

APLICACIÓN DE LAS TECNOLOGIAS BIM EN UN PROYECTO DE CONSTRUCCION EN EL PEÑOL

SEBASTIÁN ARIAS MARÍN



**UNIVERSIDAD EAFIT
INGENIERÍA CIVIL
MEDELLÍN
AÑO 2011**

APLICACIÓN DE LAS TECNOLOGIAS BIM EN UN PROYECTO DE CONSTRUCCION EN EL PEÑOL

SEBASTIÁN ARIAS MARÍN

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Civil

Luis Fernando Botero Botero

Arquitecto Constructor



**UNIVERSIDAD EAFIT
INGENIERÍA CIVIL
MEDELLÍN
AÑO 2011**

Nota de aceptación

Presidente del jurado

Jurado

Jurado

Medellín, 14 de octubre de 2011

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN.....	10
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	11
2. JUSTIFICACIÓN	13
3. OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	14
3.1.1 Objetivo General	14
3.1.2 Objetivos Específicos	14
4. MARCO DE REFERENCIA	15
4.1 Definiciones.....	15
4.1.1 Building Information Modeling (BIM).....	15
4.1.2 Visualización 4D.....	15
4.2 Ventajas en el uso del BIM.....	15
4.3 Estado del arte	17
5. APLICACIÓN DE LAS TECNOLOGIAS BIM: PROYECTO DE VIVIENDA MUNICIPIO DEL PEÑOL	21
5.1 Descripcion del proyecto	21
5.2 Recopilacion y organización de la información	21
5.3 Pasos realizados para la modelación virtual en REVIT ARCHITECTURE	23
5.3.1 Organización de la plantilla de trabajo	23
5.3.2 Vinculación de archivos DWG al proyecto	24
5.3.3 Creación de terreno a partir de puntos	26
5.3.4 Creación de plataforma de construcción.....	26
5.3.5 Modelamiento de elementos en las fundaciones y en la estructura del proyecto 27	
5.3.6 Modelamiento de elementos arquitectónicos.....	32

5.3.7	Modelizado del proyecto de vivienda	35
5.4	Modelamiento CAD 4D del proyecto de construcción	36
5.4.1	Exportación del modelo de REVIT ARCHITECTURE a NAVISWORKS MANAGE.....	37
5.4.2	Vinculación de archivo de Project en NAVISWORKS MANAGE.....	39
5.4.3	Integración de la programación con los elementos CAD	41
5.4.4	Simulación CAD 4D.....	43
5.5	Cantidades de obra y costos en el software REVIT ARCHITECTURE	49
5.5.1	Creación de tablas de planificación	49
5.5.2	Formato y agrupación de tablas de planificación	52
5.5.3	Adicionar costos a las cantidades de obra.....	54
5.5.4	Exportación de tablas de planificación.....	56
6.	CONCLUSIONES.....	74
	BIBLIOGRAFÍA.....	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Plano con variada información del diseño estructural	22
Figura 2. Plano arquitectónico de planta separado	23
Figura 3. Organización de carpetas por categorías.....	23
Figura 4. Organización de archivos dwg dentro de una carpeta	23
Figura 5. Unidades de medida en sistema métrico	24
Figura 6. Adecuación de niveles y vistas.....	24
Figura 7. Vinculación de planos al software revit architecture	25
Figura 9. Incorporación de la plataforma de construcción al terreno del proyecto.....	27
Figura 10. Cuadro de propiedades de tipo en elemento de fundaciones	28
Figura 11. Ubicación de pilas con la ayuda del plano de fundaciones.....	28
Figura 12. Creación de losa aligerada (vigas y recubrimiento) con la ayuda del plano de fundaciones	29
Figura 13. Vista 3d de las fundaciones del proyecto	29
Figura 14. Vista 3d de la estructura completa del proyecto	30
Figura 15. Forma de cúpula con la ayuda de masas conceptuales	31
Figura 16. Forma de cúpula real con la ayuda de formaletería en madera	31
Figura 17. Edición de acabado en la familia muros paso 1	32
Figura 18. Edición de acabado en la familia muros paso 2.....	32
Figura 19. Edición de acabado en la familia muros paso 3.....	33
Figura 20. Creación de ventanas en muros.....	33
Figura 21. Creación de ventanas en muros.....	34
Figura 22. Botón componente para agregar elementos	34
Figura 23. Ubicación de componentes (mesón) en una planta	35
Figura 24. Render vista frontal del proyecto.....	35
Figura 25. Render vista frontal izquierda del proyecto	36
Figura 26. Render vista lateral derecha del proyecto	36
Figura 27. Programación del proyecto de vivienda en microsoft project.....	37
Figura 28. Vista de la pestaña complemento en revit architecture.....	38
Figura 29. Opción para la exportación a navisworks.....	38
Figura 30. Guardado del modelo en extensión navisworks.....	39
Figura 31. Modelo 3d en navisworks manage	39
Figura 32. Vinculación de programación de obra	40
Figura 33. Creación de tareas a partir del vínculo.....	40
Figura 34. Tareas creadas desde el archivo microsoft project.....	41

Figura 35. Vista de árbol de selección.....	41
Figura 36. Selección de elementos cad.....	42
Figura 37. Enlace de selección de elementos cad con tareas	42
Figura 38. Selección de tipo de tarea navisworks manage	43
Figura 39. Pestaña Simular En Time Liner	43
Figura 40. Opciones De Configuración Para La Simulación	44
Figura 41. Simulación De La Vivienda En La Etapa De Fundaciones –Pilas	45
Figura 42. Simulación De La Vivienda En La Etapa De Fundaciones -Losa	46
Figura 43. Simulación De La Vivienda En La Etapa De Estructura.....	46
Figura 44. Simulación De La Vivienda En La Etapa De Estructura -Cubierta.....	47
Figura 45. Simulación De La Vivienda En La Etapa De Acabados	47
Figura 46. Simulación De La Vivienda En La Etapa De Acabados 1º Piso Inferior	48
Figura 47. Simulación De La Vivienda En La Etapa De Acabados 1º Piso + 0.5 M	48
Figura 48. Simulación Finalizada De La Vivienda	49
Figura 49. Selección De Tabla De Planificación.....	50
Figura 50. Selección De Categoría En La Tabla De Planificación	50
Figura 51. Selección De Campos En La Tabla De Planificación.....	51
Figura 52. Tabla De Planificación	52
Figura 53. Agrupación Y Clasificación De Tabla De Planificación	52
Figura 54. Formato De Campos En Tabla De Planificación	53
Figura 55. Tabla De Planificación Posterior A La Agrupación Y Al Formato De Campos	54
Figura 56. Creación Del Nuevo Campo Volumen.....	55
Figura 57. Creación Del Campo Costo Con Formula	55
Figura 58. Tabla De Planificación Con Los Costos Asociados	56
Figura 59. Exportación De Tabla De Planificación	57
Figura 60. Opciones Por Defecto En La Exportación De Tabla De Planificación	57
Figura 61. Opciones Por Defecto En La Exportación De Tabla De Planificación	58

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Cantidades pilas y columna.....	58
Tabla 2. Cantidad concreto fundaciones.....	60
Tabla 3. Cantidades de suelo por montaje.....	61
Tabla 4. Cantidades de cubierta por montaje.....	62
Tabla 5. Cantidades de techos por tipo.....	62
Tabla 6. Cantidades de muro por montaje.....	63
Tabla 7. Cantidades de ventanas.....	67
Tabla 8. Cantidades de enchapes de ducha.....	67
Tabla 9. Cantidades de instalaciones de fontanería.....	68
Tabla 10. Cantidades de Puertas.....	68
Tabla 11. Cantidades de muebles de obra.....	68
Tabla 12. Cantidades de vigas estructurales y apuntalamientos.....	69

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1. MEMORIAS DIGITALES.....	77
----------------------------------	----

INTRODUCCIÓN

El avance de tecnologías que se vive actualmente trae consigo muchas ventajas que permiten mejorar la productividad de diferentes sectores de la economía, donde la construcción gracias al Building Information Modeling BIM o Modelamiento Virtual de Edificaciones logra integrar la información de manera efectiva y así emplearla para el rápido alcance de las metas propuestas en las diferentes etapas del proyecto. Lastimosamente el sector de la construcción en Colombia se encuentra esquivo a la aplicación de estas tecnologías debido al desconocimiento y a la manera tradicional de ejercer la actividad.

El presente trabajo de grado pretende emplear las tecnologías BIM en un proyecto de vivienda localizado en el municipio del Peñol – Antioquia, en esta aplicación está concebido el modelamiento 3D y la visualización 4D y la estimación de cantidades de obra con su costo correspondiente, con la finalidad de mostrarle a los actores relacionados al sector de la construcción la facilidad en la implementación de estas herramientas y las ventajas que puede traer su uso. Para estos desarrollos se utilizó los programas de REVIT ARCHITECTURE Y NAVISWORKS MANAGE de la empresa Autodesk.

1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad, la industria de la construcción colombiana presenta una etapa crítica en todo proyecto y es la llamada etapa de diseño, etapa en la cual se cometen la mayor cantidad de errores por falta de información, detalles y ayudas que brinden una mayor claridad y facilidad al constructor al momento de comenzar a desarrollar determinado proyecto. En comparación con países más desarrollados tecnológicamente, Colombia se encuentra en gran desventaja, debido a que todavía somos reacios al uso de tecnologías de información, que facilitarían no solo las etapas de diseño, sino el desarrollo en general de cualquier proyecto de construcción. El ingreso de multinacionales y el intercambio de información entre empresas constructoras, esta permitiendo ver en estas tecnologías, una gran ayuda a su actividad, debido al incremento que podríamos tener en rendimientos, ahorros, claridad al momento de la ejecución, disminuir el factor error y así llegar a ser más competitivos.

Es así como las nuevas tecnologías de información, juegan un papel importante en la construcción, para este caso BIM (Building Information Modeling), que puede ser denominado como modelo integrado de información para la construcción, lo que hace es integrar toda la información necesaria para llevar a cabo un proyecto de construcción en sus fases iniciales, de modo que esta información esté disponible por otras aplicaciones que resuelven otras fases del proyecto de construcción. Es decir permite conocer el proyecto en detalle antes de ser edificado lo que hace un tiempo éra impensable. Esto facilitaría las cosas no sólo para el constructor sino para el cliente y para los diferentes consultores, debido a que se podría interactuar en el software antes de iniciar el proyecto, permitiendo cambios que se podrían visualizar inmediatamente y a su vez se obtendría ahorros en tiempo y dinero por la facilidad de coordinación entre las especialidades.

Con las tecnologías BIM se tendría la posibilidad de coordinar, modelar, simular y optimizar en un modelo 3D de ingeniería el ciclo de vida completo del proyecto, desde la arquitectura, la ingeniería, construcción y la futura operación y sostenimiento. BIM es una base de información del diseño y proceso de construcción que posibilita, además de la construcción tridimensional, asociar al modelo 3D información precisa de cada uno de los

elementos y componentes que conforman el proyecto, como superficie, volumen, propiedades, descripciones, precios, cantidades, programación, información sobre especificaciones de productos y mucho más. Aumentando así comprensión de los proyectos y comunicación entre las partes

2. JUSTIFICACIÓN

En la industria de la construcción, el mayor problema es la falta de claridad y la poca coordinación de la información. Debido al tiempo y los costos, cada vez se les exige más a los desarrolladores de proyectos, como arquitectos, ingenieros, contratistas y encargados quienes deben realizar los trabajos a una velocidad que impide un adecuado control de calidad y coordinación, empleándose en ellos tecnología sencilla y faltos de herramientas que al final conllevan a errores. “La solución BIM viene a cubrir una brecha que facilitaría que las ejecuciones de proyectos en la etapa de obras no tengan las desviaciones de costos y plazos que hoy en día se producen por tal origen”, (Axel Krüger)

En países como Estados Unidos, el uso de tecnologías BIM aplicados a la ejecución de proyectos han demostrado una disminución del costo final de construcción estimado entre un 3% y hasta un 9% del presupuesto inicial, y es por esto que en estos momentos más del 50% de los clientes exigen tecnologías BIM para el desarrollo de sus proyectos.

Para este caso en particular la intención es utilizar estas tecnologías, debido a los nuevos retos que exige el trabajo como constructor independiente, en el desarrollo de proyectos específicamente de vivienda familiar. Además, el manejo de estas permitirá un mejor control, una ejecución de proyectos más exacta, una visión integral de los proyectos y un flujo constante de información digital que beneficiara a los clientes y consultores.

3. OBJETIVOS DEL PROYECTO

3.1.1 Objetivo General

Aplicar las tecnologías BIM mediante el uso de los software Autodesk Revit y Naviswork Management, generando un modelo virtual de trabajo, previo a la construcción de una casa de campo en el municipio del Penol

3.1.2 Objetivos Específicos

- Capacitarse en las tecnologías BIM mediante el uso del software Autodesk Revit aplicado a un proyecto de construcción.
- Generar un modelo virtual en 3D con información, en un proyecto de construcción utilizando tecnologías BIM.
- Determinar costos de obra directos con información del modelo virtual.
- Modelar virtualmente la construcción de la obra, interconectando la programación de obra con el modelo virtual

4. MARCO DE REFERENCIA

4.1 Definiciones

4.1.1 Building Information Modeling (BIM)

“Es un método innovador que sirve de puente de comunicación entre los sectores de la arquitectura, ingeniería y la construcción. Las soluciones del BIM proporcionan herramientas a los equipos para mantener la información coordinada, actualizada y accesible en un entorno integrado”. (AUTODESK, 2011)

“Es la construcción virtual de una instalación o una estructura que contiene objetos inteligentes en un simple archivo que permite, cuando la información es compartida por los miembros del grupo de trabajo del proyecto, incrementar la comunicación y la colaboración” (Hardin, 2009)

4.1.2 Visualización 4D

La visualización 4D es una representación grafica en el tiempo por medio de una herramienta computacional que integra el paquete de información del modelo 3D de un proyecto con su programación de obra, los cuales son desarrollados por diferentes profesionales.

4.2 Ventajas en el uso del BIM

Las ventajas que trae el uso del Building Information Modeling se dan en las diferentes etapas del proyecto. Eastman et al, (2008) en su libro “BIM Handbook: A guide to BIM for owners, managers, designers, engineers, and contractors” presenta múltiples beneficios en las fases de pre-construcción, diseño, construcción y post-construcción. Algunos beneficios presentados en este libro para cada etapa son presentados a continuación:

- Beneficios en la etapa de pre-construcción:

Permite a los dueños del proyecto conocer de manera anticipada si el proyecto se encuentra dentro de los requerimientos de costo y tiempo presupuestado antes de

comenzar el trabajo del grupo de profesionales asociados al proyecto. Esto les permite controlar mejor las variables del proyecto y los requerimientos financieros.

El desarrollo esquemático del proyecto antes del diseño detallado provee una evaluación cuidadosa para determinar si el proyecto reúne los requerimientos funcionales y sostenibles.

- Beneficios en la etapa de diseño:

El modelo 3D generado es diseñado directamente en vez de estar creando múltiples vistas o planos 2D, lo que permite visualizar el diseño en cualquier etapa del proceso.

Las tecnologías BIM facilita el trabajo simultáneo entre las disciplinas que componen los diseños. Ganando tiempo que puede ser usado para mejorar los diseños.

Se puede estimar las cantidades y con ello la estimación de costos de manera rápida y paralela con el diseño.

El modelo puede ser usado para evaluar el uso de la energía y mejorar su eficiencia dentro de esta misma etapa, lo cual no es posible usando herramientas tradicionales 2D o 3D.

- Beneficios en la etapa de construcción:

La modelación CAD 4D que requiere ligar los objetos 3D y el plan de construcción hace posible simular los procesos de la construcción y ver como luce la edificación en cualquier momento. Lo que ayuda a detectar errores de programación y oportunidades de mejorar los conflictos de espacio, problemas de seguridad industrial, ubicación de personal y equipo.

Permite una mejor coordinación entre los diseñadores y contratistas.

El nivel de detalle sobre las cantidades de obra permite un mejor manejo y control sobre los materiales tanto para su disposición como para el manejo con los subcontratistas.

- Beneficios en la etapa de post-construcción:

El modelo virtual provee una gran fuente de información (gráfica y de especificaciones) para todos los sistemas usados en la edificación. Esta información puede ser usada para chequear el funcionamiento de todos los sistemas en la etapa de post-construcción. Por lo tanto, el mantenimiento se hace mucho más fácil.

4.3 Estado del arte

CIFE (Center for Integrated Facility Engineering)

Desde el año 1994 el centro de instalaciones integradas de ingeniería de la universidad de Stanford, mejor conocido como CIFE se ha liderado proyectos de investigación CAD 4D y BIM. El primer proyecto realizado, involucró el desarrollo de un modelo 4D que comunicara el proceso constructivo de un proyecto de construcción de cuatro años de una instalación hospitalaria. Las investigaciones relacionadas con la modelación 4D y el modelado BIM han traído múltiples beneficios lo que le ha permitido continuar desarrollando y ensayando nuevas maneras de modelar, visualizar, analizar y evaluar el comportamiento multidisciplinario del diseño de proyectos de construcción, lo cual ha convertido a su centro de investigación en un líder mundial de proyectos de modelación 4D y realidad virtual en la industria de la construcción. (CIFE, 2011)

Administración de la construcción de un puente con BIM

El puente en cuestión se encuentra localizado en la bahía San Francisco – Oakland, tuvo un costo estimado de US\$ 6.3 billones y un gran nivel de dificultad desde el punto de vista técnico.

Dado el éxito de los renders realizados previamente se decidió continuar con esa información que estaba realizada en tecnologías BIM para el proceso de construcción.

Los logros alcanzados con el uso de las tecnologías BIM fueron:

- Mejoramiento de la información acerca de los procesos de construcción planeados a los grupos de diseñadores y constructores.
- Permitió el trabajo colaborativo entre las diferentes disciplinas ingenieriles al encontrar conflictos y al darle solución de manera compartida gracias a los software que disponían.
- Se pudo exportar el diseño a Google Earth con la finalidad de que todas las personas interesadas en el desarrollo del proyecto pudieran ver su aspecto definitivo previo a su construcción y sobrevolarlo en cualquier momento y en cualquier lugar.
- Se implementó un variado uso de tecnologías BIM que fueron compatibles entre si y que tuvieron diferentes aplicaciones tanto técnicas como comerciales.

Sede corporativa del grupo Süddeutscher Verlag (medios de comunicación) – Alemania

El nuevo enfoque de simulación 4D ha sido probado en Munich, Alemania en la sede corporativa del grupo de medios de comunicación "Süddeutscher Verlag". El proyecto de oficinas tiene 28 pisos y una altura total de aproximadamente 100 metros y una superficie total de 78.400 m². El período presupuestado de construcción fue de 36 meses. (Tulke & Hanff, 2007)

El modelo CAD contuvo cerca 40.000 objetos y la programación de tareas de construcción incluye 800 tareas, 600 de los cuales se visualizaron en la simulación 4D. La lista de cantidades contuvo 70.000 items.

Para el ligado de actividades con la programación se invirtió un periodo de cuatro días laborales y la exportación de las cantidades a la base de datos cerca de medio día.

Como resultado se encontró un mayor grado de certeza de las cantidades de obra con respecto a las realizadas manualmente.

Una vez que la programación estuvo bien conectada al modelo 3D, la simulación permitió un mejor manejo en:

- La planificación de recursos (materiales, mano de obra, equipos, dis-puesta)
- La planificación de material de obra (área de almacenamiento, área de producción, área de grúas, logística)
- La comparación entre "tal cual" y "tal y como previsto"
- El calendario de pagos y el apoyo de facturación
- La simulación de las áreas de seguridad durante la construcción
- La simulación de vías de evacuación durante la fase de construcción

Empresa de software VICO Inc

Vico Software, Inc. es una empresa que ofrece software y servicios para la industria de la construcción. Esta empresa fue pionera en el uso y creación de software bajo la categoría BIM para la construcción. Vico fue establecida en el año 2007 y tiene su sede en Boulder, Colorado, EE.UU., con oficinas adicionales en los Estados Unidos, Reino Unido, Finlandia y Hungría. (VICO, 2011)

Los beneficios de las soluciones y los servicios han sido probados en cientos de proyectos de construcción hasta la fecha, donde se destacan los siguientes softwares que trabajan mediante tecnologías BIM:

- 5D BIM Workflow
- Vico Office LBS Manager
- Vico Office Schedule Planner
- Vico Office Production Controller

- Vico Office 4D Manager
- Vico Office Cost Planner
- Vico Control 2009

Se puede ver entre ellos el uso de la modelación 4D y 5D, donde la quinta dimensión son los costos.

5. APLICACIÓN DE LAS TECNOLOGIAS BIM: PROYECTO DE VIVIENDA MUNICIPIO DEL PEÑOL

5.1 DESCRIPCION DEL PROYECTO

El proyecto de construcción se encuentra localizado en el municipio del penol, vereda el Morro del departamento de Antioquia – Colombia.

El proyecto de estudio es la construcción de una vivienda de recreo de 670 m² compuesto por dos niveles, construidos en un lote de 6700 m². Su sistema constructivo es aporticado con fundaciones en pilas, vigas de fundación y losa aligerada. Su cubierta está compuesta por losas y cúpulas en concreto a la vista.

El proyecto contiene acabados como: pisos en porcelanato; paredes en mampostería tradicional con su correspondiente revoque¹ y pintura; cielos en Drywall; ventaneria en cristal y marcos en madera; puertas en madera; enchapes en baños; cocina en granito y muebles en madera; instalaciones sanitarias y eléctricas.

5.2 RECOPIACION Y ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACIÓN

El diseño del proyecto actual fue realizado por los arquitectos e ingenieros en los programas tradicionales de dibujo como lo es Autocad de la empresa Autodesk, para su conversión a los programas paramétricos como lo es el caso REVIT ARCHITECTURE, programa con el que se desarrolló la modelación del proyecto de vivienda, se debe organizar los planos DWG que provienen del programa Autocad mencionado.

Como es sabido, dentro de los planos de diseño arquitectónico, estructural o instalaciones es normal encontrar mucha información contenidos en ellos, como por ejemplo se ve en la figura 1.

¹ En este tipo de vivienda de recreo es muy común el uso de vinilo sobre revoque por la textura rustica que genera.

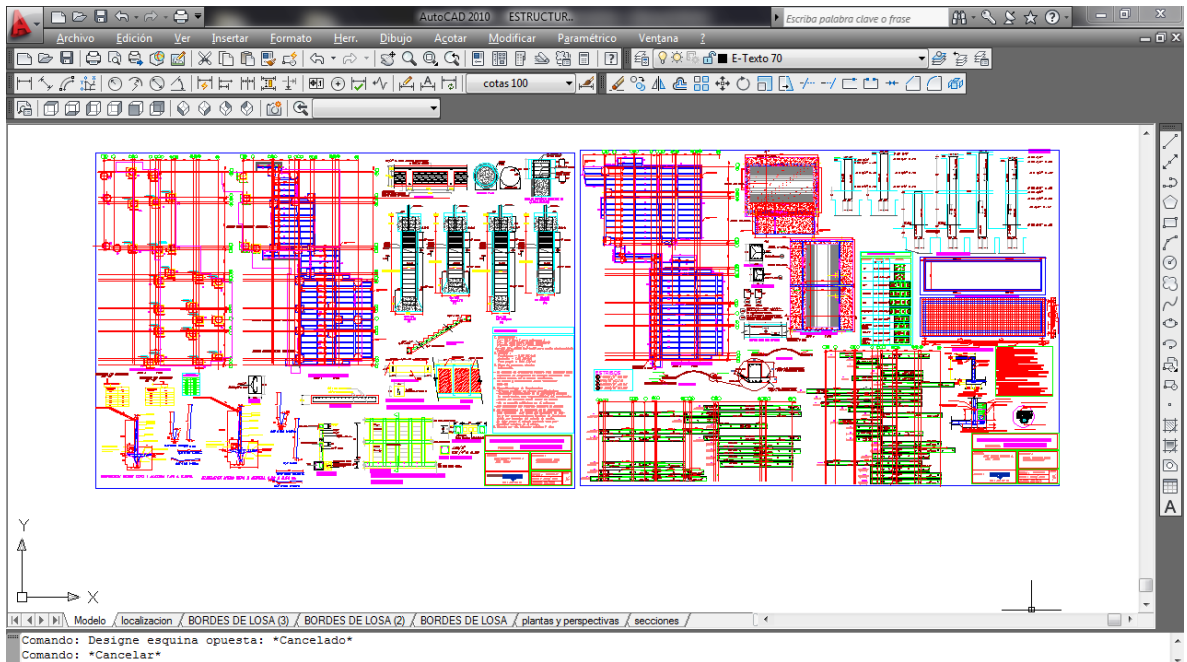


Figura 1. Plano con variada información del diseño estructural

Para el eficiente uso de estos planos en el software REVIT ARCHITECTURE es necesario dejar solamente la información útil para su posterior modelación 3D tal como se puede observar en la figura 2 con una planta de piso arquitectónica.

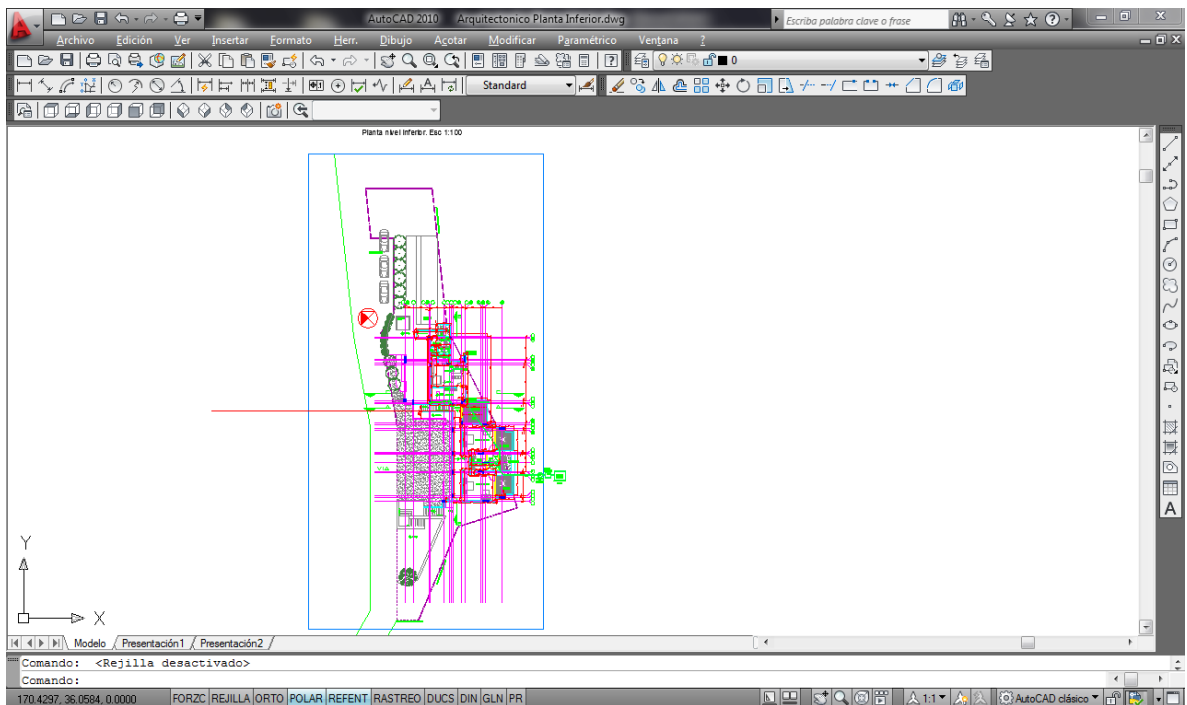


Figura 2. Plano arquitectónico de planta separado

Luego de tener separado cada uno de los planos necesarios se continúa organizando cada uno de ellos en carpetas por cada una de las categorías. Ver figuras 3 y 4.

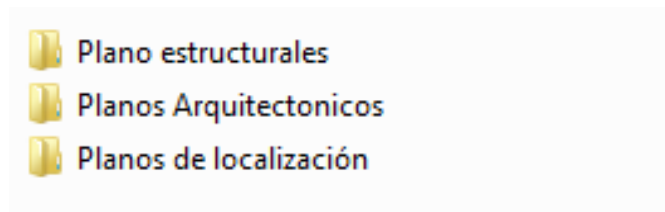


Figura 3. Organización de carpetas por categorías

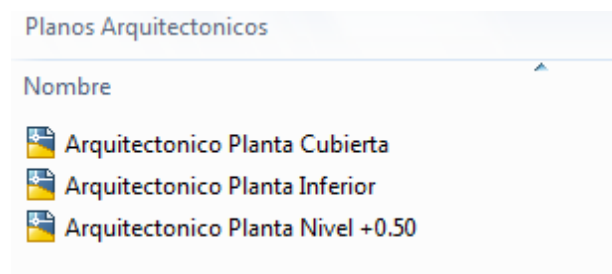


Figura 4. Organización de archivos DWG dentro de una carpeta

5.3 PASOS REALIZADOS PARA LA MODELACIÓN VIRTUAL EN REVIT ARCHITECTURE

5.3.1 Organización de la plantilla de trabajo

Con el fin de ganar tiempo en la modelación del proyecto es indispensable organizar la plantilla de trabajo del programa REVIT ARCHITECTURE primero, esto es, tener la unidades de medida del proyecto en cuestión, delimitar los niveles y llamar las vista con sentido a la características de la edificación. Las figuras 5 y 6 muestran dichas recomendaciones.

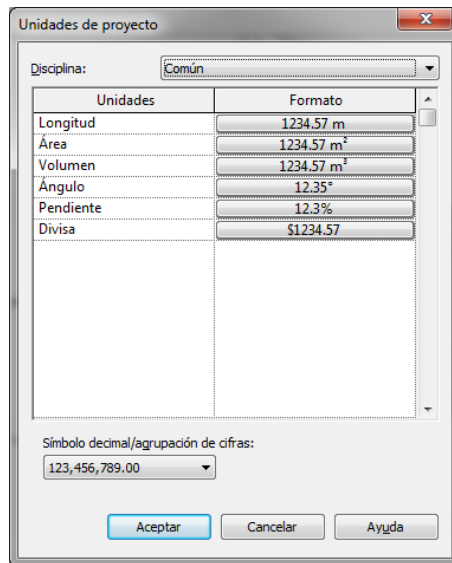


Figura 5. Unidades de medida en sistema métrico

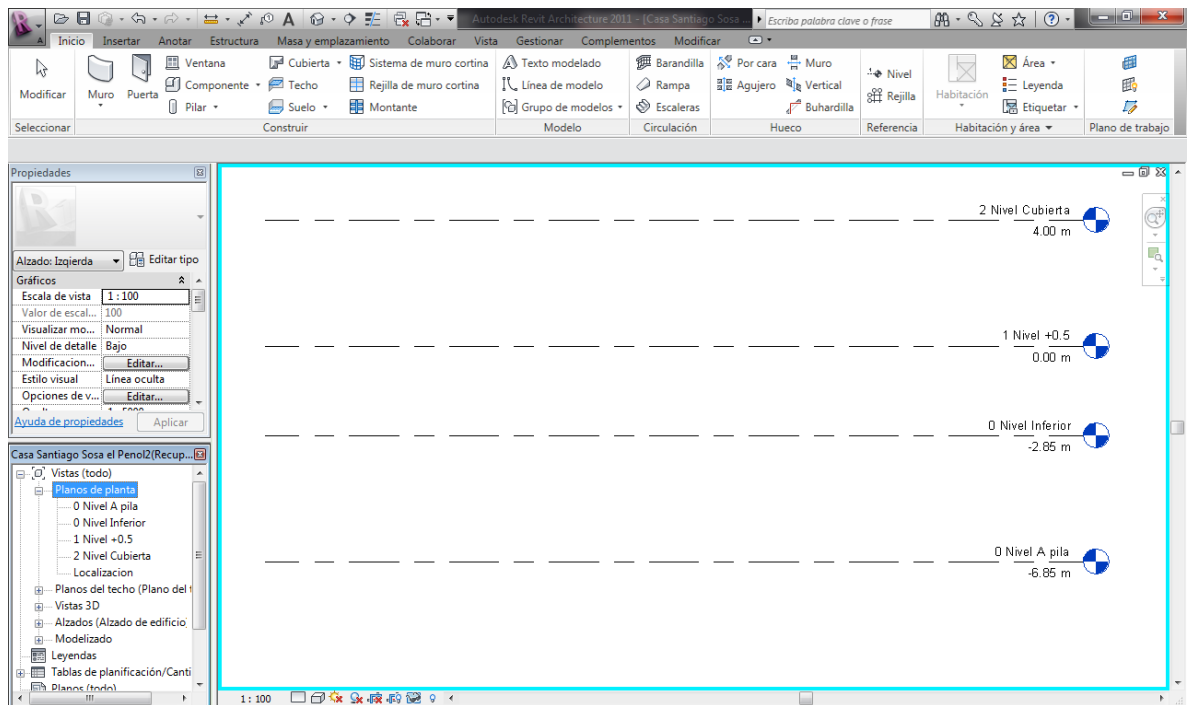


Figura 6. Adecuación de niveles y vistas

5.3.2 Vinculación de archivos DWG al proyecto

Luego de tener los planos individualizados tal como se recomienda en el numeral anterior la vinculación al software se realiza de manera sencilla.

Cada planta se debe vincular al nivel correspondiente esto es por ejemplo: planos estructurales y arquitectónicos del primer piso deben asociados al nivel 1 tal cual se nombró y se menciona en el numeral anterior.

La vinculación se hace en el icono insertar de la barra de menú tal como se ve en la figura 7.

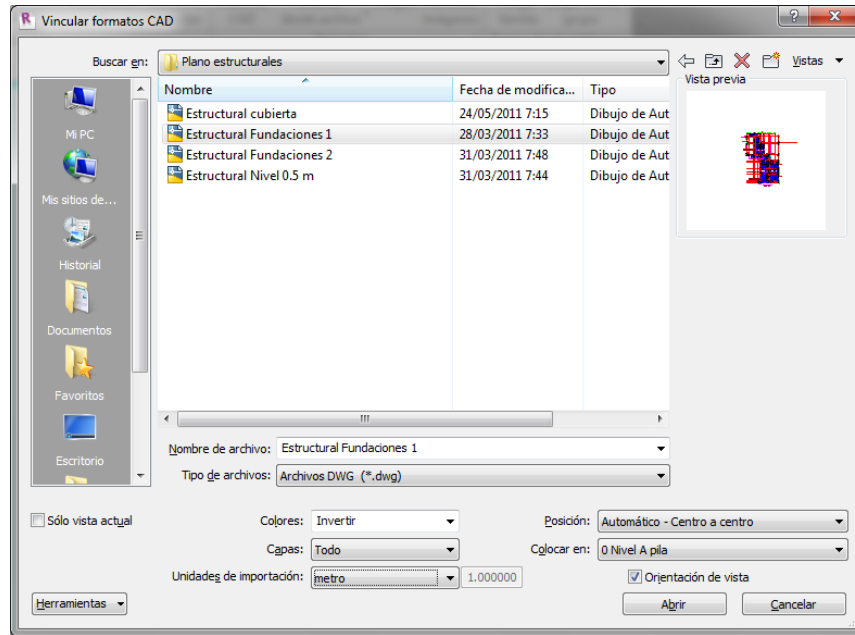


Figura 7. Vinculación de planos al software REVIT ARCHITECTURE

Es importante en esta parte cambiar las unidades de importación y capas que se encuentran por defecto a las utilizadas en el proyecto.

El orden de importación recomendado para este tipo de modelación es el siguiente:

- Planos de localización
- Planos de fundaciones
- Planos estructurales
- Planos arquitectónicos

5.3.3 Creación de terreno a partir de puntos

Debido a que en este proyecto no se realizó un levantamiento topográfico que representara el terreno, dado el presupuesto del dueño del proyecto, se utilizó la creación de dicho terreno a partir de puntos, opción que permite la aplicación en la pestaña Masa y Emplazamiento de la barra de menú. Ver grafica 8.

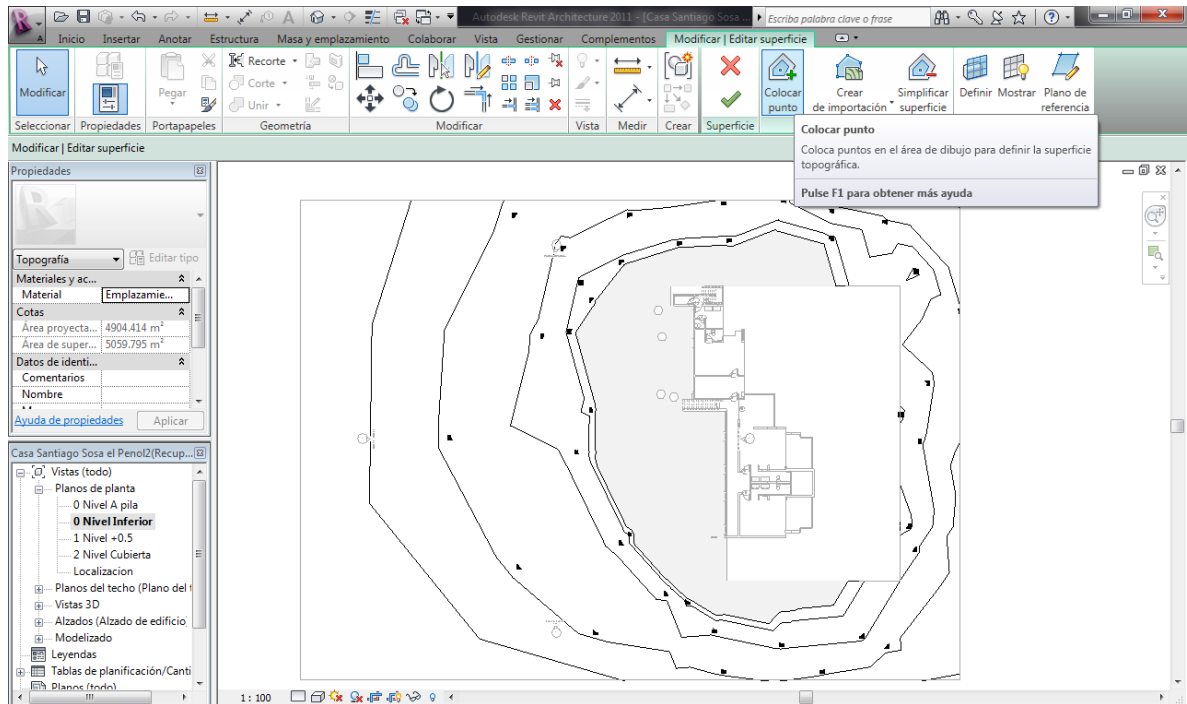


Figura 8. Creación de terreno a partir de puntos en REVIT ARCHITECTURE

Para crear una superficie similar a la real sin el levantamiento topográfico se hace necesario tomar diferentes medidas en campo en la etapa de nivelación del terreno que represente la forma real de la superficie.

5.3.4 Creación de plataforma de construcción

La plataforma de construcción es aquella que representa el espacio físico donde se va a llevar a cabo la construcción y representa el nivel de corte o lleno en la superficie creada previamente. Ver figura 9. El software permite saber cuál es la relación corte / lleno que se da en el modelo con los valores independiente de cada uno de ellos. Esto es útil para saber donde se puede ubicar el proyecto con el fin de evitar mayor movimiento de suelo.

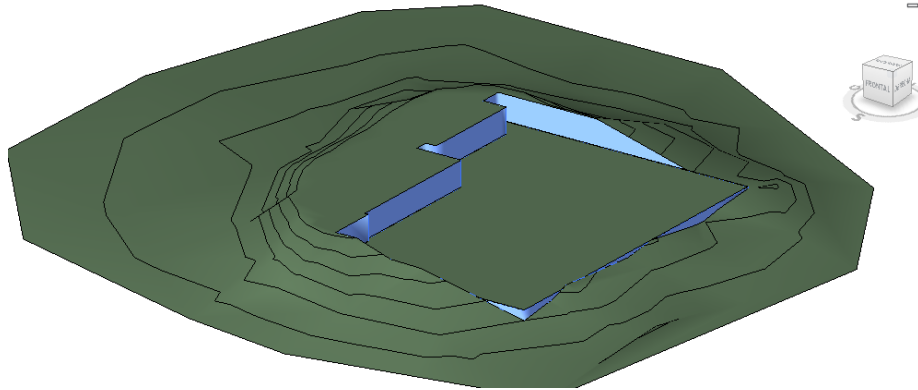


Figura 9. Incorporación de la plataforma de construcción al terreno del proyecto

5.3.5 Modelamiento de elementos en las fundaciones y en la estructura del proyecto

El proyecto en cuestión posee pilas y losa aligerada de fundación. Tanto las pilas como las vigas que están embebidas dentro de la losa poseen diferentes medidas y características que difieren de los elementos estructurales que se encuentran por defecto el software, por tanto durante la modelación de toda la vivienda tanto en la estructura como en la arquitectura se modificó las dimensiones y características de material para que fueran acordes con las especificaciones de cada uno de los elementos reales.

En la figura 10 se detalla una vista de propiedades del tipo, lugar donde se duplica el elemento con la finalidad de modificar las características a las utilizadas en el proyecto. En esta figura se puede el caso específico de una pila de fundación con diámetro 1.20 m con su representación tridimensional.

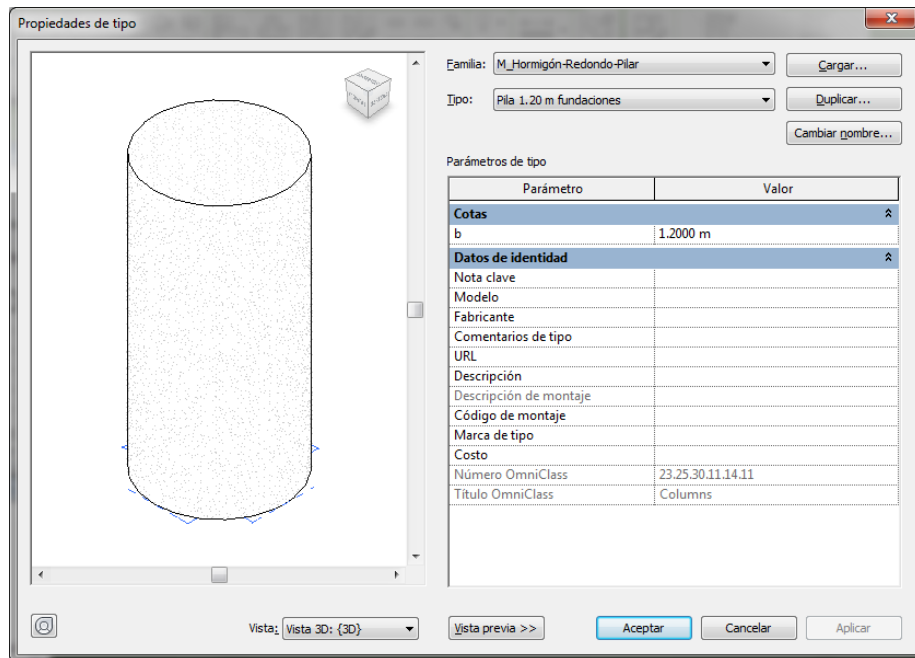


Figura 10. Cuadro de propiedades de tipo en elemento de fundaciones

Con base en los planos de fundaciones se comienza a ingresar los elementos de esta fase, es importante tener identificados los niveles asociados a dicho elementos, los desfases en el caso de presentarse y la manera de como ubicarlos ya sea por los ejes o por las caras.

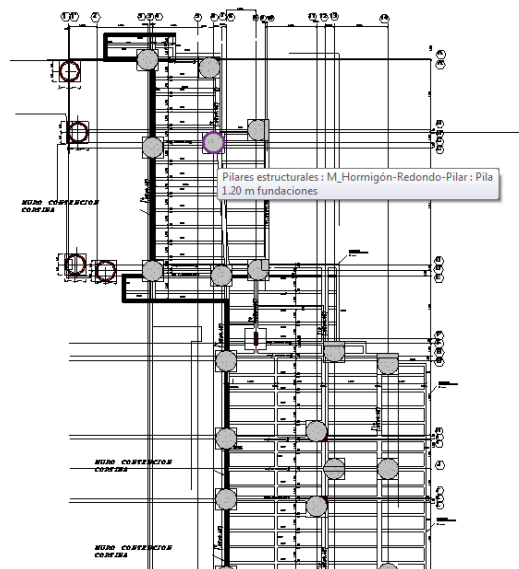


Figura 11. Ubicación de pilas con la ayuda del plano de fundaciones

En figura 11 se detalla la ubicación de pilas con la ayuda del plano de fundaciones como plantilla. En las figuras 12 y 13 se muestra el avance con las vigas de fundación y el recubrimiento de la losa.

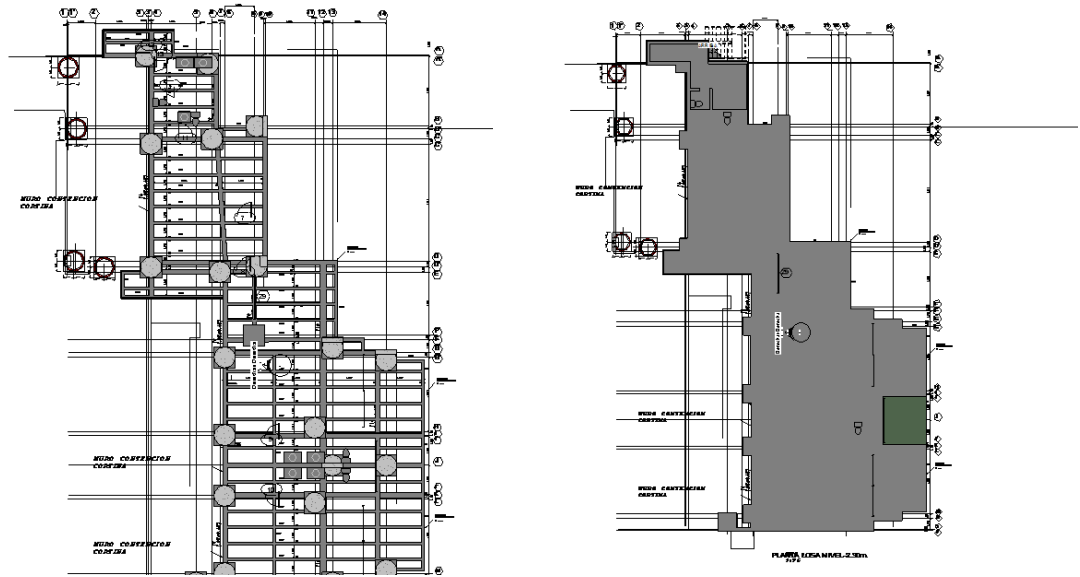


Figura 12. Creación de losa aligerada (vigas y recubrimiento) con la ayuda del plano de fundaciones

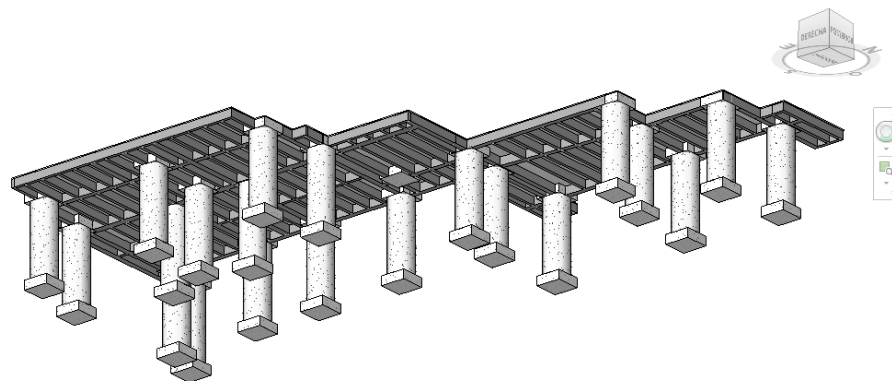


Figura 13. Vista 3D de las fundaciones del proyecto

Para la etapa de estructura se prosigue de la misma manera, esto es ingresando los planos acordes a los elementos estructurales del nivel inferior y nivel + 0.5 m y modificando las especificaciones de los elementos preestablecidos del software.

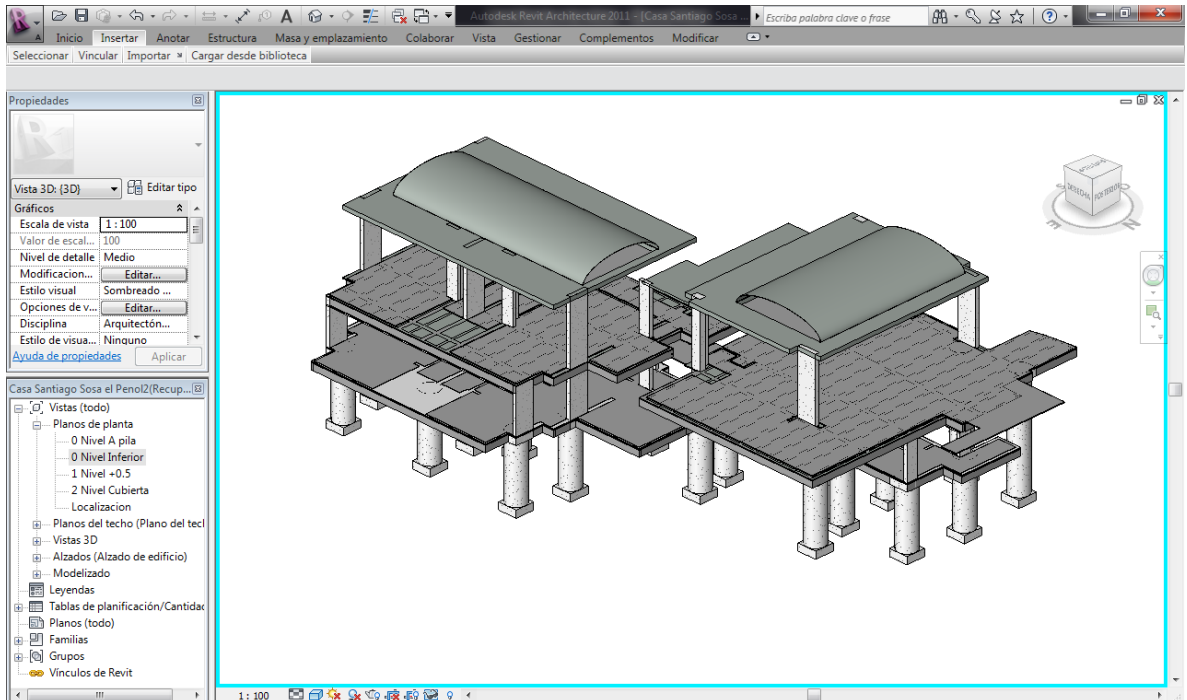


Figura 14. Vista 3D de la estructura completa del proyecto

En la figura anterior se puede ver las cúpulas en concreto con su forma de bóveda la cual no está por defecto en las familias del software REVIT ARCHITECTURE y que se realizó con la ayuda de masas conceptuales que se pueden crear también en este software, su ayuda fue similar a la de una formaletería con la cual se vacía el concreto.

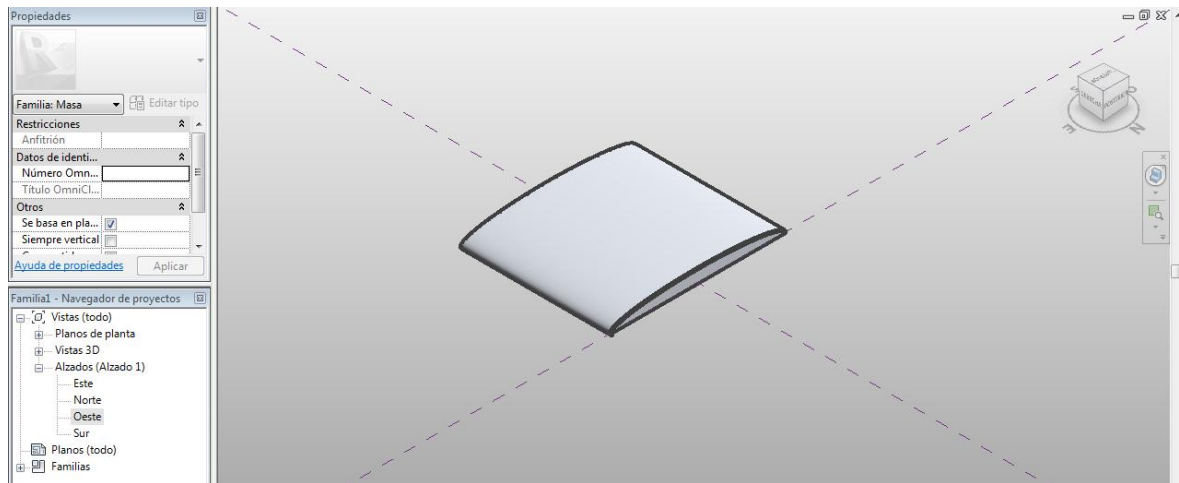


Figura 15. Forma de cúpula con la ayuda de masas conceptuales



Figura 16. Forma de cúpula real con la ayuda de formaletería en madera

5.3.6 Modelamiento de elementos arquitectónicos

Para darle un acabado a las caras de los muros se edita los tipos de los elementos de la familia muros en el cuadro de propiedades tal como se ve en la graficas 17, 18 y 19.

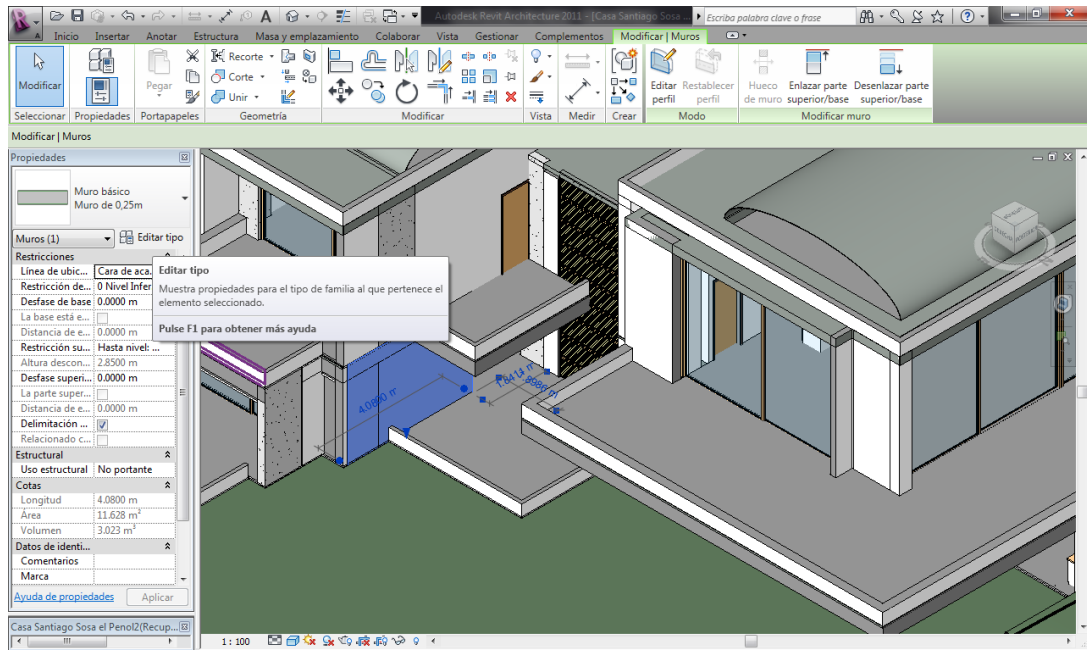


Figura 17. Edición de acabado en la familia muros paso 1

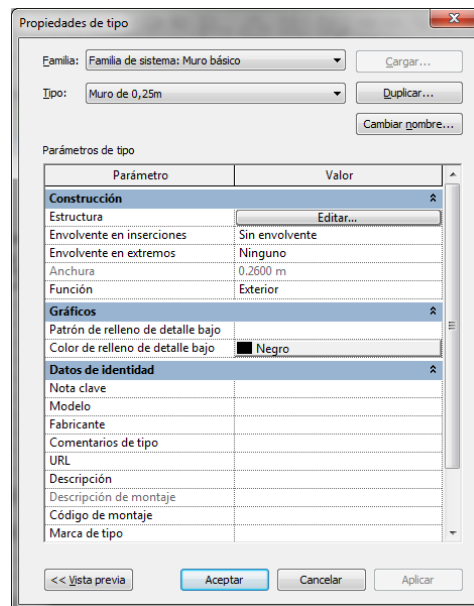


Figura 18. Edición de acabado en la familia muros paso 2

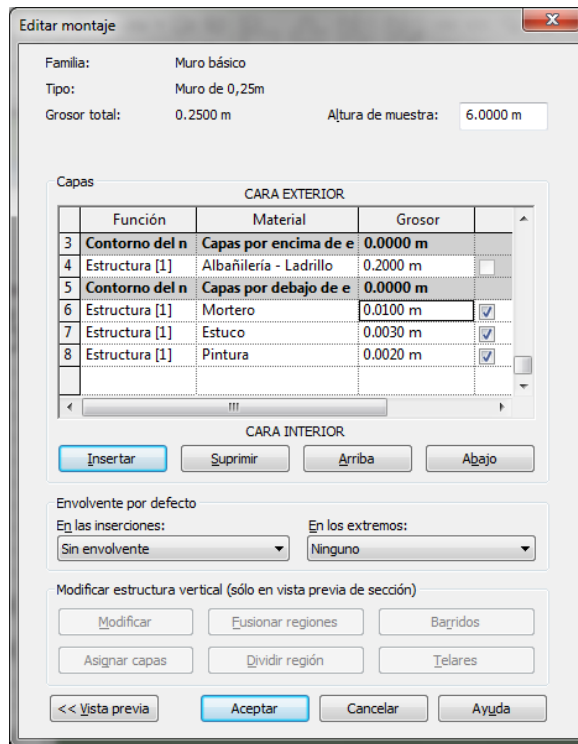


Figura 19. Edición de acabado en la familia muros paso 3

En este último paso se genera las capas que se desea tener para el muro en específico, dependiendo del detalle que se quiera tener.

La ventanería y las puertas se ubican únicamente cuando los muros hayan sido creados anteriormente, tanto las ventanas como las puertas abrirían el vano dentro de cada muro.

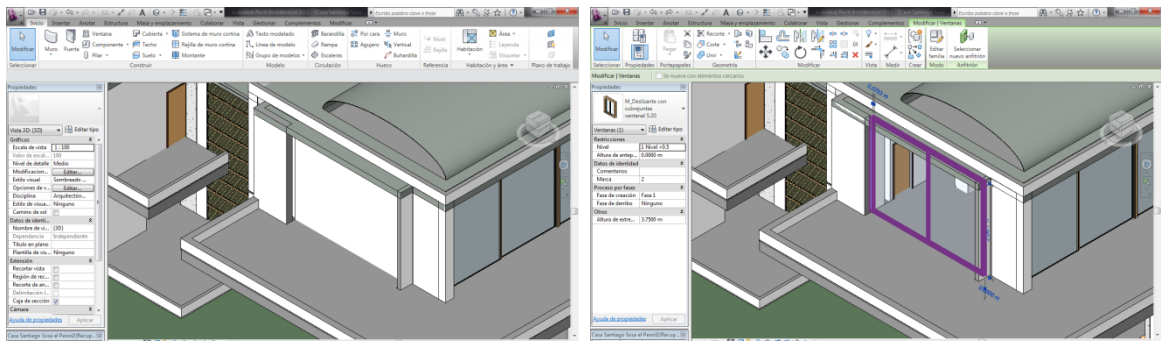


Figura 20. Creación de ventanas en muros

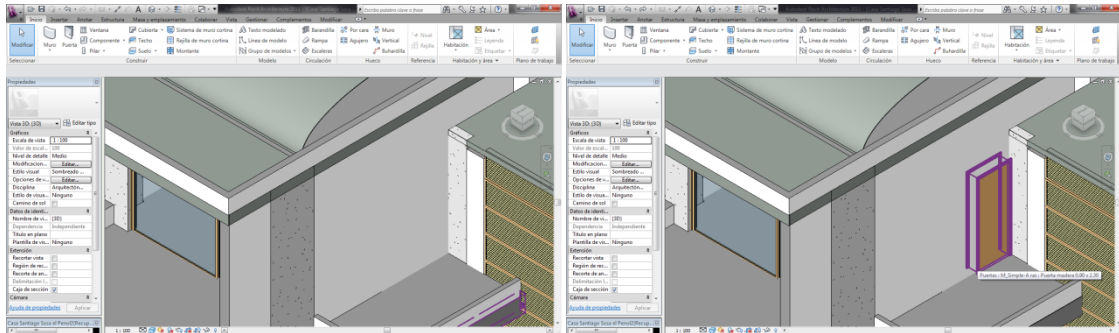


Figura 21. Creación de ventanas en muros

Para la ubicación de elementos como aparatos sanitarios, muebles de baño y cocina, mesones y grifería se incluyen o se cargan al modelo con la opción componente.

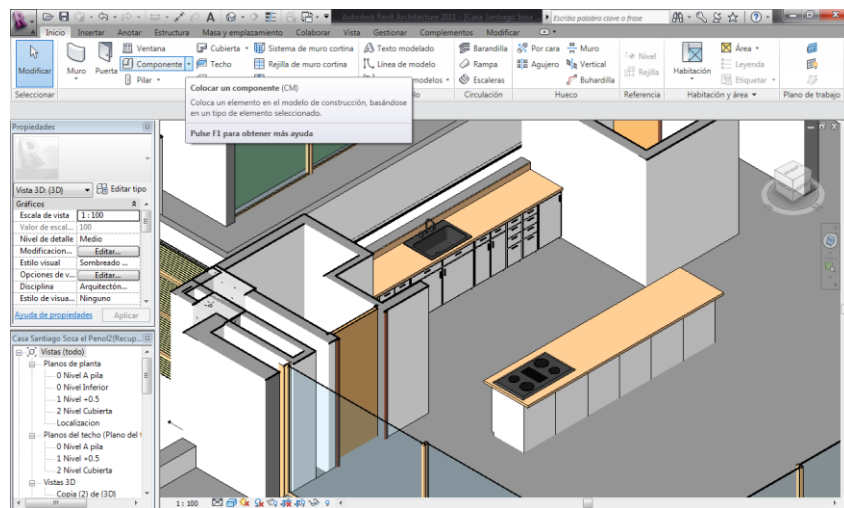


Figura 22. Botón componente para agregar elementos

Estos elementos se montan sobre las plantas del modelo como se en la figura 23.

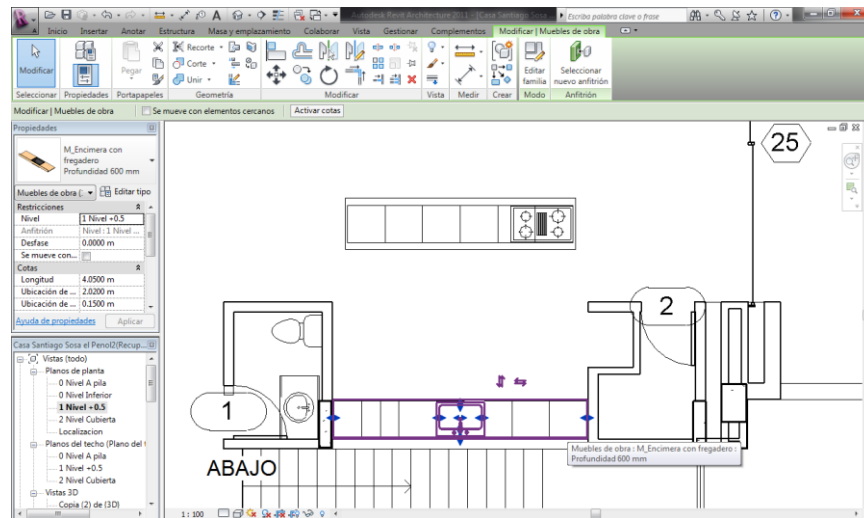


Figura 23. Ubicación de componentes (mesón) en una planta

De esta manera se ingresan gran parte de los elementos arquitectónicos, incluyendo las luces.

5.3.7 Modelizado del proyecto de vivienda

A continuación se presentan varios modelizados que muestran desde diferentes perspectivas exteriores el proyecto trabajado.



Figura 24. Modelizado vista frontal del proyecto



Figura 25. Modelizado vista frontal izquierda del proyecto



Figura 26. Modelizado vista lateral derecha del proyecto

5.4 Modelamiento CAD 4D del proyecto de construcción

Para la creación del modelo CAD 4D es indispensable tener dos archivos, estos son: el modelo 3D que nuestro caso sale del software REVIT ARCHITECTURE y la programación de obra que proviene del software MICROSOFT PROJECT.

Parte de la programación del proyecto se visualiza en la figura 27.

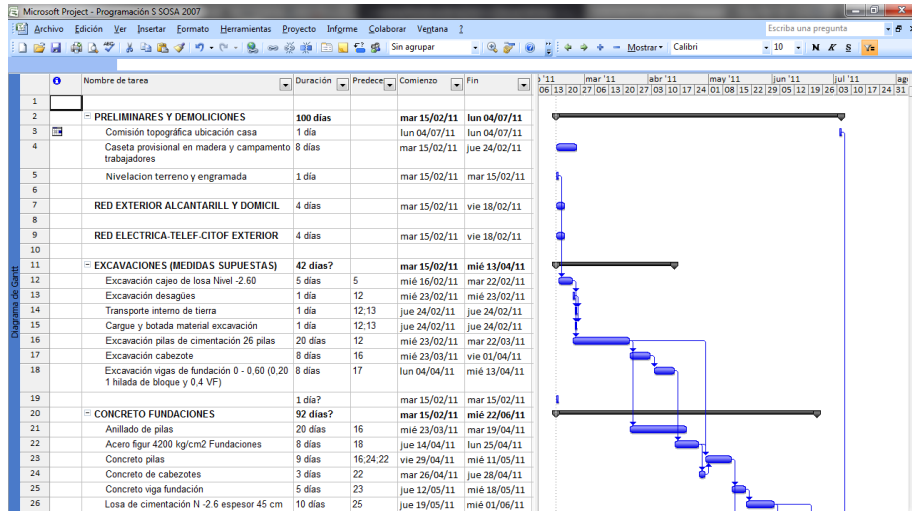


Figura 27. Programación del proyecto de vivienda en MICROSOFT PROJECT

A continuación se presentan los pasos realizados para el modelamiento CAD 4D utilizado en el desarrollo de este trabajo:

5.4.1 Exportación del modelo de REVIT ARCHITECTURE a NAVISWORKS MANAGE

Después de haber instalado el software NAVISWORKS MANAGE aparece una nueva pestaña en el programa REVIT ARCHITECTURE con el nombre de Complemento, tal como se observa en la figura 28.

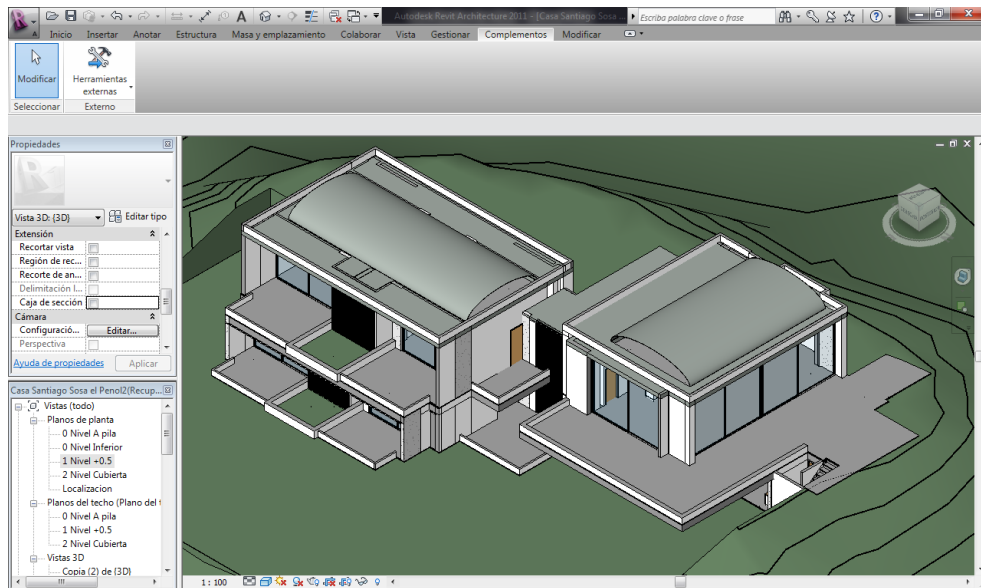


Figura 28. Vista de la pestaña complemento en REVIT ARCHITECTURE

Estando en este punto se da click en Herramientas externas y luego en Navisworks 2011. Ver figura 29.

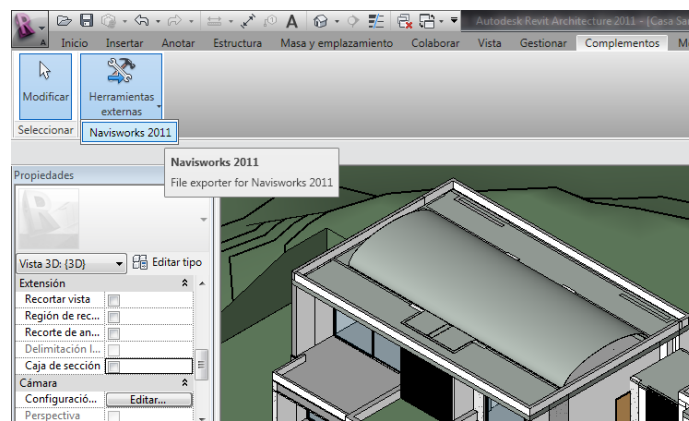


Figura 29. Opción para la exportación a NAVISWORKS

Por último se guarda en extensión NAVISWORKS.

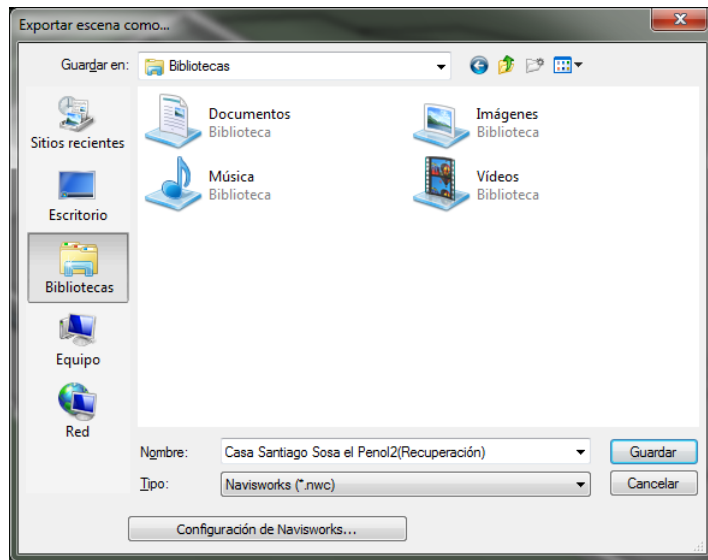


Figura 30. Guardado del modelo en extensión NAVISWORKS

5.4.2 Vinculación de archivo de Project en NAVISWORKS MANAGE

Antes de vincular la programación se abre el modelo 3D directamente desde el software NAVISWORKS.

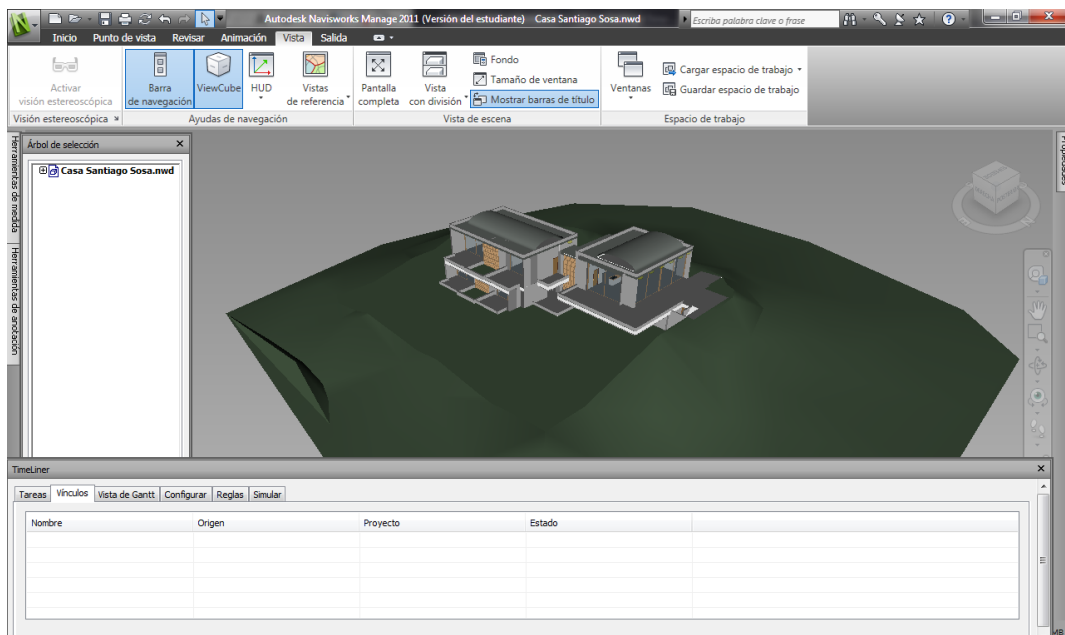


Figura 31. Modelo 3D en NAVISWORKS MANAGE

Para vincular la programación vamos a la pestaña vinculo de la barra time liner y damos click derecho en la columna origen como se ve en la siguiente figura y se selecciona añadir vinculo desde Microsoft Project 2000 – 2007.

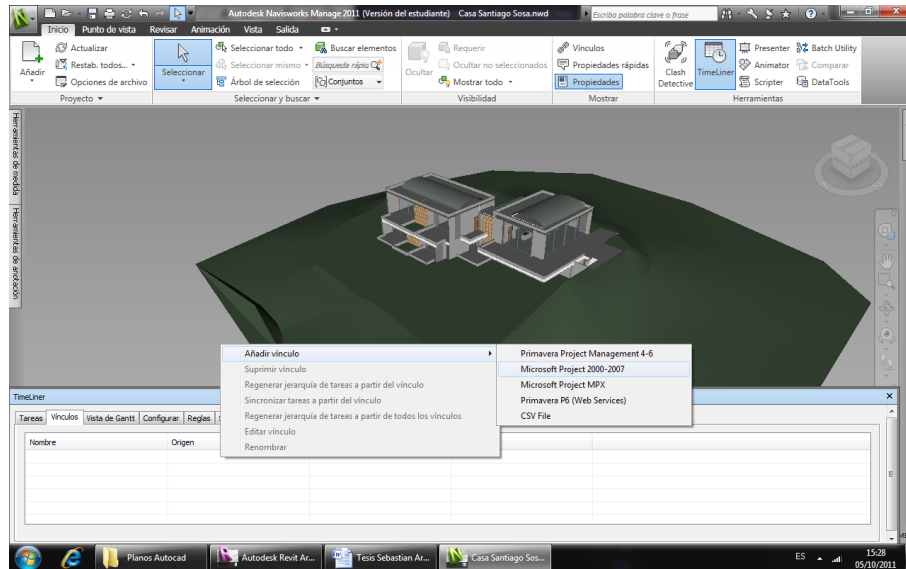


Figura 32. Vinculación de programación de obra

Después de haber vinculado se sigue con regenerar jerarquías de tareas a partir del vínculo, esto se dando click sobre el nombre del vínculo.

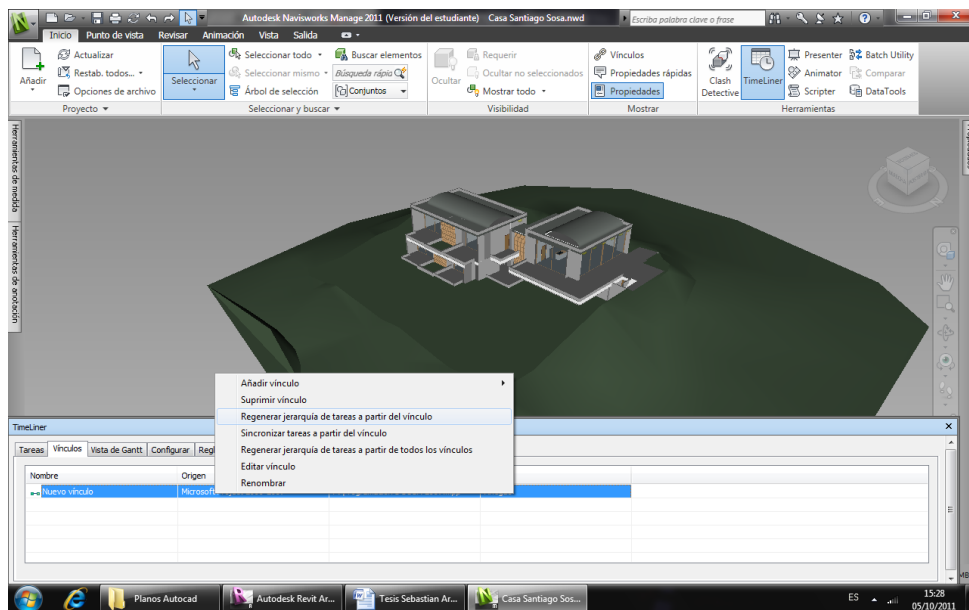


Figura 33. Creación de tareas a partir del vínculo

Con el paso anterior se crea actividades a partir del vínculo como se ve a continuación:

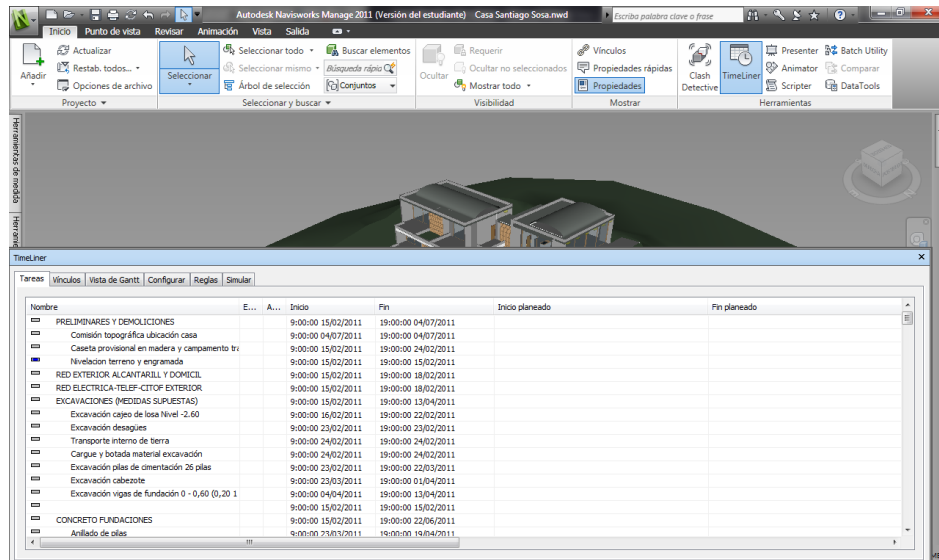


Figura 34. Tareas creadas desde el archivo MICROSOFT PROJECT

5.4.3 Integración de la programación con los elementos CAD

Para la integración de la programación con los elementos CAD es necesario abrir el árbol de selección que se encuentra en la barra de menú inicio. Ver figura.

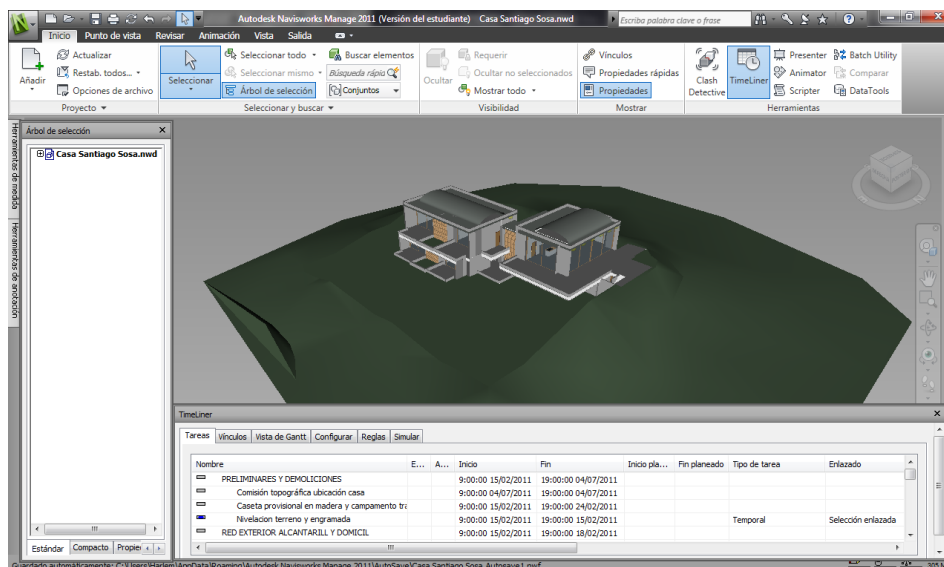


Figura 35. Vista de árbol de selección

Estando en este punto se selecciona cada uno de los elementos que corresponde a una determinada tarea, por ejemplo las pilas que estarían ligadas a la tarea vaciado de concreto en pilas tal como se ve en la figura y luego se da click derecho y se elige seleccionar.

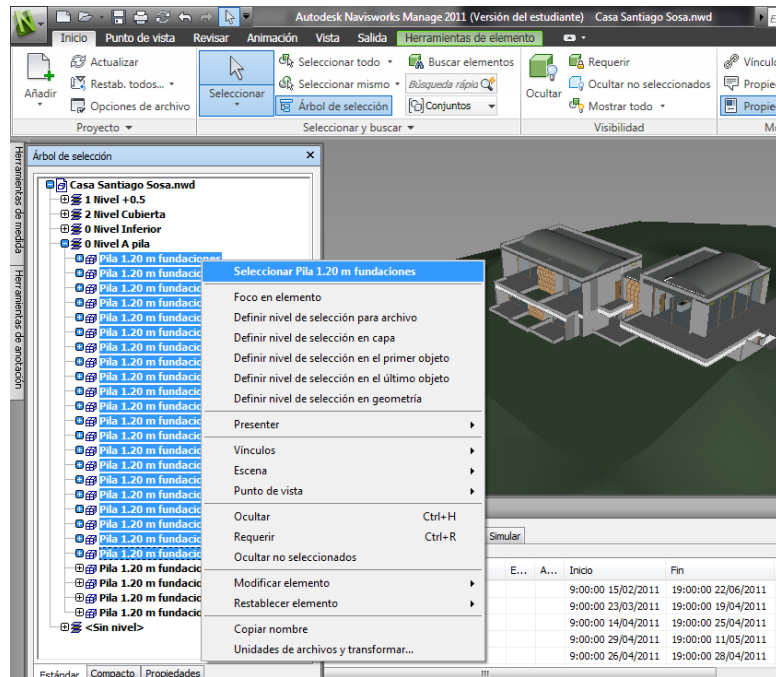


Figura 36. Selección de elementos CAD

Ahora se debe enlazar los elementos seleccionados con las tareas y para esto vamos a la tarea y damos click derecho en enlazar selección.

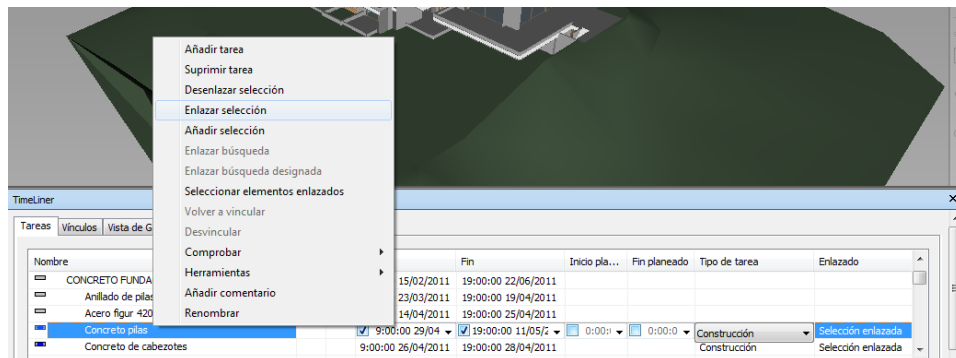


Figura 37. Enlace de selección de elementos CAD con tareas

Antes de realizar la simulación se puede configurar los parámetros con los cuales se puede organizar las fechas de inicio y final de la simulación y también la duración de dicha simulación.

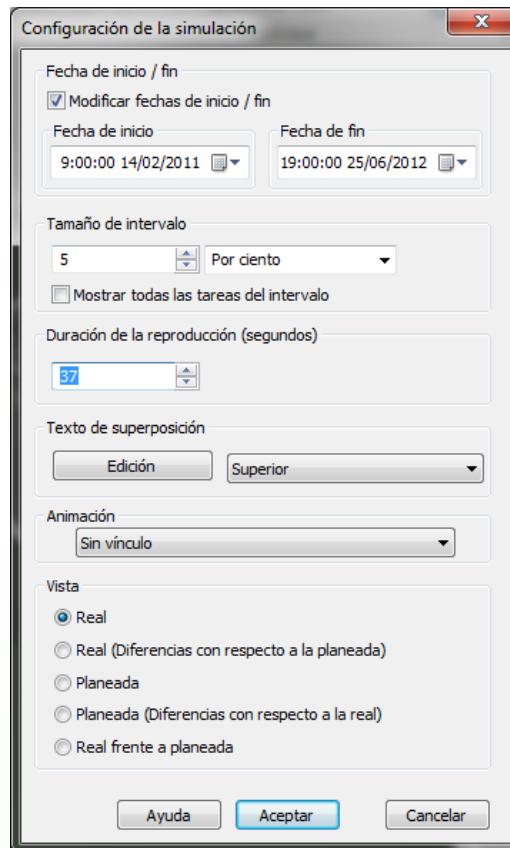


Figura 40. Opciones de configuración para la simulación

Por último y para visualizar la simulación se da click en play.

A continuación se presenta una serie de imágenes que representa el proceso de simulación desde la etapa de fundaciones hasta los acabados de la vivienda motivo de estudio.

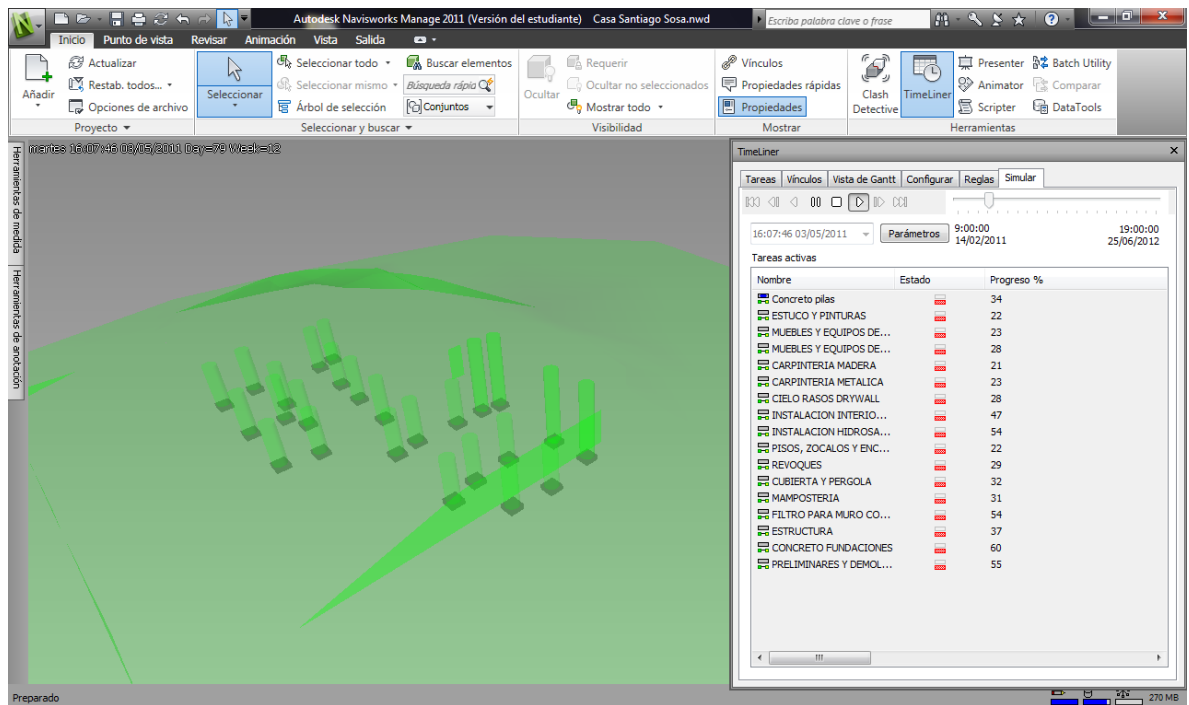


Figura 41. Simulación de la vivienda en la etapa de fundaciones –Pilas

En la simulación de la vivienda se puede detallar varios aspectos como lo es la fecha de transcurso en la parte inferior izquierda que permite darse cuenta de como va la construcción en las fechas programadas.

Por otro lado, el cuadro de información del time liner permite observar las actividades que se encuentran en ejecución y su progreso de manera porcentual.

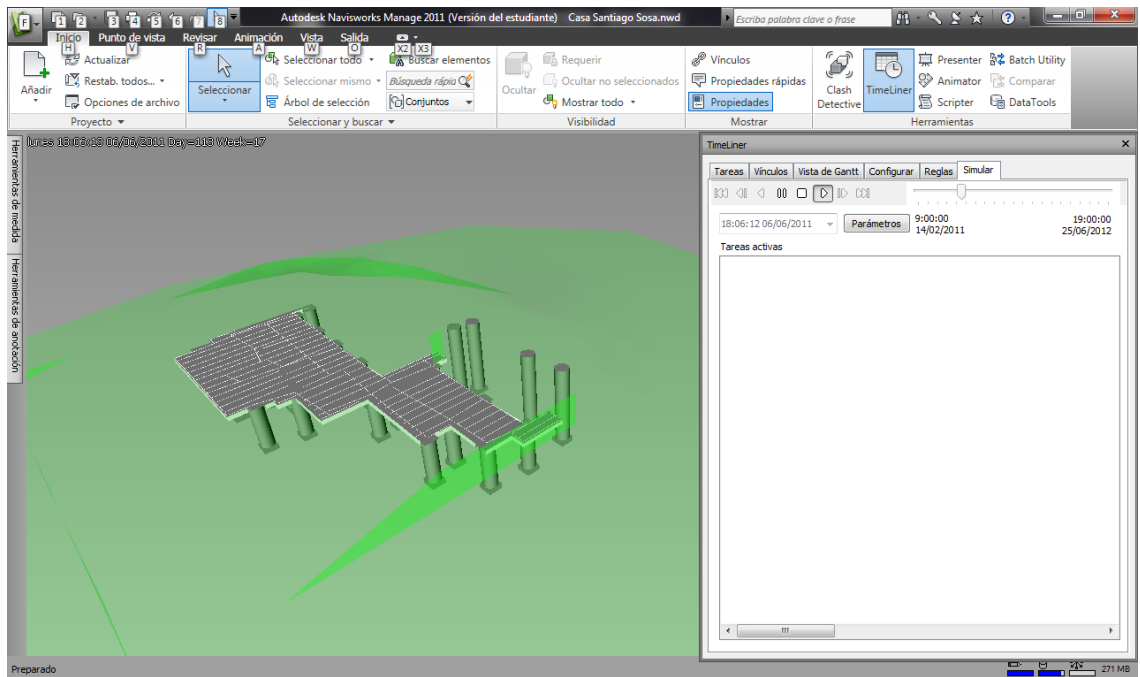


Figura 42. Simulación de la vivienda en la etapa de fundaciones -losa

El software Navisworks permite manipular el color y las transparencias de los elementos en su construcción con el fin de visualizar de forma más clara el proceso constructivo.

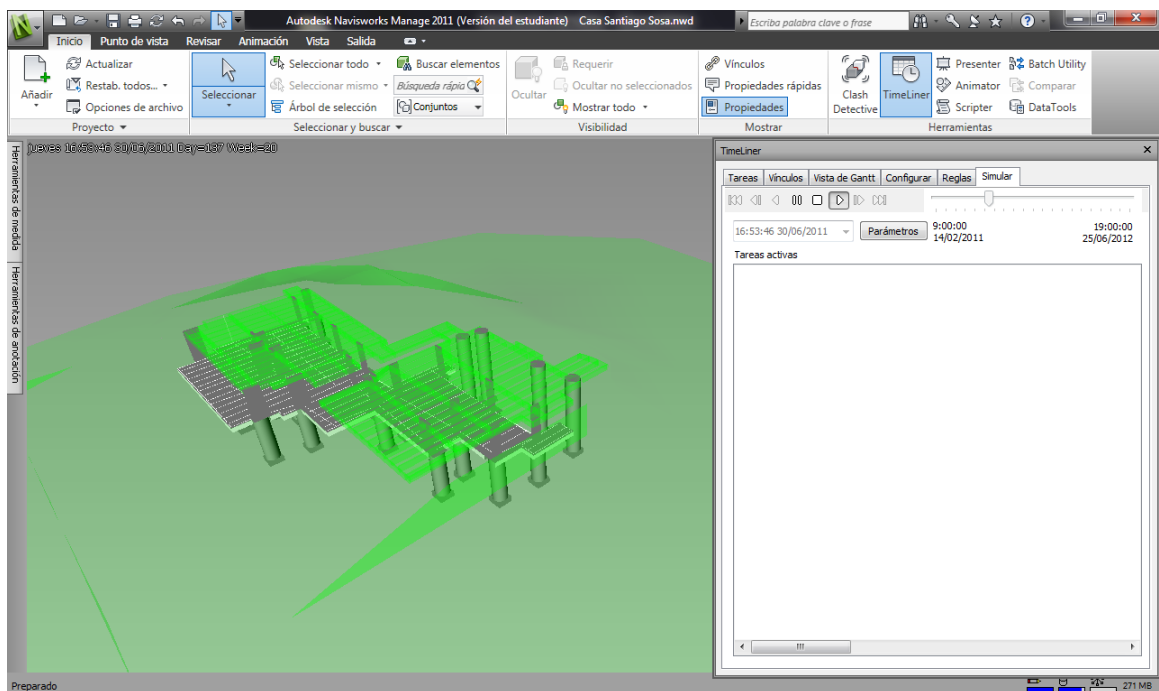


Figura 43. Simulación de la vivienda en la etapa de estructura

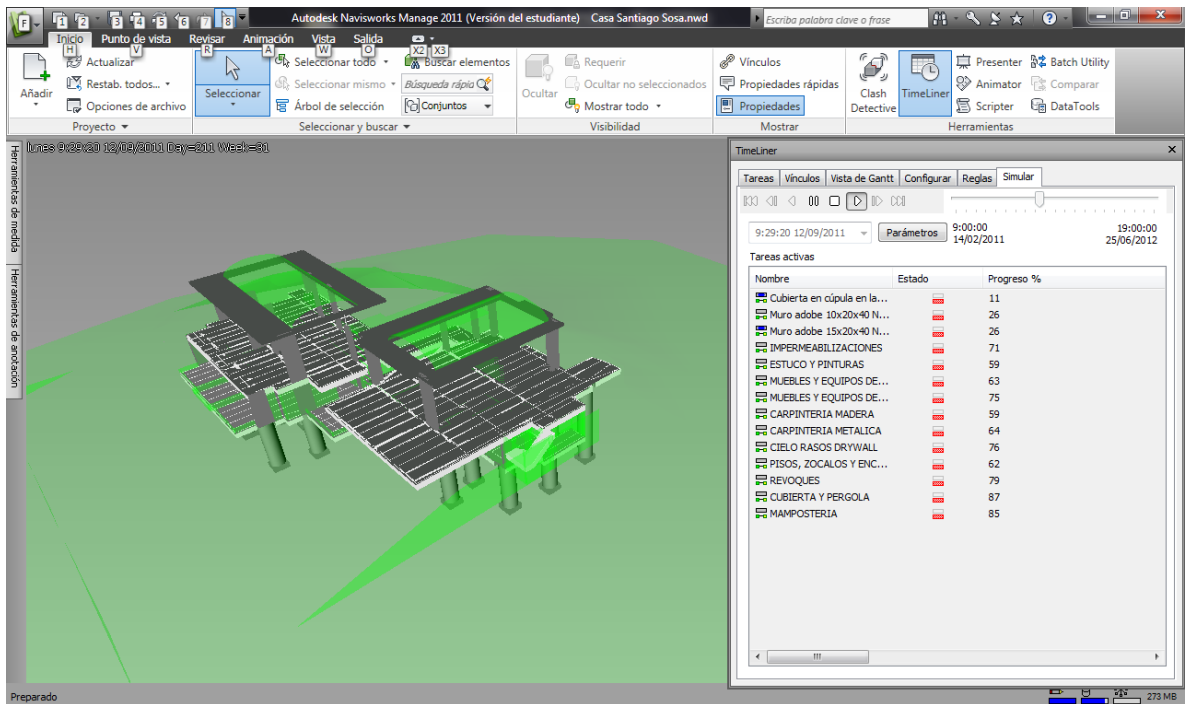


Figura 44. Simulación de la vivienda en la etapa de estructura -Cubierta

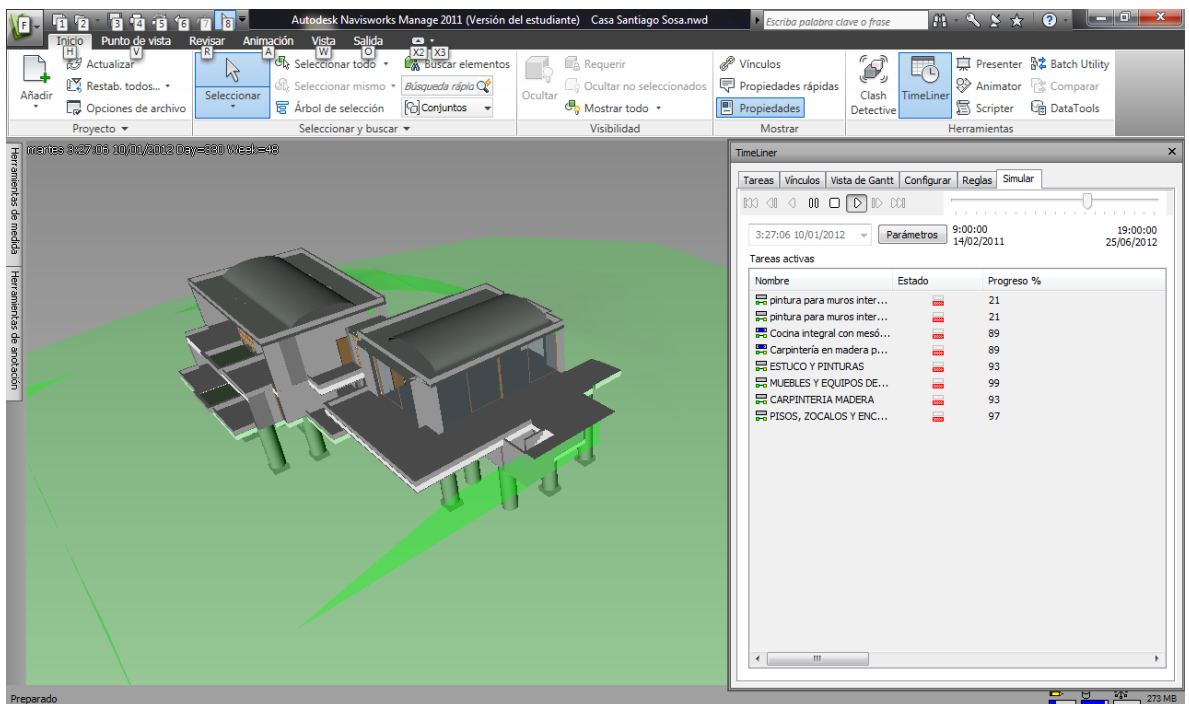


Figura 45. Simulación de la vivienda en la etapa de acabados

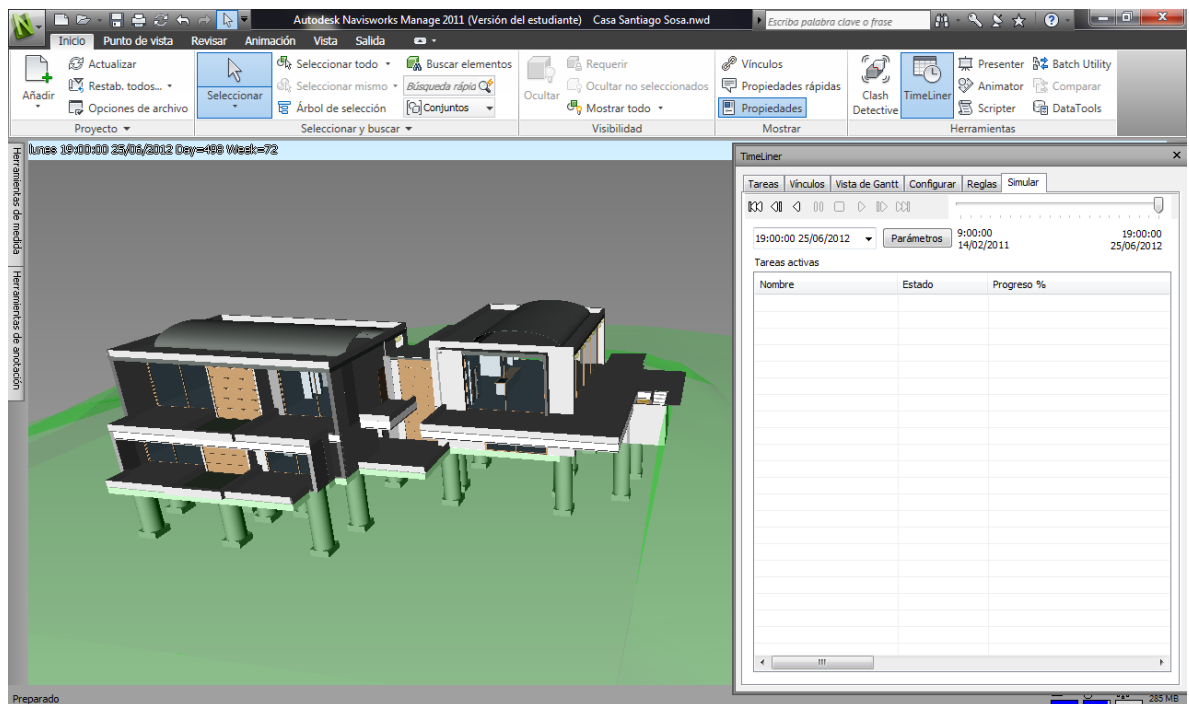


Figura 48. Simulación finalizada de la vivienda

Finalmente todos los elementos programados son visualizados y pueden modificados en caso de encontrar incongruencias o que se deseen realizar cambios al proyecto.

5.5 Cantidades de obra y costos en el software REVIT ARCHITECTURE

Para representar los pasos de este numeral se seleccionó el material concreto en las columnas o pilares del proyecto. Para las demás actividades el procedimiento es muy similar.

5.5.1 Creación de tablas de planificación

Para la creación de tablas de planificación vamos a la barra de menú en la opción vista y se da click en tabla de planificación como se muestra en la figura 49 y se elige tabla de planificación o computo de materiales, ya que ambos permiten visualizar cantidades de obra bajo el mismo formato.

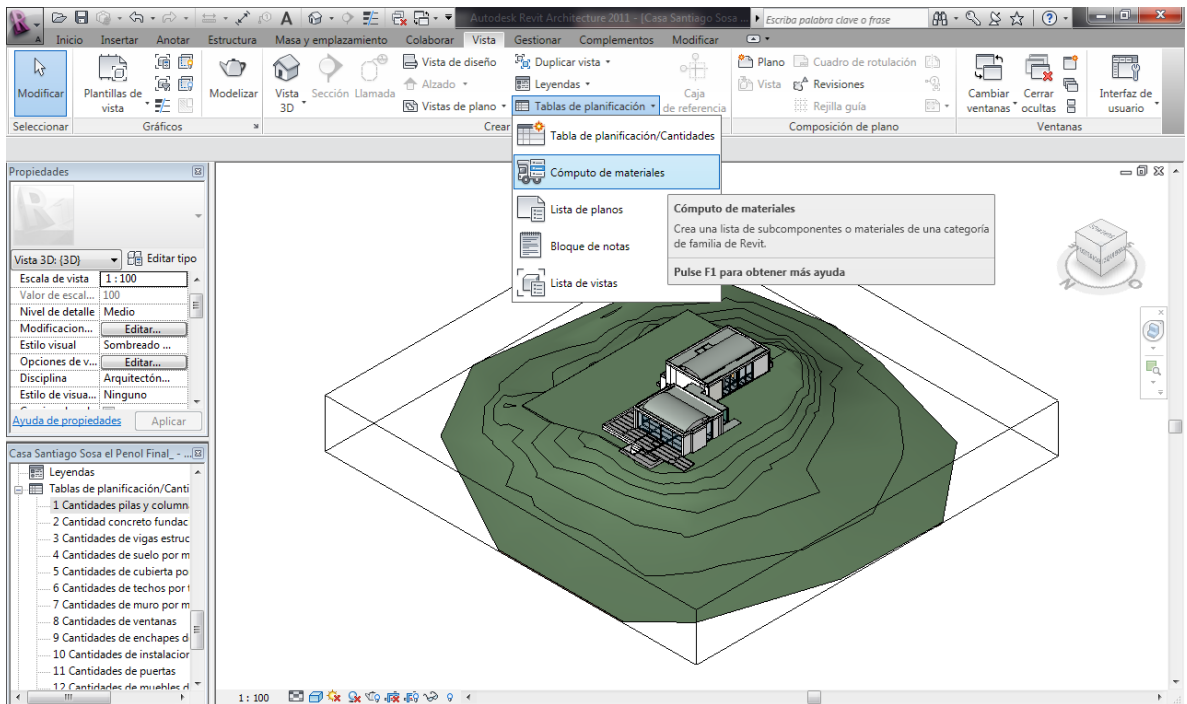


Figura 49. Selección de tabla de planificación

Dado que se seleccionó el concreto en columnas es más práctico escoger la opción cómputo de materiales.

La categoría seleccionada es pilares estructurales como se ve en la figura 50 y los campos o encabezados de la tabla son escogidos en el cuadro posterior. Ver figura 51.

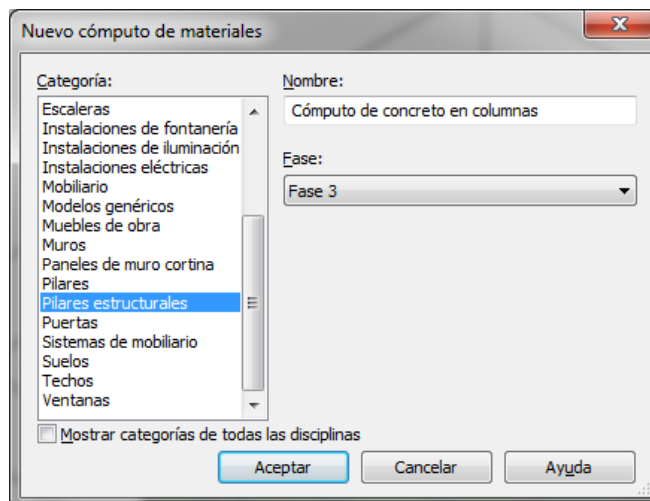


Figura 50. Selección de categoría en la tabla de planificación

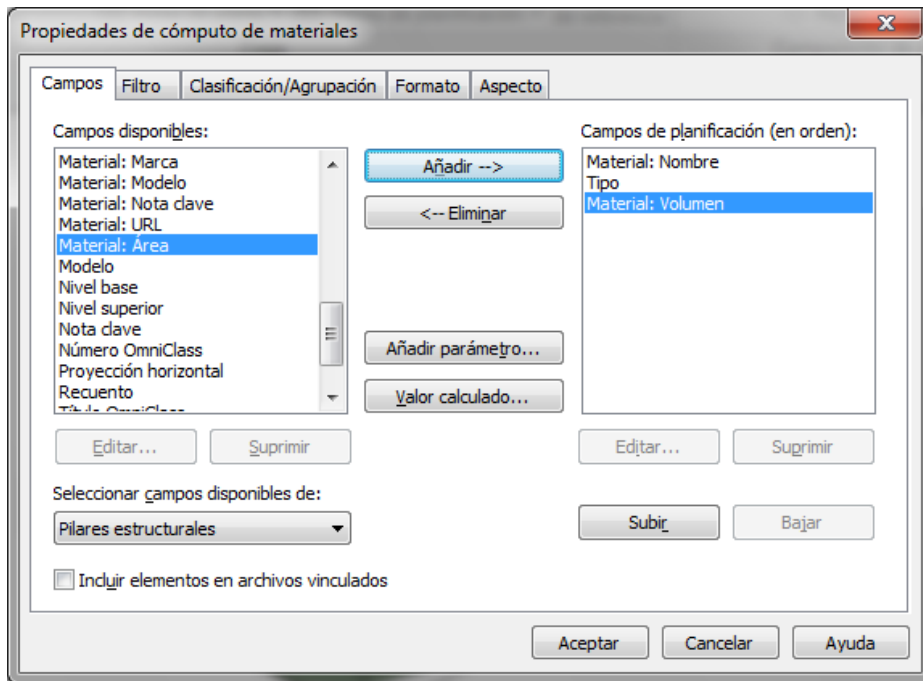


Figura 51. Selección de campos en la tabla de planificación

En el cuadro anterior se puede elegir diferentes campos según las necesidades del proyecto o el nivel de detalle al que se quiere llegar. Para este ejemplo inicialmente se selecciona el nombre del material, el tipo de elemento y el volumen de este material.

Luego de aceptar aparece una tabla como la que se presenta en la siguiente figura con todos los elementos que corresponden con la categoría y los campos seleccionados.

En este ejercicio se hizo muy práctico agrupar por material y luego por tipo que es el elemento como tal.

Por último se dio formato al campo volumen para que fuera posible visualizar los totales. Ver figura 54.

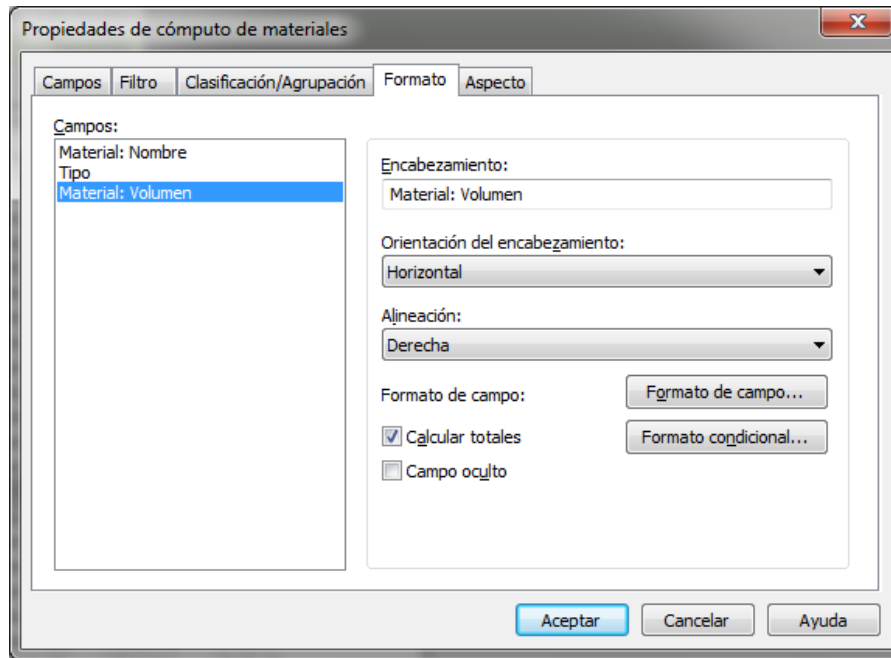


Figura 54. Formato de campos en tabla de planificación

La figura 55 presenta la tabla de planificación luego de aceptar los cambios propuestos.

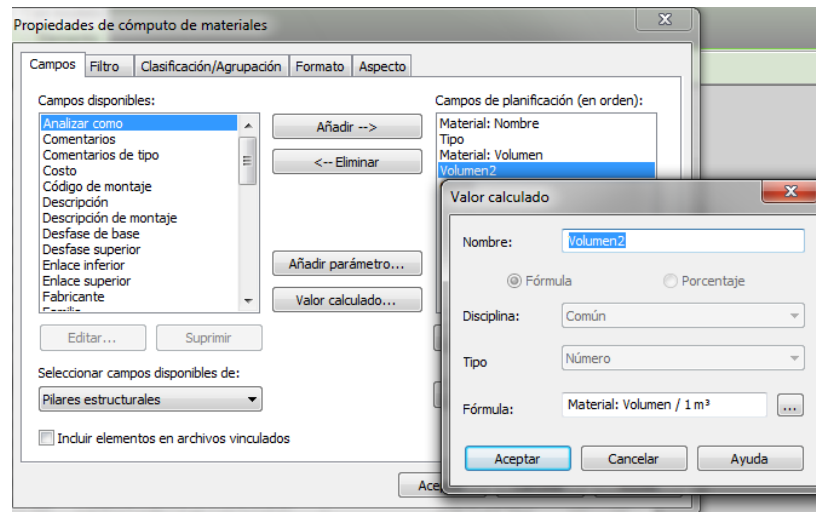


Figura 56. Creación del nuevo campo volumen

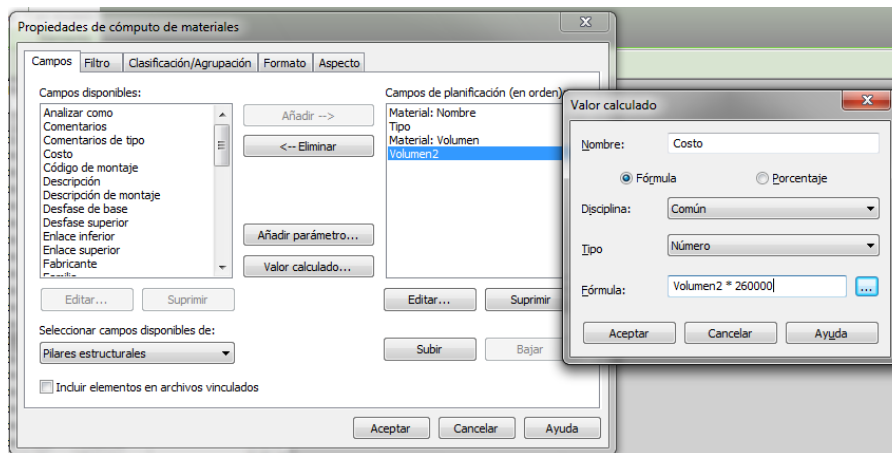


Figura 57. Creación del campo costo con formula

Finalmente se logra una tabla de planificación organizada y con los costos asociados a las cantidades de concreto en las columnas del proyecto, tal como se ve en la figura 58.

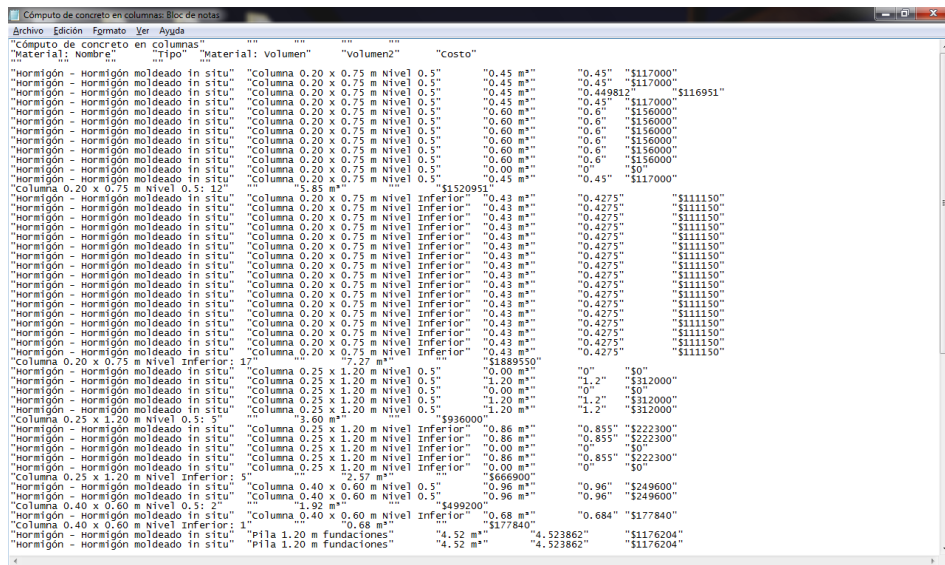


Figura 61. Opciones por defecto en la exportación de tabla de planificación

La información contenida en la extensión .txt puede ser fácilmente usada por otros programas como Microsoft Excel lo que hace rápido el uso de las tablas de planificación durante las etapas del proyecto.

A continuación se presenta las tablas de cantidades y costos de obra

Tabla 1. Cantidades pilas y columna

Cantidades pilas y columnas				
Nombre	Tipo	Área	Volumen	Costo
Columna 0.25 x 1.20 m Nivel Inferior: 2				
Hormigón - Hormigón moldeado in situ	Columna 0.20 x 0.75 m Nivel 0.5	6	0.45	\$112,500
Hormigón - Hormigón moldeado in situ	Columna 0.20 x 0.75 m Nivel 0.5	6	0.45	\$112,500
Hormigón - Hormigón moldeado in situ	Columna 0.20 x 0.75 m Nivel 0.5	6	0.45	\$112,500
Hormigón - Hormigón moldeado in situ	Columna 0.20 x 0.75 m Nivel 0.5	7.9	0.6	\$150,000
Hormigón - Hormigón moldeado in situ	Columna 0.20 x 0.75 m Nivel 0.5	7.9	0.6	\$150,000
Hormigón - Hormigón moldeado in situ	Columna 0.20 x 0.75 m Nivel 0.5	7.9	0.6	\$150,000
Hormigón - Hormigón moldeado in situ	Columna 0.20 x 0.75 m Nivel 0.5	7.9	0.6	\$150,000
Hormigón - Hormigón moldeado in situ	Columna 0.20 x 0.75 m Nivel 0.5	7.9	0.6	\$150,000
Hormigón - Hormigón moldeado in situ	Columna 0.20 x 0.75 m Nivel 0.5	7.9	0.6	\$150,000
Hormigón - Hormigón moldeado in situ	Columna 0.20 x 0.75 m Nivel 0.5	7.9	0.6	\$150,000
Hormigón - Hormigón moldeado in situ	Columna 0.20 x 0.75 m Nivel 0.5	6	0.45	\$112,500
Columna 0.20 x 0.75 m Nivel 0.5: 12				
Hormigón - Hormigón moldeado in situ	Columna 0.20 x 0.75 m Nivel Inferior	5.72	0.43	\$106,875
Hormigón - Hormigón moldeado in situ	Columna 0.20 x 0.75 m Nivel	5.72	0.43	\$106,875

Hormigón - Hormigón moldeado in situ	Cabezote 1,2 x 1,2 x 0,45 m	0.58	\$144,028
Hormigón - Hormigón moldeado in situ	Cabezote 1,2 x 1,2 x 0,45 m	0.58	\$144,000
Hormigón - Hormigón moldeado in situ	Cabezote 1,2 x 1,2 x 0,45 m	0.58	\$144,058
Hormigón - Hormigón moldeado in situ	Cabezote 1,2 x 1,2 x 0,45 m	0.58	\$144,000
Hormigón - Hormigón moldeado in situ	Cabezote 1,2 x 1,2 x 0,45 m	0.58	\$144,013
Hormigón - Hormigón moldeado in situ	Cabezote 1,2 x 1,2 x 0,45 m	0.58	\$144,121
Hormigón - Hormigón moldeado in situ	Cabezote 1,2 x 1,2 x 0,45 m	0.58	\$144,000
Hormigón - Hormigón moldeado in situ	Cabezote 1,2 x 1,2 x 0,45 m	0.58	\$144,121
Hormigón - Hormigón moldeado in situ	Cabezote 1,2 x 1,2 x 0,45 m	0.58	\$144,000
Hormigón - Hormigón moldeado in situ	Cabezote 1,2 x 1,2 x 0,45 m	0.58	\$144,000
Hormigón - Hormigón moldeado in situ	Cabezote 1,2 x 1,2 x 0,45 m	0.58	\$144,000
Hormigón - Hormigón moldeado in situ	Cabezote 1,2 x 1,2 x 0,45 m	0.58	\$144,000
Hormigón - Hormigón moldeado in situ	Cabezote 1,2 x 1,2 x 0,45 m	0.58	\$144,000
Hormigón - Hormigón moldeado in situ	Cabezote 1,2 x 1,2 x 0,45 m	0.58	\$144,065
Hormigón - Hormigón moldeado in situ	Cabezote 1,2 x 1,2 x 0,45 m	0.58	\$144,000
Hormigón - Hormigón moldeado in situ	Cabezote 1,2 x 1,2 x 0,45 m	0.58	\$144,000
Hormigón - Hormigón moldeado in situ	Cabezote 1,2 x 1,2 x 0,45 m	0.58	\$144,000
Cabezote 1,2 x 1,2 x 0,45 m: 43		25.71	\$6,426,567
Hormigón - Hormigón moldeado in situ	Cabezote 1,2 x 1,2 x 0,45 m Nivel 0.5	0.65	\$162,000
Hormigón - Hormigón moldeado in situ	Cabezote 1,2 x 1,2 x 0,45 m Nivel 0.5	0.65	\$162,000
Hormigón - Hormigón moldeado in situ	Cabezote 1,2 x 1,2 x 0,45 m Nivel 0.5	0.65	\$162,000
Hormigón - Hormigón moldeado in situ	Cabezote 1,2 x 1,2 x 0,45 m Nivel 0.5	0.65	\$162,000
Hormigón - Hormigón moldeado in situ	Cabezote 1,2 x 1,2 x 0,45 m Nivel 0.5	0.65	\$162,000
Hormigón - Hormigón moldeado in situ	Cabezote 1,2 x 1,2 x 0,45 m Nivel 0.5	0.65	\$162,000
Hormigón - Hormigón moldeado in situ	Cabezote 1,2 x 1,2 x 0,45 m Nivel 0.5	0.65	\$162,000
Hormigón - Hormigón moldeado in situ	Cabezote 1,2 x 1,2 x 0,45 m Nivel 0.5	0.65	\$162,000
Cabezote 1,2 x 1,2 x 0,45 m Nivel 0.5: 8		5.18	\$1,296,000
Hormigón - Hormigón moldeado in situ: 51		30.89	\$7,722,567
Hormigón - Moldeado in situ	Losa de cimentación 0.05 m	13.76	\$3,440,110
Losa de cimentación 0.05 m: 1		13.76	\$3,440,110
Hormigón - Moldeado in situ: 2		13.76	\$3,440,110

Tabla 3. Cantidades de suelo por montaje

Cantidades de suelo por montaje		
Montaje de suelo	Área (definida por modelador)	Costo Real
Losa nivel 0.5m de 0.05m		
Losa nivel 0.5m de 0.05m	396.74 m ²	\$9,918,587
Losa nivel 0.5m de 0.05m	7.00 m ²	\$174,945
Losa nivel 0.5m de 0.05m: 2	403.74 m ²	\$10,093,532
Porcelanato 0.60 x 0.60		
Porcelanato 0.60 x 0.60	15.02 m ²	\$1,021,064
Porcelanato 0.60 x 0.60	212.22 m ²	\$14,431,125
Porcelanato 0.60 x 0.60	364.99 m ²	\$24,819,435
Porcelanato 0.60 x 0.60: 3	592.23 m ²	\$40,271,624
Suelo hierva		

Suelo hierva	8.71 m ²	\$104,470
Suelo hierva	9.26 m ²	\$111,132
Suelo hierva: 2	17.97 m ²	\$215,602
Total general: 7	1013.94 m²	\$50,580,758

Tabla 4. Cantidades de cubierta por montaje

Cantidades de cubierta por montaje		
Montaje de cubierta	Área	Costo
Cubierta losa cocina		
Cubierta losa cocina	49 m ²	\$7,819,328
Cubierta losa cocina: 1	49 m ²	\$7,819,328
Cupula		
Cupula	64 m ²	\$10,280,609
Cupula	77 m ²	\$12,358,897
Cupula: 2	141 m ²	\$22,639,506
Total general: 3	190 m²	\$30,458,834

Tabla 5. Cantidades de techos por tipo

Cantidades de techos por tipo		
Tipo	Área	Costo Real
DRYWALL Cielo		
DRYWALL Cielo	1.49 m ²	\$47,607
DRYWALL Cielo	13.61 m ²	\$435,468
DRYWALL Cielo	169.07 m ²	\$5,410,089
DRYWALL Cielo	23.81 m ²	\$762,005
DRYWALL Cielo	95.72 m ²	\$3,063,087
DRYWALL Cielo	101.12 m ²	\$3,235,893
DRYWALL Cielo	58.81 m ²	\$1,881,786
DRYWALL Cielo	7.44 m ²	\$238,182
DRYWALL Cielo: 8	471.07 m ²	\$15,074,118
Losa maciza cubierta 0.25m		
Losa maciza cubierta 0.25m	55.02 m ²	\$6,602,318
Losa maciza cubierta 0.25m	75.16 m ²	\$9,019,186
Losa maciza cubierta 0.25m: 2	130.18 m ²	\$15,621,504
Total general: 10	601.25 m²	\$30,695,623

Tabla 6. Cantidades de muro por montaje

Cantidades de muro por montaje		
Montaje de muro	Área	Costo
Muro de 0,10m	1.60 m ²	\$46,400
Muro de 0,10m	1.28 m ²	\$37,120
Muro de 0,10m	5.16 m ²	\$149,640
Muro de 0,10m	1.28 m ²	\$37,047
Muro de 0,10m	8.44 m ²	\$244,760
Muro de 0,10m	2.53 m ²	\$73,416
Muro de 0,10m	0.43 m ²	\$12,501
Muro de 0,10m	1.66 m ²	\$48,149
Muro de 0,10m	0.77 m ²	\$22,328
Muro de 0,10m	2.71 m ²	\$78,622
Muro de 0,10m	0.94 m ²	\$27,128
Muro de 0,10m	1.20 m ²	\$34,888
Muro de 0,10m	1.19 m ²	\$34,434
Muro de 0,10m	4.55 m ²	\$132,083
Muro de 0,10m	1.44 m ²	\$41,786
Muro de 0,10m	4.11 m ²	\$119,323
Muro de 0,10m	2.71 m ²	\$78,633
Muro de 0,10m	2.78 m ²	\$80,699
Muro de 0,10m	1.85 m ²	\$53,771
Muro de 0,10m	0.60 m ²	\$17,541
Muro de 0,10m	0.98 m ²	\$28,364
Muro de 0,10m	1.51 m ²	\$43,853
Muro de 0,10m	1.63 m ²	\$47,366
Muro de 0,10m	1.64 m ²	\$47,445
Muro de 0,10m	0.58 m ²	\$16,807
Muro de 0,10m	0.76 m ²	\$21,924
Muro de 0,10m	1.81 m ²	\$52,467
Muro de 0,10m	1.86 m ²	\$53,901
Muro de 0,10m	0.71 m ²	\$20,648
Muro de 0,10m	1.50 m ²	\$43,607
Muro de 0,10m	0.75 m ²	\$21,692
Muro de 0,10m	0.62 m ²	\$18,096
Muro de 0,10m	1.57 m ²	\$45,596
Muro de 0,10m	1.70 m ²	\$49,244
Muro de 0,10m	1.86 m ²	\$53,915
Muro de 0,10m	8.68 m ²	\$251,715
Muro de 0,10m	0.85 m ²	\$24,748
Muro de 0,10m	0.88 m ²	\$25,660
Muro de 0,10m	0.46 m ²	\$13,215
Muro de 0,10m	0.02 m ²	\$441
Muro de 0,10m	0.50 m ²	\$14,595
Muro de 0,10m	1.05 m ²	\$30,407
Muro de 0,10m	1.26 m ²	\$36,540
Muro de 0,10m	0.95 m ²	\$27,536
Muro de 0,10m	5.19 m ²	\$150,467
Muro de 0,10m	1.16 m ²	\$33,539
Muro de 0,10m	9.58 m ²	\$277,889

Muro de 0,10m	4.60 m ²	\$133,393
Muro de 0,10m	1.77 m ²	\$51,243
Muro de 0,10m	2.01 m ²	\$58,350
Muro de 0,10m: 50	105.69 m ²	\$3,064,931
Muro de 0,20m		
Muro de 0,20m	0.43 m ²	\$12,398
Muro de 0,20m	3.08 m ²	\$89,438
Muro de 0,20m: 2	3.51 m ²	\$101,836
Muro de 0,25m		
Muro de 0,25m	8.33 m ²	\$241,447
Muro de 0,25m	2.85 m ²	\$82,650
Muro de 0,25m	3.62 m ²	\$104,966
Muro de 0,25m	22.10 m ²	\$640,984
Muro de 0,25m	3.29 m ²	\$95,325
Muro de 0,25m	0.43 m ²	\$12,398
Muro de 0,25m	11.63 m ²	\$337,212
Muro de 0,25m	15.93 m ²	\$462,113
Muro de 0,25m	34.12 m ²	\$989,548
Muro de 0,25m	11.69 m ²	\$338,873
Muro de 0,25m	3.80 m ²	\$110,200
Muro de 0,25m	0.11 m ²	\$3,233
Muro de 0,25m	29.52 m ²	\$856,148
Muro de 0,25m	1.72 m ²	\$49,880
Muro de 0,25m	1.08 m ²	\$31,320
Muro de 0,25m	6.78 m ²	\$196,684
Muro de 0,25m	3.08 m ²	\$89,438
Muro de 0,25m	5.16 m ²	\$149,640
Muro de 0,25m	2.48 m ²	\$71,972
Muro de 0,25m	1.73 m ²	\$50,308
Muro de 0,25m	1.78 m ²	\$51,738
Muro de 0,25m	1.79 m ²	\$52,029
Muro de 0,25m	1.79 m ²	\$52,029
Muro de 0,25m	1.57 m ²	\$45,481
Muro de 0,25m	2.13 m ²	\$61,723
Muro de 0,25m	2.13 m ²	\$61,723
Muro de 0,25m	1.62 m ²	\$46,984
Muro de 0,25m	1.36 m ²	\$39,440
Muro de 0,25m	4.64 m ²	\$134,626
Muro de 0,25m	3.56 m ²	\$103,377
Muro de 0,25m: 30	191.84 m ²	\$5,563,488
Muro tolete 0,15m		
Muro tolete 0,15m	3.85 m ²	\$111,593
Muro tolete 0,15m	7.01 m ²	\$203,319
Muro tolete 0,15m	4.70 m ²	\$136,161
Muro tolete 0,15m	3.53 m ²	\$102,486
Muro tolete 0,15m	4.19 m ²	\$121,409
Muro tolete 0,15m	1.11 m ²	\$32,318
Muro tolete 0,15m	2.82 m ²	\$81,703
Muro tolete 0,15m	0.68 m ²	\$19,836
Muro tolete 0,15m	7.11 m ²	\$206,064
Muro tolete 0,15m	0.43 m ²	\$12,398
Muro tolete 0,15m	0.23 m ²	\$6,612

Muro tolete 0,15m	1.63 m ²	\$47,271
Muro tolete 0,15m	9.14 m ²	\$265,035
Muro tolete 0,15m	4.22 m ²	\$122,373
Muro tolete 0,15m	5.63 m ²	\$163,136
Muro tolete 0,15m	4.58 m ²	\$132,855
Muro tolete 0,15m	4.70 m ²	\$136,372
Muro tolete 0,15m	2.17 m ²	\$62,814
Muro tolete 0,15m	2.33 m ²	\$67,425
Muro tolete 0,15m	4.95 m ²	\$143,689
Muro tolete 0,15m	5.84 m ²	\$169,432
Muro tolete 0,15m	14.65 m ²	\$424,964
Muro tolete 0,15m	1.91 m ²	\$55,289
Muro tolete 0,15m	6.48 m ²	\$187,888
Muro tolete 0,15m	6.11 m ²	\$177,144
Muro tolete 0,15m	16.04 m ²	\$465,197
Muro tolete 0,15m	1.91 m ²	\$55,289
Muro tolete 0,15m	2.14 m ²	\$61,988
Muro tolete 0,15m	8.58 m ²	\$248,886
Muro tolete 0,15m	43.56 m ²	\$1,263,161
Muro tolete 0,15m	16.45 m ²	\$477,106
Muro tolete 0,15m	4.28 m ²	\$123,975
Muro tolete 0,15m	1.03 m ²	\$29,754
Muro tolete 0,15m	13.88 m ²	\$402,522
Muro tolete 0,15m	2.14 m ²	\$61,988
Muro tolete 0,15m	10.29 m ²	\$298,475
Muro tolete 0,15m	1.71 m ²	\$49,590
Muro tolete 0,15m	1.40 m ²	\$40,487
Muro tolete 0,15m	4.43 m ²	\$128,404
Muro tolete 0,15m	3.28 m ²	\$95,048
Muro tolete 0,15m	11.42 m ²	\$331,180
Muro tolete 0,15m	0.86 m ²	\$24,795
Muro tolete 0,15m	6.23 m ²	\$180,758
Muro tolete 0,15m	6.28 m ²	\$182,245
Muro tolete 0,15m	6.63 m ²	\$192,329
Muro tolete 0,15m	6.49 m ²	\$188,355
Muro tolete 0,15m	0.10 m ²	\$2,891
Muro tolete 0,15m	0.34 m ²	\$9,918
Muro tolete 0,15m	4.62 m ²	\$133,878
Muro tolete 0,15m	4.50 m ²	\$130,609
Muro tolete 0,15m	6.53 m ²	\$189,341
Muro tolete 0,15m	4.58 m ²	\$132,824
Muro tolete 0,15m	4.74 m ²	\$137,460
Muro tolete 0,15m	5.01 m ²	\$145,425
Muro tolete 0,15m	3.42 m ²	\$99,081
Muro tolete 0,15m	5.98 m ²	\$173,529
Muro tolete 0,15m	1.17 m ²	\$34,014
Muro tolete 0,15m	1.60 m ²	\$46,400
Muro tolete 0,15m	13.32 m ²	\$386,272
Muro tolete 0,15m	2.92 m ²	\$84,683
Muro tolete 0,15m	2.97 m ²	\$86,069
Muro tolete 0,15m	0.42 m ²	\$12,180
Muro tolete 0,15m	1.68 m ²	\$48,723

Muro tolete 0,15m	0.86 m ²	\$25,080
Muro tolete 0,15m	13.55 m ²	\$392,871
Muro tolete 0,15m	11.60 m ²	\$336,400
Muro tolete 0,15m	0.80 m ²	\$23,200
Muro tolete 0,15m	19.49 m ²	\$565,121
Muro tolete 0,15m	3.45 m ²	\$99,978
Muro tolete 0,15m	9.05 m ²	\$262,543
Muro tolete 0,15m	8.57 m ²	\$248,623
Muro tolete 0,15m	0.52 m ²	\$15,080
Muro tolete 0,15m	3.01 m ²	\$87,221
Muro tolete 0,15m	8.25 m ²	\$239,113
Muro tolete 0,15m	3.45 m ²	\$99,978
Muro tolete 0,15m	19.45 m ²	\$564,085
Muro tolete 0,15m	11.60 m ²	\$336,400
Muro tolete 0,15m	13.76 m ²	\$399,164
Muro tolete 0,15m	0.72 m ²	\$20,880
Muro tolete 0,15m	8.93 m ²	\$258,833
Muro tolete 0,15m	2.30 m ²	\$66,726
Muro tolete 0,15m	3.22 m ²	\$93,437
Muro tolete 0,15m	6.24 m ²	\$181,016
Muro tolete 0,15m	3.12 m ²	\$90,459
Muro tolete 0,15m	5.60 m ²	\$162,456
Muro tolete 0,15m	1.60 m ²	\$46,400
Muro tolete 0,15m	5.18 m ²	\$150,343
Muro tolete 0,15m	1.72 m ²	\$49,863
Muro tolete 0,15m	1.01 m ²	\$29,356
Muro tolete 0,15m	8.66 m ²	\$251,247
Muro tolete 0,15m	0.32 m ²	\$9,280
Muro tolete 0,15m	1.35 m ²	\$39,021
Muro tolete 0,15m	1.65 m ²	\$47,843
Muro tolete 0,15m	0.13 m ²	\$3,885
Muro tolete 0,15m	4.09 m ²	\$118,610
Muro tolete 0,15m: 95	526.17 m ²	\$15,258,925
sillar de cubierta		
sillar de cubierta	3.70 m ²	\$107,372
sillar de cubierta	4.84 m ²	\$140,274
sillar de cubierta	0.87 m ²	\$25,099
sillar de cubierta	0.84 m ²	\$24,325
sillar de cubierta	0.21 m ²	\$6,044
sillar de cubierta	1.27 m ²	\$36,771
sillar de cubierta	0.17 m ²	\$4,884
sillar de cubierta	0.67 m ²	\$19,314
sillar de cubierta	4.47 m ²	\$129,614
sillar de cubierta	3.16 m ²	\$91,539
sillar de cubierta	3.92 m ²	\$113,575
sillar de cubierta	5.71 m ²	\$165,684
sillar de cubierta	5.71 m ²	\$165,684
sillar de cubierta	3.62 m ²	\$104,864
sillar de cubierta	0.22 m ²	\$6,264
sillar de cubierta	8.25 m ²	\$239,327
sillar de cubierta: 16	47.61 m ²	\$1,380,636
Total general: 193	874.82 m²	\$25,369,815

Tabla 7. Cantidades de ventanas

Cantidades de ventanas					
Descripción de ventana	Tipo	Anchura	Altura	Area	Costo
M_Deslizante con cubrejuntas	Ventanal 0.8	0.80 m	0.50 m	0.40 m ²	\$48,000
M_Deslizante con cubrejuntas	Ventanal 2.66	2.66 m	2.80 m	7.45 m ²	\$893,760
M_Deslizante con cubrejuntas	Ventanal 3.00	3.00 m	2.80 m	16.80 m ²	\$2,016,000
M_Deslizante con cubrejuntas	Ventanal 3.56	3.56 m	3.75 m	26.70 m ²	\$3,204,000
M_Deslizante con cubrejuntas	ventanal 4.00	4.00 m	2.35 m	9.40 m ²	\$1,128,000
M_Deslizante con cubrejuntas	ventanal 4.12	4.12 m	2.35 m	19.36 m ²	\$2,323,680
M_Deslizante con cubrejuntas	ventanal 4.68	4.68 m	3.75 m	35.10 m ²	\$4,212,000
M_Deslizante con cubrejuntas	ventanal 5.20	5.20 m	3.75 m	19.50 m ²	\$2,340,000
M_Deslizante con cubrejuntas	Ventanal 10.69	5.35 m	3.75 m	40.09 m ²	\$4,810,500
M_Deslizante con cubrejuntas	Ventanal zona humeda	2.66 m	0.50 m	1.33 m ²	\$159,600
M_Ejemplar - Fijo	Ventana fijo 1.93	1.93 m	3.75 m	7.24 m ²	\$868,500
M_Montante	0610 x 0610 mm	10.35 m	0.65 m	6.73 m ²	\$807,300
				190.09 m²	\$22,811,340

Tabla 8. Cantidades de enchapes de ducha

Cantidades de enchapes de ducha		
Montaje de muro	Área	Costo
Enchape ducha		
Enchape ducha	3.85 m ²	\$192,566
Enchape ducha	6.51 m ²	\$325,325
Enchape ducha	0.73 m ²	\$36,338
Enchape ducha	0.17 m ²	\$8,550
Enchape ducha	1.67 m ²	\$83,650
Enchape ducha	1.48 m ²	\$74,100
Enchape ducha	2.43 m ²	\$121,699
Enchape ducha	3.19 m ²	\$159,600
Enchape ducha	3.23 m ²	\$161,396
Enchape ducha	3.22 m ²	\$161,109
Enchape ducha	1.67 m ²	\$83,649
Enchape ducha	0.38 m ²	\$19,238
Enchape ducha	1.51 m ²	\$75,525
Enchape ducha	4.08 m ²	\$204,000
Enchape ducha	4.05 m ²	\$202,541
Enchape ducha	4.12 m ²	\$206,117
Enchape ducha	4.11 m ²	\$205,729
Enchape ducha: 17	46.42 m ²	\$2,321,131
Total general: 17	46.42 m²	\$2,321,131

Tabla 9. Cantidades de instalaciones de fontanería

10 Cantidades de instalaciones de fontanería		
Descripción de unidad	Tipo	Costo
M_Fregadero armario-Redondo	482 x 482 mm	\$1,800,000
M_Fregadero de cocina-Simple	760 x 535 mm	\$250,000
M_Retrete-Doméstico-3D	M_Retrete-Doméstico-3D	\$2,450,000
		\$4,500,000

Tabla 10. Cantidades de Puertas

Cantidades de puertas						
Tipo	Anchura	Altura	Total	Grosor	Anchura real	Costo
Puerta madera 0.60 x 2.30	0.55 m	2.25 m	1	0.05 m	0.55	\$236,500
Puerta madera 0.60 x 2.30: 1			1			\$236,500
Puerta madera 0.90 x 2.30	0.85 m	2.25 m	13	0.05 m	0.85	\$4,751,500
Puerta madera 0.90 x 2.30: 13			13			\$4,751,500
Puerta Ppal. 1.25 x 2.30	1.20 m	2.92 m	1	0.05 m	1.2	\$516,000
Puerta Ppal. 1.25 x 2.30: 1			1			\$516,000
Total general			15			\$5,504,000

Tabla 11. Cantidades de muebles de obra

Cantidades de muebles de obra		
Descripción de unidad	Tipo	Costo
M_Armario base-2 cajones	300 mm	\$400,000
M_Armario base-Puerta doble y 2 cajones	1.20 m	\$600,000
M_Armario base-Puerta doble y 2 cajones	600 mm	\$2,700,000
M_Armario base-Una puerta	300 mm	\$300,000
M_Armario de baño-Unidad de puerta doble con fregadero	0.7	\$400,000
M_Armario de baño-Unidad de puerta doble con fregadero	1000 mm	\$6,600,000
M_Encimera con fregadero	Profundidad 600 mm	\$2,500,000
M_Encimera de armario de baño con agujero para fregadero	Meson lavamanos 0.70 m	\$250,000
M_Encimera de armario de baño con agujero para fregadero	Meson lavamanos 1.00 m	\$3,850,000
M_Encimera-Isla	Profundidad 1220 mm	\$2,000,000
		\$19,600,000

Tabla 12. Cantidades de vigas estructurales y apuntalamientos

Cantidades de vigas estructurales y apuntalamientos			
Elemento estructural	Tipo	Volumen	costo
M Hormigón-Viga rectangular			
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.26	\$72,901
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.31	\$88,013
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.31	\$87,943
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.31	\$88,013
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.69	\$192,287
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.31	\$86,190
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.31	\$86,228
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.31	\$86,228
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0	\$70
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.29	\$80,784
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.33	\$91,179
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.33	\$91,179
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.33	\$91,179
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.18	\$49,851
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.35	\$98,270
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0	\$720
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.35	\$98,942
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.35	\$98,942
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.35	\$98,990
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.35	\$98,990
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.35	\$98,942
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.2	\$56,515
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.2	\$57,082
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.2	\$57,082
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.18	\$51,429
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.07	\$19,656
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.03	\$8,652
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.04	\$10,326
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0	\$410
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.59	\$166,305
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.61	\$171,467
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.56	\$157,187
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.63	\$177,323
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.63	\$177,114
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.71	\$197,828
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.09	\$26,189
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0	\$143
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.04	\$11,796
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.08	\$23,658
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.04	\$12,321
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.26	\$73,081
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.32	\$88,825
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0	\$117
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.34	\$95,592
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m		

M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.08	\$22,344
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.05	\$15,008
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.15	\$40,824
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.61	\$171,467
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.08	\$21,588
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m		
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.22	\$62,059
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.08	\$23,233
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m	0.03	\$7,774
Viga Fundacion 0.15 x 0.45 m: 54		13.54	\$3,790,240
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m	0.3	\$85,030
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m	0.23	\$64,365
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m	0.22	\$62,476
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m	0.27	\$74,979
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m	0.27	\$75,412
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m	0.09	\$24,331
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m	0.31	\$87,360
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m	0.48	\$133,990
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m	0.35	\$99,052
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m	0.48	\$133,670
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m	0.32	\$88,824
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m	0.22	\$62,047
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m	0.32	\$89,176
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m	0.36	\$101,274
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m	0.67	\$187,927
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m	0.23	\$63,110
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m	0.1	\$26,732
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m	0.48	\$134,452
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m	0.64	\$178,587
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m	0.03	\$7,669
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m	0.18	\$50,780
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m	0.29	\$80,995
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m	0.16	\$45,698
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m	0.31	\$85,883
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m	0.09	\$25,174
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m	0.03	\$7,119
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m	0.65	\$181,023
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m	0.58	\$161,715
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m	0.1	\$26,936
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m	0.38	\$105,052
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m	0.07	\$19,058
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m	0	\$299
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m	0.18	\$50,803
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m	0.1	\$28,420
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m	0.1	\$28,334
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m		
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m	0	\$88
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m	0	\$160
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m	0.18	\$51,245
Viga Fundacion 0.25 x 0.45 m: 39		9.75	\$2,729,243
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.30 x 0.45 m	0.63	\$175,042
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.30 x 0.45 m	0.22	\$61,201

M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.30 x 0.45 m	0.17	\$47,428
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.30 x 0.45 m	0.47	\$130,370
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.30 x 0.45 m	0.47	\$130,460
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.30 x 0.45 m	0.33	\$93,411
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.30 x 0.45 m		
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.30 x 0.45 m	0.28	\$79,391
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.30 x 0.45 m	0.65	\$180,780
Viga Fundacion 0.30 x 0.45 m: 9		3.21	\$898,083
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.35 x 0.45 m	0.62	\$172,437
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.35 x 0.45 m	0.49	\$137,245
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.35 x 0.45 m	0.52	\$145,378
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.35 x 0.45 m	0.16	\$43,897
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.35 x 0.45 m	0.13	\$37,042
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Fundacion 0.35 x 0.45 m	0	\$622
Viga Fundacion 0.35 x 0.45 m: 6		1.92	\$536,620
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.26	\$72,707
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.08	\$21,007
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.25	\$70,829
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.08	\$22,739
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.97	\$272,319
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	1.22	\$342,131
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	1.22	\$341,086
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.92	\$258,416
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	1	\$281,105
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	1.05	\$293,701
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	1.05	\$293,937
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	1.01	\$281,465
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	1	\$281,006
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	1.02	\$284,224
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.96	\$268,206
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.75	\$208,685
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.08	\$22,570
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.48	\$133,045
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.48	\$133,201
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.08	\$21,370
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.85	\$239,345
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.05	\$14,238
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	1.07	\$299,187
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.76	\$211,516
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.76	\$211,516
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.76	\$211,556
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.76	\$211,564
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.76	\$211,632
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.76	\$211,516
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.76	\$211,516
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.76	\$211,516
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.76	\$211,628
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.94	\$263,261
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0	\$574
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.13	\$36,729
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.03	\$8,297

M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.84	\$234,742
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.11	\$30,120
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.07	\$20,741
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.03	\$8,474
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.08	\$23,789
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0	\$46
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m		
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.01	\$3,839
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.61	\$170,512
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.26	\$72,962
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0	\$1,051
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.05	\$15,287
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.22	\$62,512
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.03	\$8,241
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.03	\$7,802
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.18	\$49,814
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.18	\$49,250
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.01	\$2,712
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0	\$425
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0	\$96
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0	\$535
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.06	\$17,228
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.06	\$17,038
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.05	\$14,241
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m	0.03	\$8,518
Viga Nivel 0.5 de 0.15 x 0.45 m: 62		27.5	\$7,700,827
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.25 x 0.45 m	0.16	\$46,150
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.25 x 0.45 m	1.54	\$430,693
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.25 x 0.45 m	1.11	\$311,503
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.25 x 0.45 m	0.74	\$207,300
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.25 x 0.45 m	0.21	\$57,871
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.25 x 0.45 m	1.24	\$347,492
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.25 x 0.45 m	1.11	\$309,875
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.25 x 0.45 m	1.08	\$302,049
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.25 x 0.45 m	1.11	\$309,938
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.25 x 0.45 m	1.11	\$311,287
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.25 x 0.45 m	0.9	\$251,869
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.25 x 0.45 m	0.28	\$77,727
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.25 x 0.45 m	0.63	\$176,006
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.25 x 0.45 m	0.42	\$117,974
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.25 x 0.45 m	1.54	\$430,578
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.25 x 0.45 m	0.43	\$120,051
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.25 x 0.45 m	0.98	\$274,494
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.25 x 0.45 m	0.18	\$49,453
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.25 x 0.45 m	0	\$28
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.25 x 0.45 m	0.69	\$193,991
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.25 x 0.45 m	0	\$182
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.25 x 0.45 m	0.12	\$32,347
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.25 x 0.45 m	0.88	\$246,160
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.25 x 0.45 m	0.11	\$30,851
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.25 x 0.45 m	0.04	\$10,058
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.25 x 0.45 m	1.52	\$425,285

M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.25 x 0.45 m	0.13	\$37,387
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.25 x 0.45 m	0.34	\$95,240
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.25 x 0.45 m	0.59	\$166,367
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.25 x 0.45 m	0.01	\$3,236
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.25 x 0.45 m	0	\$907
M Hormigón-Viga rectangular	Viga Nivel 0.5 de 0.25 x 0.45 m	0.44	\$123,660
Viga Nivel 0.5 de 0.25 x 0.45 m: 32		19.64	\$5,498,008
M Hormigón-Viga rectangular: 202		75.55	\$21,153,022
Total general: 202		75.55	\$21,153,022

6. CONCLUSIONES

- Se logro con el modelo estudiado, una integración de la información, que permite en cualquier momento generar ilimitadas vistas de forma automática y cantidades de obra con sus costos actualizadas en todo momento.
- La visualización 4D, permite ver claramente el proceso de construcción, lo cual contribuyo para el entendimiento por parte de la mano de obra en el proyecto real.
- El proceso de modelamiento 3D y de la visualización en 4D, permitió un orden, una estructura de trabajo y un control sobre las actividades y los detalles constructivos, que se reflejara en una mayor eficiencia a lo largo del proyecto.
- Las cantidades de obra y sus costos fueron prácticamente las mismas a las realizadas manualmente en la etapa de presupuesto de obra (en esta etapa no se había iniciado actividades con las tecnologías BIM), logrando de forma automática lo hecho durante varias semanas de trabajo.
- El manejo de la tecnología BIM en los proyectos de construcción va mas alla que adquirir los programas que lo conforman y manejar las respectivas herramientas que permiten su uso, requiere de una canalización de la información entre los diferentes grupos que participan en el desarrollo de un proyecto, evitando la fragmentación que existe actualmente y asi generar productos de altísima calidad.

BIBLIOGRAFÍA

Autodesk Inc. Modelado de información para la edificación. (consultado agosto 2011)
http://www.autodesk.es/adsk/servlet/index?siteID=455755&id=10200355&DCMP=DMC-BIM_ES_DM

CIFE - Center for Integrated Facility Engineering. Stanford University (consultado octubre 2011). <http://cife.stanford.edu/>

Eastman, C. Teicholz, P. Sacks, R. Liston, K. (2008). BIM Handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers, and contractors, New Jersey: John Willey & Sons, Inc. p.p. 16- 21.

Hardin Brad. (2009). BIM and Construction Management. Jonh Wiley & Sons Inc. Indianapolis. p.p. 3-4

Plataforma BIM: Tecnología 3D al Servicio de los Profesionales de la Construcción. (consultado agosto 2011). <http://www.duoc.cl/serviciosTIC/?p=986>

Sinclair Knight Merz. El poder del modelamiento de información de edificación. (consultado julio 2011). <http://www.globalskm.com/Knowledge-and-Insights/Achieve-Magazine/Issue2-2010-Esp/article6.aspx>

Tulke, J. and Hanff, J. (2007). 4D construction sequence planning – new process and data model”, Proceedings of CIB-W78 24th International Conference on Information Technology in Construction, Maribor, Slovenia, pp. 79-84.

Vico Software Inc. (consultado octubre 2011). <http://www.vicosoftware.com/bim-construction-software/company/tabid/46372/Default.aspx>

ANEXO 2. Memorias digitales que incluyen:

- Planos arquitectónicos y estructurales DWG.
- Modelo virtual realizado en REVIT ARCHITECTURE de AUTODESK
- Archivos de cantidades de obra con su correspondiente costo en MICROSOFT EXCEL exportados de la aplicación REVIT ARCHITECTURE
- Programación de obra en el software MICROSOFT PROJECT
- Modelo de visualización CAD 4D en el software NAVISWORKS MANAGE de AUTODESK