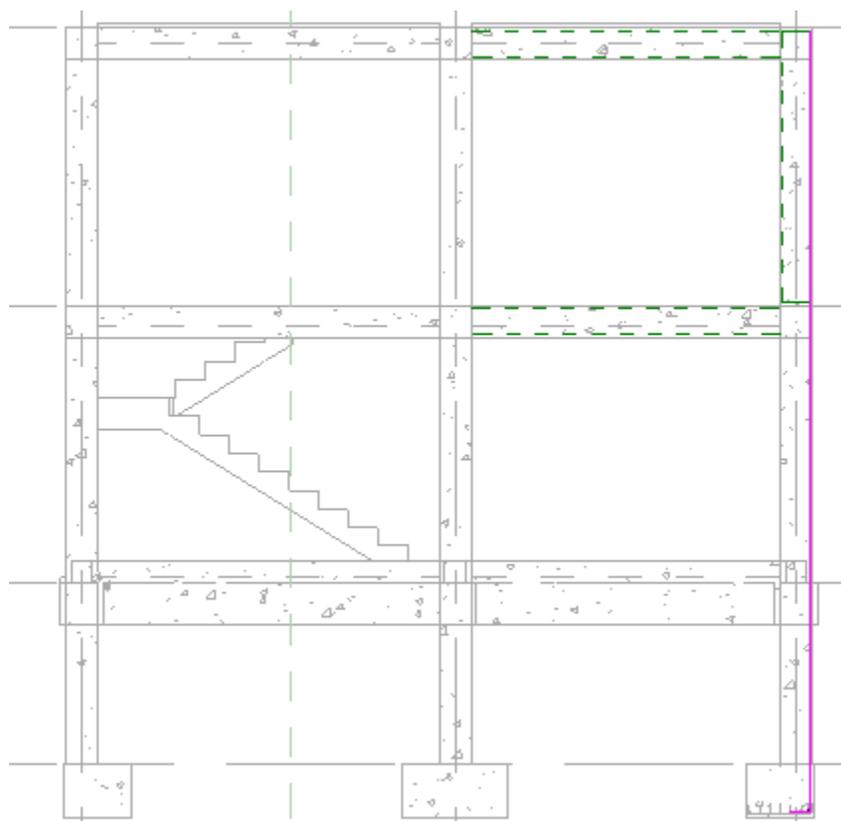


Ilustración 85: Acero de refuerzo en la columna con método por boceto.

Mediante el método de boceto se coloca el acero de refuerzo en todos los elementos estructurales ya que esta nos permite crear diferentes formas de acero de refuerzo como lo deseemos. En la ilustración 86 se presenta el acero de refuerzo en toda la estructura.

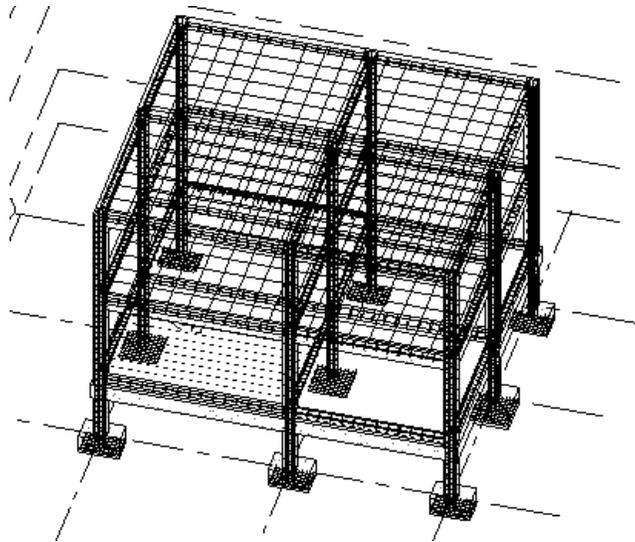


Ilustración 86: Acero de refuerzo en toda la estructura

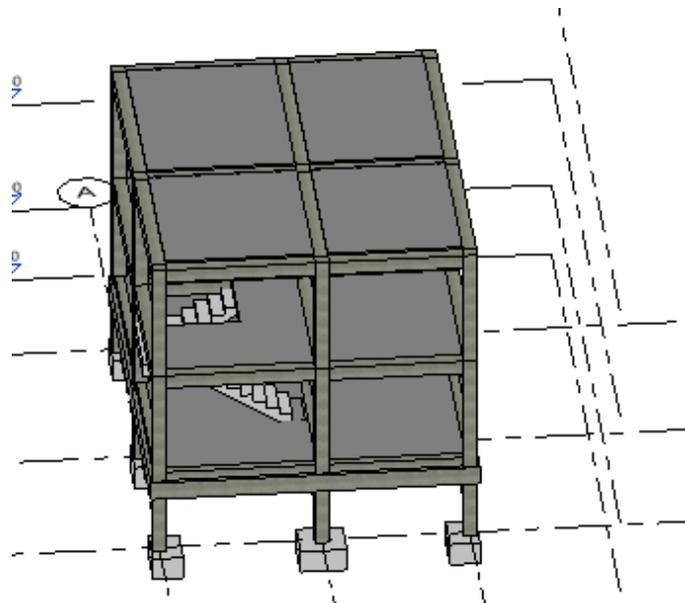


Ilustración 87: Estructura final

Conclusión

La metodología BIM en Revit permite realizar el modelado de los elementos estructurales basando en el proceso constructivo de la vida real de un proyecto de construcción mediante su capacidad de la representación tridimensional. Permitiendo acceder a la información más precisa y detallada de todos los elementos que involucran en la estructura. Así también podrán entre arquitectos e ingenieros compartir información actualizada en todo momento durante el desarrollo de un proyecto de construcción.

Es importante tener en cuenta que para modelar la losa aligerada es necesario la creación de una componente en una familia de plantillas. En donde se podrá especificar sus características y las dimensiones de los casetones o de algún material en su lugar. Así también al momento de colocar el acero de refuerzo es indispensable el uso de la herramienta alinear para hacerlo correctamente como lo es en la vida real. El modelo BIM es el futuro de la construcción por lo tanto como ingenieros civiles es necesario modelar los elementos estructurales en este programa, para así poder interactuar con diferentes integrantes del proyecto siendo más productivos y eficientes en los proyectos de construcción.

La metodología BIM (Building Information Modeling) esta revolucionado la industria de la construcción al superar las limitaciones que se producen con las metodologías convencionales. La capacidad de colaboración en tiempo real entre múltiples usuarios y proporciona una visión clara y precisa del proyecto, mejora la eficiencia, reduce costos y plazos, y garantiza una gestión integral en todas las etapas del ciclo del proyecto de la construcción.

Referencias:

- Chong, H.-Y., Lee, C.-Y., & Wang, X. (2017). A mixed review of the adoption of Building Information Modelling (BIM) for sustainability. *Journal of Cleaner Production*, *142*, 4114–4126.
- Coronado, F., Imán, J., Garragate, N., & Ramos Farroñán, E. (2020). METODOLOGÍA BIM EN EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN MODERNA CON MIRAS AL BICENTENARIO. *INGENIERÍA: Ciencia, Tecnología e Innovación*, *7*.
<https://doi.org/10.26495/icti.v7i1.1356>
- de Duren, N. R. L., Salazar, J. P., Duryea, S., Mastellaro, C., Freeman, L., Pedraza, L., Porcel, M. R., Sandoval, D., Aguerre, J. A., & Angius, C. (2021). *Cities as spaces for opportunities for all: Building public spaces for people with disabilities, children and elders*. <https://publications.iadb.org/en/cities-spaces-opportunities-all-building-public-spaces-people-disabilities-children-and-elders>
- Edwards, R. E., Lou, E., Bataw, A., Kamaruzzaman, S. N., & Johnson, C. (2019). Sustainability-led design: Feasibility of incorporating whole-life cycle energy assessment into BIM for refurbishment projects. *Journal of Building Engineering*, *24*, 100697.
- González, L. E. A., Pardo, F. R. O., Céspedes, E. R., Infante, N. H., García, E. S., & Vera, K. A. M. (2022). Aplicación del software Autodesk Revit como herramienta BIM en la gestión de proyectos. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, *7*(6), 130–144.
- González Marquez, R. J., Gámez, F., & Soler, M. (2014). INTRODUCCION A LA METODOLOGÍA BIM. *The Spanish Journal of BIM*, *14*, 48–54.

- Granja, N., Guerra, V., & Guerra, M. A. (2022). Give me a coffee break! Pilot study on improving exam performance and reducing student stress. *2022 ASEE Annual Conference & Exposition*.
- Guerra, V. (2024). Review: *The Routledge Handbook of Urban Studies in Latin America and the Caribbean: Cities, Urban Processes, and Policies*, by González-Pérez, Jesús M., Clara Irazábal, and Rubén C. Lois-González, eds. *Journal of Planning Education and Research*, 0739456X241252039. <https://doi.org/10.1177/0739456X241252039>
- Guerra, V., Stephenson, M., Poets, D., & Todd, M. F. (2024). The contributions of community-led newspapers to the resilience of Rio's Maré and Rocinha favelas during the COVID-19 pandemic. *Journal of Urban Affairs*, 1–17.
<https://doi.org/10.1080/07352166.2024.2357707>
- Inés M. Suárez Meléndez, Gutiérrez, L. V., & Fontes, C. J. L. (2019). Ventajas de la implementación de la metodología BIM utilizando Revit en el desarrollo de proyectos de edificaciones. *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, 12(10), Article 10.
- Kim, Y., Chaddock, C., & Guerra, V. (2023). Mapping Green Infrastructure for Storm Water Management: A Spatial Analysis in Northern Virginia, USA. *Environ Pollut Climate Change*, 7(358), 2.
- Sierra Aponte, L. X. (2016). *Gestión de proyectos de construcción con metodología BIM* "Building Information Modeling". <https://core.ac.uk/download/pdf/143452268.pdf>
- Smirnova, V., & Guerra, V. (2017). Placemaking Revisited. *Community Change*, 1(1), 68–72.
- Yigitcanlar, T., Butler, L., Windle, E., Desouza, K. C., Mehmood, R., & Corchado, J. M. (2020). Can Building "Artificially Intelligent Cities" Safeguard Humanity from Natural

Disasters, Pandemics, and Other Catastrophes? An Urban Scholar's Perspective. *Sensors*, 20(10), 2988.