



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
PROGRAMA DE MAESTRÍA Y DOCTORADO EN INGENIERÍA
INGENIERÍA CIVIL – GESTIÓN ADMINISTRATIVA DE LA CONSTRUCCIÓN.

**APLICACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE MODELOS DE INFORMACIÓN
(BIM) A LA EJECUCIÓN DE UN PROYECTO DE EDIFICACIÓN.**

TESIS.

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:
MAESTRO EN INGENIERÍA

PRESENTA:

YOLANDA MELÉNDEZ ALCARAZ.

TUTOR:

ING. MENDOZA SÁNCHEZ ERNESTO RENÉ, FACULTAD DE INGENIERÍA.

MÉXICO, D. F. ABRIL 2013.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: M. I. DÍAZ DÍAZ SALVADOR.

SECRETARIO: M. I. MENDOZA ROSAS MARCO TULIO.

VOCAL: ING. MENDOZA SÁNCHEZ ERNESTO RENÉ.

1 ER. SUPLENTE: DR. MEZA PUESTO JESÚS HUGO.

2 D O. SUPLENTE: M. I. CANDELAS RAMÍREZ LUIS.

LUGAR O LUGARES DONDE SE REALIZÓ LA TESIS: MÉXICO, D.F.

TUTOR DE TESIS:

ING. MENDOZA SÁNCHEZ ERNESTO RENÉ.

*“Si buscas resultados distintos,
no hagas siempre lo mismo”. Albert Einstein.*

*A Carlos, mi esposo quien constantemente me impulsa
para conseguir nuevas metas
y por ser un ejemplo de tenacidad y superación.*

*A mi mamá, cercanía y compañía.
Por su gran apoyo y ser siempre
compañera de mis logros.*

*“Tratemos de no estorbar
en el divertido camino
rumbo al encuentro con uno mismo”. Germán Dehesa.*

*“Para las grandes metas se necesita
una combinación sosegada de
una voluntad decidida,
una mente clara, una visión definida,
una acción vigorosa, un corazón de fuego
y un trabajo de hierro”.*

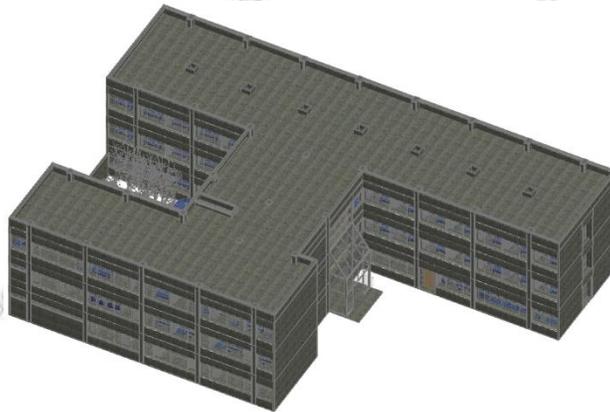
Agradecimientos:

- A la UNAM y a la Facultad de Ingeniería, por otorgarme esta oportunidad de crecer y complementarme.
- Al Ing. Ernesto Mendoza Sánchez, gracias por su apoyo, amabilidad y disponibilidad que me ayudaron a poder completar este ciclo.
- Al M.I. Octavio García Domínguez, por permitirme participar en este proyecto.
- A mis profesores, por todos los conocimientos que me compartieron y que me ayudaron a ampliar la visión de mi profesión.
- A mis amigos Claudia, Cristóbal y Alberto, por los momentos que compartimos y por brindarme su amistad sincera.



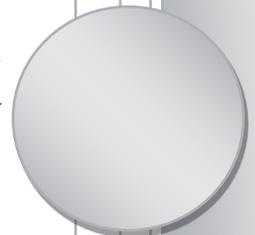
Resumen:

Esta tesis tiene como finalidad el demostrar la importancia del uso de los modelos de información BIM para representar de manera más realista y detallada los proyectos, con lo cual se puede desarrollar una herramienta que permita optimizar, documentar y apoyar la toma de decisiones en la ejecución de la obra. El modelo BIM se aplicó utilizando el Programa AutoCAD Architecture a un proyecto ejecutivo de edificación de una remodelación y ampliación de un edificio comprobando su eficacia y eficiencia en la correlación que se mantiene con todos los planos que conforman el proyecto ejecutivo, mismos que se mantienen actualizados de manera precisa ante cualquier cambio que se realice en el modelo tridimensional.



Abstract:

This document demonstrates of use of the Building Information Modeling in the development of realistic and detailed documentation for construction projects, leading in tools that allow us to make optimistic decisions and documentation. AutoCAD Architecture BIM project was performed on building expansion of facilities where this tool was proven maintaining an accurate correlation with all project drawings and the 3D model.



Introducción.	7
Capítulo 1. Conceptos generales.....	12
1.1 Sistema de información.	12
1.1.1 Explicación de sistema de información.	12
1.1.2 Descripción de sus diferentes componentes.	15
1.2 La administración del conocimiento.	21
1.2.1 Definición.	21
1.2.2 Conceptos utilizados.	22
1.2.3 Ciclo de la Administración del conocimiento.	26
1.2.4 Proceso de implementación.	27
1.3 La administración de proyectos.....	29
1.3.1 Definición.	29
1.3.2 Componentes.	30
1.3.3 El proceso productivo en la construcción.....	30
Conclusiones del capítulo.	33
Capítulo 2. El Proyecto Ejecutivo.	34
2.1 Características de un proyecto de edificación.	34
2.2 Especialidades que participan en un proyecto ejecutivo de edificación.	36
2.3 Elementos que componen un proyecto ejecutivo.	37
2.3.1 Los planos constructivos, sus características y la Información complementaria.....	37
2.3.2 El Presupuesto del Proyecto.	38
2.3.3 La Planeación del proyecto.	41
2.3.4 Programación del proyecto.	42

Conclusiones del capítulo.	44
Capítulo 3. Tecnologías de Modelos de Información (Building Information Modeling, BIM).	45
3.1 Descripción y Características de un Modelo de Información.....	45
3.2 Ventajas de la generación de un Modelo BIM.	47
3.3 Programas que trabajan con los Modelos de Información.	52
3.3.1 Comparativo de trabajo de Architecture y Revit.	52
3.4 Herramientas de apoyo para la cuantificación y la elaboración de números generadores.	60
3.4.1 Uso de las herramientas propias de los programas de cómputo para la cuantificación de materiales.	60
3.4.2 Desarrollo de programas personales para facilitar la cuantificación y números generadores de cantidades de obra para la construcción.....	75
Conclusiones del capítulo.	81
Capítulo 4. Ejemplo del desarrollo de un proyecto ejecutivo de edificación utilizando las Tecnologías de Modelos de Información BIM.	82
4.1 Descripción del proyecto.	82
4.2 Constructores en 3D del Modelo del Proyecto.	84
4.3 Elementos en 3D que se usaron en el Proyecto.....	101
4.4 Vistas en planta de cada nivel, cortes, fachadas y detalles.	110
Conclusiones del capítulo.	138
Conclusiones Generales.	139
Bibliografía.	141
Referencias de internet.	142
Apéndice I. Planos constructivos del proyecto.	143

INTRODUCCIÓN.

En la actualidad se cuenta con diferentes tipos de herramientas tecnológicas, equipos y programas de cómputo; que permiten realizar las actividades laborales con mayor facilidad y en menor tiempo, pero al mismo tiempo nos compromete a realizar trabajos con mayor calidad y detalle que sirvan para completar el círculo de producción que le corresponda a cada trabajo. En el caso de los proyectos ejecutivos, el uso de Tecnologías de Modelos de Información (Building Information Modeling, BIM) como los programas de Autodesk Architecture y Revit; este compromiso nos lleva y nos ayuda a definir mejor todas las características que componen dicho proyecto y también a visualizar de forma previa cómo quedará realmente al finalizar su construcción; nos permite revisar interferencias, alturas, resolver detalles constructivos, localizar las trayectorias de las instalaciones y prever su interacción con la estructura, es decir, resolver desde la oficina y de manera electrónica, con computadoras, los detalles necesarios para facilitar la ejecución de los trabajos ahorrando con esto dinero y tiempo durante la realización de la obra.

El dibujo del modelo en 3D, permite obtener los planos necesarios para explicar completamente el proyecto y como cada plano se obtiene del modelo, coincide perfectamente en cada uno de sus niveles, cortes, fachadas, etc. y permite también crear detalles con mayor escala y definición que ayuden para su correcta construcción.

En los primeros capítulos de esta tesis se revisa el marco teórico que precede al trabajo con los Modelos de información BIM, se repasan conceptos como los sistemas de Información y las herramientas administrativas para el desarrollo del proyecto ejecutivo. Posteriormente se abordará el tema del trabajo con BIM y su aplicación en un proyecto de edificación.

En las empresas son primordiales los sistemas de información, ya que de ellos depende la correcta realización de las tareas que se desempeñan. El sistema de información es algo que no se puede delimitar, es integral y forma parte de cada uno de los sistemas de la empresa.

En el sistema de información es muy importante el flujo de información, ya sea por medio de llamadas telefónicas, memoranda, informes, formularios, entrevistas personales, etc. Para este flujo de información se debe buscar el método apropiado y debe apoyarse en una retroalimentación. Cabe mencionar que el sistema de información se debe adecuar a la empresa dependiendo de sus características.

*“En resumen, se desarrolla un sistema de información en respuesta a las necesidades que se tiene de datos exactos, oportunos y significativos, con el fin de poder planear, analizar, controlar (administrar) y realizar las actividades de la empresa (producir), para optimizar su supervivencia y su crecimiento. El sistema de información realiza esta labor, proporcionando medios para la entrada, el procesamiento y la salida de datos, además de una red de decisión-retroalimentación que ayuda a la empresa a responder a los cambios presentes y futuros en el ambiente interno y externo de la organización”.*¹

En las empresas constructoras, un sistema de información es la planeación, que es una etapa muy importante en el desarrollo del proyecto ejecutivo, el cual a su vez también es un sistema de información en el que se usan todos los componentes del sistema para poder definirlo de forma lo suficientemente clara para una buena ejecución durante la construcción. Con un proyecto ejecutivo bien definido se puede tener una buena planeación, lo que ayudará a obtener presupuestos muy cercanos a la realidad y con esto tener una buena administración de recursos y una adecuada procuración de materiales.

¹ TOLOSA DZUL FREDDY ADRIÁN, Análisis de los aspectos técnicos de los programas de precios unitarios en la licitación de obras. Tesis maestría, 2004. Facultad de Ingeniería, UNAM. México. Págs. 40-43

Desafortunadamente, debido a las premuras que ocasiona el ritmo de vida actual, muchas personas piensan que planear y desarrollar un proyecto ejecutivo completo y claro es perder tiempo y dinero, sin embargo es totalmente lo contrario, ya que la ejecución de la obra será más controlada y con un flujo más adecuado.

Cuando se diseña, rara vez se mantiene el proyecto sin cambios a la hora de la ejecución, éstos cambios son más fáciles, exactos y rápidos si desde el principio se hace una buena planeación y en el proyecto se utilizan los programas de cómputo adecuados basados en el sistema BIM, lo que permitirá realizar estos cambios de manera sencilla, rápida y por lo tanto con un menor costo y tiempo. Esto se pretende demostrar a través de esta tesis, en donde se conocerá cómo trabaja el sistema BIM y de qué manera se pueden obtener mejores resultados en el proyecto ejecutivo para que sea realmente una herramienta que apoye a un mejor desarrollo de su construcción.

OBJETIVO GENERAL.

Demostrar que es necesario y conveniente definir y detallar mejor la información del proyecto ejecutivo y detalles constructivos, utilizando el sistema de Tecnologías de Modelos de Información (BIM), con programas de cómputo como AutoCAD Architecture y/o Revit, para facilitar la ejecución de la obra, definiendo en lo posible, todos los detalles necesarios para lograr una mayor fluidez y mejores resultados al momento de construir.

OBJETIVOS PARTICULARES.

- Mostrar cómo funciona el sistema del Manejo de un Modelo Constructivo (BIM). Sus características y ventajas.
- Aplicar el programa de cómputo AutoCAD Architecture en el desarrollo del Modelo tridimensional (BIM) del cual se obtienen todos los planos necesarios para la definición de un proyecto ejecutivo.

HIPÓTESIS.

- Con el uso del sistema de Tecnologías de Modelos de Información (BIM) en 3D se pueden definir con mayor detalle todos los elementos del proyecto ejecutivo, procedimientos y detalles constructivos y por lo tanto, se podrá realizar la construcción más eficientemente, lo que permitirá un ahorro de tiempo en los cambios y adecuaciones que se realicen al proyecto y además se tendrá mayor veracidad en los planos correspondientes.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

Se realizó la investigación en el área y se realizó la capacitación en los diferentes programas aquí mencionados para conocer más a fondo sus herramientas y poder ver sus cualidades y alcances para realizar la aplicación en esta investigación.

También se realizaron entrevistas con diferentes personas del medio, para ver qué tanto tenían conocimiento del sistema de Tecnologías de Modelos de Información (BIM) para el desarrollo de los proyectos ejecutivos y los beneficios que éste aporta.

Se aplicó el sistema de Tecnologías de Modelos de Información (BIM) en el desarrollo del ejemplo que se menciona en esta tesis para comprobar su eficiencia y facilidad de respuesta.

Capítulo 1. CONCEPTOS GENERALES.

1.1 SISTEMA DE INFORMACIÓN.

1.1.1 EXPLICACIÓN DE SISTEMA DE INFORMACIÓN.

En toda empresa se cuenta con recursos para poder desempeñar los trabajos, estos recursos pueden ser desde humanos y hasta equipos y maquinarias; del correcto desempeño de estos recursos dependerá el resultado de los trabajos realizados y, en ocasiones, también dependerá de la correcta interacción entre todas las partes.

DEFINICIÓN SISTEMA.

Sistema es el conjunto de elementos íntimamente relacionados.

Las empresas constructoras, como todas las empresas, se pueden considerar como un sistema formado por subsistemas, de los cuales podemos decir se dividen en dos:

- Sistema de administración, como su nombre lo dice, allí se realiza todo lo administrativo como son los contratos, los pagos, tanto de los trabajadores como a las obligaciones (impuestos, cámaras, etc.); también aquí se manejan los cobros y demás actividades administrativas
- Sistema de producción, que es en donde se realizan las actividades propias de la empresa, tales como estudios, licitaciones, proyectos, etc., todo esto dividido en departamentos especializados como son : planeación, programación, costos, proyectos, etc.

Estos dos sistemas deben interactuar entre sí, lo que es fácil para una empresa pequeña, pero más complejo para una grande y requiere mayores esfuerzos.

Se debe considerar que dentro de los sistemas ahora se tiene la gran ventaja de contar con equipos y programas que nos pueden ayudar a tener un mayor control de las actividades y permiten dar seguimiento a las mismas, pero debemos recordar que es importante conocer y saber utilizar esos equipos para poder obtener resultados satisfactorios.

Entre los sistemas podemos mencionar los sistemas de información los cuales podemos definirlos como:

"un conjunto de elementos humanos, técnicos, tecnológicos, etc. Interconectados entre sí, que se encaminan a la comunicación integral entre los elementos de la organización con objetivos bien especificados y con el fin de que el desempeño sea como una sola unidad" ²

También de un sistema de información

"Se puede decir que es el sistema nervioso central de la empresa, la que la hace funcionar (bien o mal) y determina el grado de éxito que se tiene en las actividades que se realizan. Por lo tanto, el sistema de información no sólo es el vínculo entre las partes si no que es la combinación de las partes".³

El sistema de información es algo que no se puede delimitar, es integral y forma parte de cada uno de los sistemas de la empresa.

Para el buen funcionamiento de este sistema es necesario mantener una correcta comunicación, la cual se logra apoyándose en la tecnología, tal como es el correo electrónico, llamadas telefónicas, memoranda, etc.; todo aquello que sirva para mantener en contacto las diferentes áreas de este sistema.

² Bocchino William A. Sistemas de información para la administración. 1era edición, Trillas, México, DF 1975 Pág. 16

³ TOLOSA DZUL FREDDY ADRIÁN, Análisis de los aspectos técnicos de los programas de precios unitarios en la licitación de obras. Tesis maestría, 2004. Facultad de Ingeniería, UNAM. México. Págs. 40-43

Cada empresa tendrá su sistema de comunicación adecuado a sus necesidades.

“se desarrolla un sistema de información en respuesta a las necesidades que se tiene de datos exactos, oportunos y significativos, con el fin de poder planear, analizar, controlar (administrar) y realizar las actividades de la empresa (producir), para optimizar su supervivencia y su crecimiento. El sistema de información realiza esta labor, proporcionando medios para la entrada, el procesamiento y la salida de datos, además de una red de decisión-retroalimentación que ayuda a la empresa a responder a los cambios presentes y futuros en el ambiente interno y externo de la organización”.⁴

ELEMENTOS INFORMÁTICOS DE UN SISTEMA DE INFORMACIÓN

INFORMACIÓN. Corresponde a los datos que se han organizado de modo que tengan significado y valor para el receptor. Este interpreta el significado y obtiene conclusiones e implicaciones.

SISTEMA. Conjunto de elementos que interactúan entre sí con un objetivo común.

SISTEMA DE INFORMACIÓN. La finalidad de los sistemas de información, como las de cualquier otro sistema dentro de una organización, es procesar entradas, mantener archivos de datos relacionados con la organización y producir información, reportes y otras salidas.

Los sistemas de información tienen una gran importancia en el desempeño de una empresa, de su correcta vinculación y combinación de cada una de sus partes depende el éxito de una empresa, por eso es importante conocer las partes que lo conforman y entenderlas, así como darse cuenta que un sistema de información va más allá de equipos o máquinas

⁴ Ibíd

interactuando y con operadores que las manejan, un sistema de información está formado por varias partes que son: Hardware, software, netware, humanware y firmware.

ELEMENTOS DEL SISTEMA DE INFORMACIÓN.

El Equipo computacional es el hardware necesario para que el Sistema de Información pueda funcionar.

El Recurso humano, humanware, que interactúa con el Sistema de Información, el cual está formado por las personas que utilizan el sistema, alimentándolo con datos o utilizando los resultados que genere.

Los programas (software) que son ejecutados por la computadora y producen diferentes tipos de resultados.

Las telecomunicaciones que son básicamente software y hardware, facilitan la transmisión de texto, datos, imágenes y voz en forma electrónica.

Procedimientos que incluyen las Políticas y reglas de operación, tanto en la parte funcional del proceso de negocio, como los mecanismos para hacer trabajar una aplicación en la empresa.

1.1.2 DESCRIPCIÓN DE SUS DIFERENTES COMPONENTES.

HARDWARE

Es el conjunto de elementos materiales que conforman una computadora, reconocida así por la Real Academia Española, aunque también se puede aplicar a otros equipos como algunos equipos militares, un equipo electrónico, informático o incluso algún robot. Generalmente se identifica dentro de este término a los elementos físicos de los equipos de cómputo.

Dentro de una computadora el principal elemento es el CPU (Central Unit of Procedure), dentro del cual se localizan los diferentes dispositivos tanto de

almacenaje de información como del procesamiento de la misma, estos componentes van desde la tarjeta madre, el procesador, que se podría considerar el cerebro, las tarjetas de gráficos, de sonido, etc. Y también como hardware se considera a los periféricos como son las unidades o dispositivos a través de los cuales existe la comunicación entre la computadora y el usuario. Como periféricos podríamos mencionar al disco duro (para almacenamiento interno de información), las memorias internas (RAM), el monitor, el teclado, el ratón, los lectores de discos, scanners, etc. considerando a estos como dispositivos de entrada de información y no se debe olvidar a los de salida como son: impresoras y plotters.

SOFTWARE.

“Se denomina software al conjunto de programas y procedimientos necesarios para hacer posible la realización de una tarea específica, en contraposición a los componentes físicos del sistema (hardware). Esto incluye aplicaciones informáticas tales como un procesador de textos, que permite al usuario realizar una tarea, y software de sistema como un sistema operativo, que permite al resto de programas funcionar adecuadamente, facilitando la interacción con los componentes físicos y el resto de aplicaciones.”⁵

“TIPOS:

a.- Sistema operativo: es el software que controla la ejecución de todas las aplicaciones y de los programas de software de sistema.

b.- Programas de ampliación: o también llamado software de aplicación; es el software diseñado y escrito para realizar una tarea específica, ya sea personal, o de procesamiento. Aquí se incluyen las bases de datos, tratamientos de textos, hojas electrónicas, gráficas, comunicaciones, etc..

c.- Lenguajes de programación: son las herramientas empleadas por el usuario para desarrollar programas, que luego van a ser ejecutados por el ordenador.”⁶

⁵

http://www.iesdionisioaguado.org/joomla/index.php?option=com_content&task=view&id=295&Itemid=96 Madrid, España 3-Julio-2007

⁶ <http://www.geocities.com/sfraul2003/definicion.html> 3-Julio-2007

El software más comúnmente usado en las empresas constructoras va desde el que sirve como herramientas generales MS Office, que incluye Word, Excel, Power Point; software especializado de programación como Microsoft Project, Primavera; los especializados en dibujo como los de la empresa AutoDesk: AutoCAD y/o AutoCAD Architecture, Revit, de Bentley: Microstation, etc, los que sirven para el trabajo de presupuestación: Neodata, Opus, etc los de cálculos estructural: Sap, Staad, así como programas que sirven y se adecuan a diferentes funciones como es el caso de MathCAD de MathSoft.

NETWARE.

Netware es el sistema de redes que comunica a las diferentes computadoras dentro de una empresa. Por medio de este sistema se puede hacer intercambio de información de una computadora a otra y también se pueden compartir recursos, como son los periféricos, impresoras, escáners, plotters, etc.

Estos sistemas ayudan al trabajo en equipo dentro de la empresa y ayuda a mantener contacto entre el personal de la misma aún que ellos se localicen en diferentes departamentos y por consiguiente a distancias grandes.

También se puede mencionar la red de información más grande que existe que es el Internet, con el cual no sólo se puede intercambiar la información de un departamento a otro dentro de una empresa sino que también se puede tener contacto con personas fuera de la ciudad y hasta del país. Este sistema sirve también para consultar información que pueda ser de utilidad para el trabajo que se está desempeñando.

HUMANWARE.

Este término se refiere al lado humano, el que hace que las máquinas funcionen, quienes hacen uso de la tecnología y también los que hacen posible el avance de la misma, se puede considerar desde el desarrollador, el proveedor, el comprador y hasta el usuario final.

El incluir al humanware como parte de los sistemas de información se busca dar al lado humano la importancia que tiene dentro de éste, ya que un hardware y un software dependen siempre del humanware para poder funcionar.

FIRMWARE.

Es un sistema interno que indica lo que se tiene que hacer, se almacena dentro del equipo de tal manera que aunque éste se apague no se pierde la información o instrucciones contenidas en el firmware.

Es una combinación de software y hardware en un conjunto de chips, permite a las computadoras tener una interfaz independiente para los dispositivos como tarjetas de gráficos. Esto permite a las tarjetas enchufar-y-funcionar (plug and play).

Si esto lo equiparamos a la empresa como un sistema, podríamos decir que es una combinación en donde se pueden tener módulos o esquemas fijos de trabajo que permiten hacer determinadas tareas de manera ventajosa e interconectada.

USOS DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN.

- Automatizar los procesos operativos.
- Proporcionar información que sirva de apoyo al proceso de toma de decisiones.

- Lograr ventajas competitivas a través de su implantación y uso.⁷

UTILIDAD DE LOS SISTEMAS DE INFORMACIÓN.

- Realizar cálculos numéricos de alta velocidad y alto volumen.
- Suministrar comunicación rápida, precisa y económica dentro y entre organizaciones.
- Almacenamiento de grandes cantidades de información en un espacio de fácil acceso.
- Permitir el acceso rápido y económico a una gran cantidad de información en todo el mundo.
- Aumentar la eficacia y la eficiencia de la gente que trabaja en grupos en un lugar o en diversas localidades.

TIPOS DE SISTEMAS DE INFORMACIÓN.

A. SISTEMAS TRANSACCIONALES.

Son los sistemas que logran la automatización de procesos operativos dentro de una organización, tales como pagos, cobros, pólizas, etc.

Sus principales características son:

- Logros significativos de mano de obra, debido a que automatizan tareas operativas de la organización.
- Intensa entrada y salida de información; sus cálculos o procesos suelen ser simples y poco complejos.
- Estos sistemas se encargan de integrar gran cantidad de información que se maneja en la organización.

⁷ <http://www.uv.mx/iiesca/mcgg/sistemas.ppt#292,3,SISTEMA> Flor Lucila Delfín Pozos Sistemas de información I. México, 7- Noviembre - 2006.

Son fáciles de justificar ante la dirección general, ya que sus beneficios son visibles y palpables. Son adaptables a paquetes de aplicación que se encuentran en el mercado.

B. SISTEMAS DE APOYO A LAS DECISIONES

- Suelen introducirse después de haber implantado los sistemas transaccionales más relevantes de la empresa, ya que estos constituyen su plataforma de información.
- La información que generan sirve de apoyo a los mandos intermedios y a la alta administración en el proceso de toma de decisiones.
- Suelen ser intensivos en cálculos y escasos en entradas y salidas de información.
- Apoyan la toma de decisiones que, por su misma naturaleza son repetitivas y estructuradas, así como no repetitivas y no estructuradas.

C. SISTEMAS ESTRATÉGICOS

Suelen desarrollarse dentro de la organización, por lo tanto no pueden adaptarse fácilmente a paquetes disponibles en el mercado.

Su forma de desarrollo se basa en incrementos y a través de su evolución dentro de la organización. Se inicia con un proceso o evolución y a partir de ahí se van agregando funciones o procesos.

Su función es agregar ventajas que sus competidores no poseen.

Apoyan el proceso de innovación del producto o procesos dentro de la empresa.

1.2 LA ADMINISTRACIÓN DEL CONOCIMIENTO.

1.2.1 DEFINICIÓN.

Con el avance de la tecnología y la globalización, las empresas mexicanas están cada vez más comprometidas a buscar opciones que les permitan destacar de entre las demás, lo cual se puede lograr a través del conocimiento y su forma de administrarlo. Lo que da una ventaja competitiva es la innovación, tomando en cuenta que innovación no sólo es crear nuevas cosas, sino crear nuevas metodologías y la aplicación de nuevos sistemas para realizar las que ya se han venido haciendo.

Ikuro Nonaka e Hirotaka Takeuchi mencionan que cuando las compañías innovan, no sólo procesan información del exterior al interior, para resolver problemas existentes y adaptarse al cambiante ambiente que los rodea. De hecho, crean nuevo conocimiento e información, del interior al exterior, para definir tanto los problemas como las soluciones y, en el proceso, recrear su ambiente.

La administración del conocimiento implica la conversión del conocimiento tácito (el que sabe un trabajador específico) en explícito (conocimiento documentado y replicable) para convertirlo en un activo estratégico de la organización. Su objetivo principal es lograr un aprendizaje organizacional.

Implica la adecuada explotación de datos e información para transformarlos en conocimiento y entendimiento.

La Administración del Conocimiento, también conocida como Gerencia del Conocimiento, pretende reducir los riesgos que existen en todos los proyectos por medio de estrategias, aunque se sabe que los riesgos no se pueden reducir a cero, se busca administrarlos y minimizarlos.

La Gerencia del Conocimiento es: *“El conjunto de procesos y sistemas que permiten que el Capital Intelectual de una organización aumente de forma significativa, mediante la gestión de sus capacidades de resolución de problemas de forma eficiente (en el menor espacio de tiempo posible), con el objetivo final de generar ventajas competitivas sostenibles en el tiempo”*.⁸

1.2.2 CONCEPTOS UTILIZADOS.

La Administración del Conocimiento implica la adecuada explotación de datos e información para transformarlos en conocimiento y entendimiento.

En la Administración del Conocimiento se utilizan los siguientes conceptos: datos, información, conocimiento, entendimiento y sabiduría, en muchas ocasiones estos conceptos se pueden confundir entre sí, por lo cual se dará una breve descripción de cada uno para poder diferenciarlos, generalmente se colocan en lo que se llama la Pirámide del Conocimiento (*Ver Figura 1-1*), aunque su posición dentro de la Pirámide no indica que uno sea de mayor importancia que el otro, ya que cada uno tiene características particulares que lo hacen valioso.

⁸ Carrión, J. (2005). Gestión del Conocimiento. <http://www.jlgcuc.es/gestion2.htm> Estudio de una plataforma para la Gestión del Conocimiento en las Matemáticas en México, José Luis García Cué, José Antonio Santizo Rincón, Colegio de Postgraduados, México, Domingo J. Gallego Gil, Universidad Nacional de Educación a Distancia, España, 30 - Marzo - 2011.



Figura 1-1 Pirámide del Conocimiento

DATOS:

“Conjunto de hechos discretos y objetivos sobre acontecimientos. Registros estructurados de transacciones. Sólo describen una parte de lo que sucedió; no incluyen opiniones ni interpretaciones, así como tampoco bases sólidas para la opción de medidas”⁹

Los datos se componen de símbolos que representan objetos, eventos y sus propiedades. Son productos de la observación. Las observaciones son realizadas ya sea por una persona o instrumentos, como termómetros, odómetros y velocímetros.

⁹ Davenport 2001. http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lad/rios_s_ag/capitulo2.pdf
México, 30 - Marzo - 2011.

INFORMACIÓN.

*“Mensaje, generalmente en forma de documento o de comunicación audible y visible, al igual que cualquier mensaje tiene un emisor y un receptor. La información se mueve en las organizaciones mediante redes formales (con infraestructura visible y definida) e informales (no tan visible)”.*¹⁰

Los datos que han sido procesados hasta dar lugar a un formato útil y manejable se conocen colectivamente como información. Por consiguiente la información también consta de símbolos que representan objetos, eventos y sus propiedades, pero la diferencia entre datos e información es su utilidad.

La información forma parte de descripciones y respuestas que comienzan con preguntas ¿Qué? ¿Cuándo? ¿Cuánto? ¿A qué hora? Se considera útil decidir qué hacer, no cómo hacerlo.

CONOCIMIENTO.

*“La mayoría de las personas tienen una idea intuitiva de que el conocimiento es más amplio, profundo y vasto que los datos y la información. El conocimiento es algo transmitido mediante medios estructurados tales como libros y documentos, y mediante contactos persona a persona que van desde conversaciones hasta aprendizajes”*¹¹

En el conocimiento se da mayor importancia a la experiencia personal, la abstracción y lo subjetivo, así como la inteligencia intuitiva. El conocimiento está contenido en instrucciones, se compone de un saber cómo y se puede adquirir por medio del ensayo y error, por experimentación.

El conocimiento responde a preguntas que empiezan con ¿Cómo?, es decir, todo aquello que generalmente sólo algunos miembros de la organización sabe por la experiencia pero no ha sido transformado en un conocimiento

¹⁰ Ibíd.

¹¹ Ibíd.

explícito. Es lo que comúnmente se conoce con el nombre de Saber cómo, Know How.

ENTENDIMIENTO.

El entendimiento se encuentra en las explicaciones, en las respuestas a las preguntas que comienzan con un ¿Por qué? Permiten revisar los acontecimientos para poder tomar acciones y mejorar los procedimientos para lograr mejores resultados.

“Es posible adquirir conocimiento por hacer algo incorrectamente, a condición de que podamos determinar la causa del error y corregirlo. Los errores se enmiendan mediante el ensayo y el error, pero esto a menudo resulta lento y costoso. Se dice que un error ha sido entendido cuando se le explica identificando las causas que lo produjeron. El entendimiento propicia y acelera la adquisición de conocimiento.

El entendimiento es necesario para determinar la relevancia de datos e información, comprendiendo por qué la situación es lo que es y cómo sus características se relacionan causalmente con nuestros objetivos”.¹²

SABIDURÍA.

Es la capacidad para percibir y evaluar las consecuencias, en el largo plazo, del comportamiento. Normalmente se le asocia con cierta disposición a realizar sacrificios en el corto plazo con vistas a lograr beneficios en el largo plazo. La sabiduría implica el uso adecuado de todo el aprendizaje organizacional para tomar decisiones estratégicas a lo largo del tiempo que garanticen el mayor de los éxitos.

¹² Russell L Ackoff 2000.

http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lad/rios_s_ag/capitulo2.pdf México, 30 - Marzo - 2011.

1.2.3 CICLO DE LA ADMINISTRACIÓN DEL CONOCIMIENTO.

Una organización de la era industrial generalmente se rige por procesos que idealmente han sido certificados (por ejemplo ISO9000). Ello implica que la organización controla sus procesos para que los productos y servicios siempre se hagan de la misma forma.

Este tipo de organizaciones corren el riesgo de quedarse estancadas con la globalización mundial al ser superadas por la competencia, pues no hay una estrategia de mejora continua donde se sistematice el aprendizaje y se aprenda constantemente de los errores y desviaciones.

La administración del conocimiento implica:

1. Tener un proceso tradicional
2. Controlar el proceso (medir desviaciones), en un proceso certificado se busca únicamente que estas desviaciones no sean mayores a cierto valor)
3. Analizar los errores y desviaciones (ellos son la fuente más valiosa de aprendizaje y mejora continua), entendiendo el por qué. No importa si la desviación sea buena ó mala, se puede aprender en ambos casos.
4. Documentar el cómo y entender el por qué. Aquí es cuando el conocimiento tácito se vuelve explícito, al entender cómo y por qué un producto ó servicio se hizo de mejor forma que otro.
5. Acción, no basta con entender la fuente de una desviación, hay que actuar en consecuencia mejorando el proceso con adecuaciones y capacitación acerca del nuevo conocimiento explícito.
6. Iteración, el nuevo proceso mejorado debe nuevamente de someterse al ciclo completo.¹³

¹³ http://axitia.com/html/administracion_del_conocimient.html México, 11- Abril -2011.

1.2.4 PROCESO DE IMPLEMENTACIÓN.

Para poder analizar el proceso de implantación de un sistema de administración de conocimientos en una empresa específica, nos enfocaremos en los pasos que menciona Roman (2001) para una firma de consultoría:

1. Un punto muy importante es que las organizaciones identifiquen en que áreas (nichos de mercado), se puede maximizar el beneficio, y solo después de que se hayan identificado las fortalezas, se debe de buscar que tecnología se debe de utilizar como herramienta e infraestructura para poder compartir la información.

2. Definir de qué manera podemos almacenar y distribuir la información, para lograr la maximización del uso de dicha información. La firma debe destinar tiempo para analizar. ¿Qué es lo que se ha aprendido con los clientes en el pasado? Discutir:

¿Cómo se puede aprovechar esta información? Y ¿Cómo se puede aplicar dicho conocimiento a otro cliente? Los resultados de estas reuniones deben de ser documentados, incluyendo las agendas, los procesos, y otra información potencial que se identifique que pueda ser de utilidad.

3. ¿De qué manera se puede capturar y almacenar la información para aprovechar al máximo los conocimientos que ya se tienen? Es necesario que la firma estandarice alguna manera para capacitar al personal, para que se utilicen las herramientas de manera efectiva y puedan tenerse beneficios de la implementación a corto plazo. Es necesario determinar en qué formatos se van a almacenar la información y considerar medios como audio y video. Es también necesario que el conocimiento almacenado realmente tenga un beneficio, y la manera de verificarlo, es probarlo en algún otro cliente.

Una vez que se tenga la seguridad de que el resultado fue el esperado, es necesario que esta información sea transmitida al área de entrenamiento, la cual será la responsable de difundirlo. También se puede optar por realizar algún artículo, el cual se pueda hacer público, dependiendo de las expectativas de la firma, o bien poderlo a disposición de otras firmas que no sean la competencia, de tal manera que lo puedan adquirir de igual manera a cómo funciona una franquicia, la cual paga regalías por el uso del “Know how”.

4. ¿Qué herramientas se tienen disponibles o se pueden adquirir para poder entregar y administrar la información a los usuarios de manera más eficiente? La mayor parte de la información que se puede rescatar de una experiencia con un cliente, se puede llevar a papel, por lo que es muy importante que se establezcan procedimientos para almacenarla, así como un directorio electrónico, en la Intranet en el cual se ponga a disposición de la firma y en el cual se puedan encontrar todos los tópicos y temas que se incluyen en el CBK (Center of Business Knowledge).

1.3 LA ADMINISTRACIÓN DE PROYECTOS.

1.3.1 DEFINICIÓN.

Existen diferentes definiciones de diversos autores de administración, a continuación se enuncian algunas:

Koontz y O'Donnell . . . "La dirección de un organismo social y su efectividad en alcanzar sus objetivos, fundada en la habilidad de conducir a sus integrantes".

Henry Fayol . . . "Administrar es planear, organizar, mandar, coordinar y controlar".

"Es el proceso de planear, organizar, dirigir y controlar la integración y el uso de los recursos, en un sistema global, para lograr los objetivos de la organización con la máxima eficacia y eficiencia" ¹⁴

La Administración de proyectos, aunque parezca complicada es únicamente:

"Un sistema para administrar tareas, recursos y costos de manera eficaz"¹⁵

Para administrar los proyectos se cuenta con software especializado como Microsoft Project que ayuda a realizar la administración en menor tiempo y de manera más eficaz.

"Administrar proyectos es cuestión de equilibrar tres conceptos: ámbito, programación y recursos. Generalmente, esto significa planear, organizar y realizar el seguimiento de las tareas del proyecto, así como identificar y programar los recursos para que realicen dichas tareas. El ámbito es el intervalo de tareas necesario para cumplir los objetivos del proyecto. La programación indica el tiempo y la secuencia de cada tarea, así como la duración total del proyecto. Los recursos son las personas o los equipos que realizan o facilitan las tareas del proyecto. Los recursos normalmente conllevan costos, como salarios o gastos operativos, que probablemente se desee controlar." ¹⁶

¹⁴ DÍAZ DÍAZ SALVADOR M EN I: Apuntes para la clase de Administración de la construcción Página Internet UNAM, 2005 <http://cozumel.fi-a.unam.mx/~dcayeros> cap. II Administración pág. 2. México, Noviembre-2007.

¹⁵ Microsoft Corporation Manual de usuario de Microsoft Project Pág. 3. Estados Unidos de Norteamérica.

¹⁶ Ibíd

El administrar los proyectos nos servirá para tener un mayor control de los mismos, se pueden identificar problemas o lo que se convertirán en futuro en problemas y así darles solución antes de que éstos ocurran.

1.3.2 COMPONENTES.

En esta etapa de definición del proyecto se toman las decisiones más importantes relativas al proyecto; las conclusiones se convierten en el alma de éste. En esta etapa se deberá:

- Definir el ámbito del proyecto.
 - ✚ ¿Qué objetivos desea cumplir?
 - ✚ ¿Cuáles son las tareas más importantes y cuántas tareas son necesarias para cumplir los objetivos?
- Determinar los recursos.
 - ✚ ¿Qué recursos, concretamente personas y equipos, se encuentran disponibles para ayudarle a alcanzar los objetivos del proyecto?
- Determinar los límites de la programación.
 - ✚ ¿Cuánto tiempo tiene para finalizar el proyecto?
 - ✚ ¿Cuáles son los hitos y las fechas límites del proyecto?

Una vez decididos los objetivos y el alcance del proyecto, estará preparado para crear un plan del mismo.

1.3.3 EL PROCESO PRODUCTIVO EN LA CONSTRUCCIÓN

Para una buena administración es necesario seguir con el ciclo que se cumple en todos los procesos productivos, esto aplica también al proceso productivo en la construcción. Cuando se tiene definido y completo el proyecto ejecutivo y se cuentan con todos los planos, memorias y especificaciones correspondientes, se puede iniciar el proceso con una adecuada planeación, desde la que se podrán establecer de manera más

clara las tareas o actividades que se realizarán, con base en procedimiento o procedimientos constructivos a ejecutar y en donde se determinará de antemano los materiales, equipos y personal que serán necesarios para desarrollar cada actividad. De acuerdo a los procedimientos, limitantes, fechas establecidas y recursos disponibles se hará la programación de las actividades en donde se calcularán los tiempos en que se ejecutará cada una de ellas y con lo cual se podrá determinar el momento indicado para la procuración de los materiales y el suministro de los recursos necesarios para su correcta ejecución y así continuar de acuerdo a la programación inicial; a continuación y de forma paralela, se elaborará el presupuesto correspondiente, en donde se trabajará a mayor detalle cada una de las actividades, analizándolas para la asignación de un costo y a su vez un precio de venta, tomando en cuenta todo lo que participa para realizar dicha actividad, que en este momento se llama concepto.

A partir de que se inicia la ejecución de los conceptos, es de gran importancia el llevar un control de los mismos, con este control se revisará que se cumpla con los tiempos, los costos y la calidad especificados y en el caso del tiempo se verificará si hay retrasos y ubicar en dónde se localiza el problema para solucionarlo, así como a las actividades que puede estar afectando, de manera que se tomen medidas para hacer ajustes y poder terminar con la construcción lo más cercano a lo que se había planeado.

Una vez que se ha terminado la construcción, se procederá a la tramitación de todo lo necesario para poder hacer el cobro final de lo realizado. Tomando en cuenta que este ciclo puede repetirse de manera parcial durante el desarrollo de la construcción, a partir de la procuración, ya que debemos recordar que las construcciones son elementos que se mantienen activos y cambiantes y que se tendrán que adaptar a las diferentes circunstancias que se van presentando a lo largo de la ejecución de los trabajos. (Ver *Figura 1-2*).

CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO.

En este capítulo se pudo observar que los sistemas de información son muy importantes en las empresas ya que sirven para mejorar los resultados de los trabajos y que su correcta utilización y complementación entre todos hacen que se aprovechen al máximo sus características individuales.

También se pretendió dejar claro que para que los equipos, en este caso los de cómputo, funcionen adecuadamente dependen en gran medida de la persona que los opera para poder obtener el mayor rendimiento de éstos con lo cual se da importancia a la parte del sistema que se denomina Humanware.

Se revisó la administración del conocimiento que nos permite hacer un buen uso de las experiencias para poder mejorar los procedimientos y por medio de la innovación lograr mejores resultados en proyectos posteriores.

Además se pudo observar la importancia que tiene la administración de proyectos como un medio para tener mayor control al momento de la ejecución de las construcciones.

Capítulo 2. EL PROYECTO EJECUTIVO.

2.1 CARACTERÍSTICAS DE UN PROYECTO DE EDIFICACIÓN.

El proyecto, para su realización, siempre incorporará experiencias que le sean útiles sin desvirtuar sus características fundamentales, que son:

- ***Ser temporal:***
 - ✚ Tendrá un principio y un fin perfectamente definidos;
 - ✚ Aprovechará una oportunidad de carácter técnico, social o de mercado;
 - ✚ Integrará un equipo que perdurará sólo hasta concluir el trabajo.
- ***Ser único:*** Producirá una cosa u objeto novedoso.
- ***Ser sistematizable:*** Podrá dividirse en etapas y fases con ciclos de vida.

La secuencia de un proyecto de edificación empezará, detectando las necesidades a satisfacer y sus posibles soluciones; para continuar con los estudios económicos, de localización del sitio de la obra, de factibilidad y de diseño conceptual de la solución; elaborando después diversos anteproyectos y su ingeniería básica, de los que se seleccionará el mejor y para él se hará la versión ejecutiva a la que se apegará la realización física de la obra, vigilando que su construcción se lleve a cabo con eficiente planeación, procuración, administración, control de costos, de calidad y avances apegados al cronograma propuesto. Aunque por definición el proyecto parte de la concepción de la idea y concluye con su representación física, en ingeniería se acostumbra denominar como proyecto a las etapas de inicio y planeación, para denominar como construcción, puesta en marcha y entrega a las subsecuentes; las etapas de operación y mantenimiento son externas a él. Este texto dará indistintamente ambos tratamientos a la acepción de proyecto.

El proceso de un proyecto conviene dividirlo en subprocesos que definen etapas reconocibles por su resultado. Estas etapas se integrarán con fases que darán cada una un producto concreto.

1. El primer subproceso, de inicio, definirá la viabilidad económica y constructiva del proyecto a través de estudios preliminares.
2. El segundo subproceso, de planeación, proporcionará alcances, anteproyectos, proyecto ejecutivo, procesos constructivos, costos y selección del ejecutante principal.
3. El tercer subproceso, de ejecución, se abocará a la construcción del inmueble y sus instalaciones y, si los hubiere, al suministro e instalación de los equipos de producción que se albergarán en él.
4. El cuarto, de control, tendrá como finalidad vigilar que lo construido e instalado se sujete al proyecto y a las normas que le son aplicables.
5. El quinto y último subproceso, de cierre, se orientará al funcionamiento del inmueble y sus instalaciones, a capacitar a quienes lo operarán y a concluir en lo administrativo los contratos.

(Ver Figura 2-1).¹⁷

¹⁷ DÍAZ INFANTE DE LA MORA LUIS ARMANDO ING. Curso de Edificación, Ed. Trillas, Tercera Reimpresión México, Julio 2004 págs.1 y 2.

ETAPAS DEL PROCESO DE UN PROYECTO



Figura 2-1 Subprocesos en el desarrollo de un proyecto de edificación

2.2 ESPECIALIDADES QUE PARTICIPAN EN UN PROYECTO EJECUTIVO DE EDIFICACIÓN.

En los proyectos de edificación se debe contemplar un trabajo interdisciplinario en donde participan diferentes puntos de vista de acuerdo a todas las especialidades que estarán involucradas en dicho proyecto. Estas especialidades son: planeación, programación, presupuestación, el proyecto arquitectónico, estructural y las instalaciones. Cada una de estas especialidades debe interactuar para retroalimentarse y desarrollar un proyecto integral en donde se podrán revisar todos los componentes del proyecto y se podrán resolver las interferencias y/o condiciones y tiempos en que se ejecutará la construcción.

El proyecto arquitectónico definirá las características y condiciones de los espacios, mismo que servirá para el diseño de la estructuración de la edificación. Con las dimensiones definidas de los elementos estructurales se deberán hacer las correcciones pertinentes al proyecto arquitectónico, para posteriormente hacer el trabajo de las demás ingenierías, en este caso las instalaciones, definiendo sus trayectorias y revisando su interacción con la estructura y la arquitectura.

2.3 ELEMENTOS QUE COMPONEN UN PROYECTO EJECUTIVO.

2.3.1 LOS PLANOS CONSTRUCTIVOS, SUS CARACTERÍSTICAS Y LA INFORMACIÓN COMPLEMENTARIA.

Para poder realizar la construcción del proyecto, se deben realizar diferentes planos constructivos en los cuales se detallen todas las características necesarias para la ejecución de la obra. Estos planos deberán ser lo suficientemente claros y deberán contar con toda la información para la correcta ejecución.

Los planos deberán contar con las cotas suficientes para la construcción de los elementos, pero además deberán estar dibujados a escala para poder revisar cualquier punto que no esté acotado. Es necesario que contengan también las notas y especificaciones suficientes para complementar y definir todas las características que tendrá la construcción.

Complementando a los planos, se tendrán las diferentes memorias descriptivas y de cálculo, estudios realizados y términos de referencia, en donde se podrán consultar y cotejar detalles específicos del proyecto.

2.3.2 EL PRESUPUESTO DEL PROYECTO.

La presupuestación de proyectos es una parte muy importante dentro del desarrollo de los proyectos ejecutivos ya que de eso depende, en gran medida, que se realice o no una obra.

Al realizar un buen análisis en la presupuestación, se obtienen los datos necesarios para poder hacer una planeación financiera y conocer algunas de las ventajas o desventajas de la obra por construir, por otro lado, en el caso de las licitaciones públicas, de una buena presupuestación depende el que se asigne la construcción de dicha obra.

La presupuestación es un procedimiento delicado y laborioso, en donde se debe poner mucho cuidado para acercarse lo más posible a la realidad tratando de prever todos los aspectos que abarca una construcción y evitar tener discrepancias entre lo presupuestado y lo construido.

2.3.2.1 Diferentes tipos de presupuestar un proyecto.

Un presupuesto es un plan de acción dirigido a cumplir una meta prevista, expresada en valores y términos financieros que debe cumplirse en determinado tiempo y bajo ciertas condiciones también previstas.

Los presupuestos sirven para minimizar el riesgo de las operaciones, cuantifican en términos financieros los diversos componentes del plan total de acción de una empresa u organización.

Las partidas del presupuesto sirven como guías durante la ejecución de programas de personal en un determinado periodo de tiempo, y sirven como norma de comparación una vez que se hayan completado los planes y programas.

Los presupuestos tienen diferentes finalidades que pueden ser

- Planear los resultados de la organización en dinero y volúmenes.
- Controlar el manejo de ingresos y egresos de la empresa.
- Coordinar y relacionar las actividades de la organización.
- Lograr los resultados de las operaciones periódicas

EXISTEN VARIAS FORMAS DE PRESENTAR LOS PRESUPUESTAR DE UN PROYECTO:

- A precio alzado, en donde se indica al cliente el precio total de los trabajos que se realizarán. Con este tipo de presupuesto el cliente pretende tener completamente definido el importe que erogará por la ejecución del proyecto que encomendará al constructor, para este tipo de presupuestación es necesario conocer muy bien y tener bien definido el proyecto y sus alcances ya que de esto depende que el presupuesto sea realista y permita un adecuado cumplimiento del contrato. Por su parte el constructor tiene la desventaja de que está obligado a hacer la obra en el tiempo previsto para que no existan cambios en los precios que afecten al presupuesto y esto ocasione que disminuya su utilidad.
- Administración, este tipo de presupuestación es por medio de un porcentaje que se acuerda entre la constructora y el dueño o responsable del proyecto sobre el trabajo desarrollado, es una prestación de servicios profesionales y se queda como subordinado del dueño o representante; este tipo de contrato es bajo riesgo para la empresa constructora.

Tratándose de la obra pública, se entiende por Administración cuando la Dependencia o Entidad decide ejecutar la obra con sus propios recursos; en este caso, por ende, no contrata a ninguna empresa constructora.

- Costo máximo, garantizado más utilidad, donde se pone una máximo al costo de la obra y se incluye una cláusula de "ahorros compartidos" como incentivo para quedar abajo del costo máximo calculado.

Incrementos en costos que resulten por cambios de proyecto, previa aprobación del propietario, se suman al costo. El saldo del costo máximo se ajusta mensualmente para reflejar la inflación.

En la medida que los costos cambien, los honorarios de contratista se incrementarán o reducirán en una proporción convenida previamente. Además de sus honorarios el contratista puede recibir un incentivo de 25 por ciento a 40 por ciento sobre el monto total ahorrado en el costo de la obra.

- Llave en mano, es muy utilizado en proyectos grandes, como conjuntos de vivienda, en este tipo de contrato se debe considerar la entrega del proyecto funcionando perfectamente. Este tipo de Contrato requiere de un alto nivel de servicios y experiencia en conceptos y técnicas de Gerencia de Proyectos.
- Precios Unitarios, como su nombre lo indica, se toma como base una unidad de cada concepto, indicando el precio de acuerdo a una unidad y se multiplica por la cantidad total que se va a ejecutar en la obra. ^{18,19}

2.3.2.2 Importancia de los precios unitarios.

La importancia de los precios unitarios es que se hace un análisis detallado de cada uno de los elementos que forman parte de los conceptos y que éstos, a su vez, integrarán el presupuesto. Con esto se tiene la facilidad de ajustar el presupuesto de acuerdo a los volúmenes de obra, si estos sufren cambios en su cantidad inicial y también pueden permitir un ajuste en los precios en caso de variación de éstos, siempre y cuando así se haya pactado.

¹⁸ http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/ramirez_s_a/capitulo3.pdf México, Julio-2009.

¹⁹ DÍAZ DÍAZ SALVADOR M EN I: Apuntes para la clase de Administración de la construcción Página Internet UNAM, 2005 <http://cozumel.fi-a.unam.mx/~dcayeros> cap. XV Contratación págs.5, 6 y 7 México, Julio-2009.

También ayudan, a quienes realizan los presupuestos, a tener elementos bien analizados para ser utilizados posteriormente en otros presupuestos, ahorrando con esto tiempo para realizar el presupuesto.

Para realizar los presupuestos actualmente existen varios programas de cómputo especializados, los cuales trabajan con precios unitarios y que ayudan a hacer los presupuestos mucho más rápido.

2.3.3 LA PLANEACIÓN DEL PROYECTO.

La planeación es uno de los primeros subprocesos del proyecto ejecutivo (*Ver Figura 1-2*) y con gran importancia, ya que depende en gran medida de su correcta elaboración y análisis el que el proyecto se desarrolle de una manera más adecuada y cumpliendo con las necesidades de tiempo y límites requeridas.

Conjuntamente a la planeación está la programación, la cual se puede realizar actualmente más rápida y fácil con programas de cómputo como Microsoft Project, lo que permite ahorrar tiempo para el cálculo de la programación y dedicarle mayor tiempo a la planeación y a las estrategias a seguir para su optimización.

LA PLANEACIÓN. Es un proceso intelectual mediante el cual se determinan en forma consciente las alternativas de acción futuras, se fijan los objetivos y los medios para lograrlos en forma racional, eficiente y eficaz.

Planear es decidir de antemano que hacer, cómo y cuándo hacerlo.

El planear es necesario para poder posteriormente llevar un sistema de control.

Si antes de efectuar una acción la realizamos en la mente, se logran resultados más efectivos, esto podemos llamarlo la previsión, la cual podemos identificar como:

Parte de la planeación en la que con base en las condiciones futuras en que una empresa habrá de encontrarse, reveladas por una investigación técnica, se definen los principales cursos de acción que nos permitirán realizar sus objetivos. ²⁰

Establecimiento de objetivos, estudio y selección de alternativas, para fijar un curso concreto de acción, determinando los principios que habrán de orientarlo, la secuencia de operaciones y el tiempo para realizarlo. ²¹

2.3.4 PROGRAMACIÓN DEL PROYECTO.

“El programa es el plan que incluye el uso futuro de diferentes recursos en un patrón integrado y que establece una secuencia cronológica de acciones requeridas.” ²²

Puede incluir objetivos, políticas, procedimientos y métodos.

Diferencias entre planeación, programación y control.

- Planeación, es el enunciado de las actividades que constituyen el proceso y el orden en que deben efectuarse (secuencia).
- Programación, es la elaboración de tablas o gráficas que indiquen los tiempos de terminación, de iniciación y por consiguiente la duración de cada una de las actividades que forman el proceso, de manera independiente.
- Control, Se realiza mediante la elaboración de tablas o gráficas que permiten conocer las secuencias de un atraso o un adelanto en cualquier actividad de un proceso productivo y tomar las correspondientes decisiones.

2.3.4.1 Método de la Ruta Crítica (CPM).

“Es un sistema de programación y control que permite conocer las actividades que definen la duración de un proceso productivo.” ²³

²⁰ DÍAZ DÍAZ SALVADOR M EN I: Apuntes para la clase de Administración de la construcción Página Internet UNAM, 2005 <http://cozumel.fi-a.unam.mx/~dcayeros> cap. III Planeación pág. 1 México, Julio-2009.

²¹ *Ibíd.*

²² Cfr. S. DÍAZ DÍAZ: Apuntes para la clase de Administración de la construcción Página Internet UNAM, 2005 <http://cozumel.fi-a.unam.mx/~dcayeros> cap. III Planeación pág. 5. México, Julio-2009.

²³ SUÁREZ SALAZAR Carlos Ing.: Costo y tiempo en edificación, Ed. Limusa, SA de CV. Decimosegunda reimpresión: 1990, México.

2.3.4.2 Ventajas de la programación con ruta crítica.

- Permite conocer los diferentes órdenes de importancia de las actividades.
- Permite conocer cuáles son las actividades que controlan el tiempo de duración de un proceso.
- Permite conocer los recursos requeridos para cualquier momento de la ejecución del proceso.
- Permite analizar el efecto de cualquier situación imprevista y sus consecuencias en la duración total del proceso.
- Permite deslindar responsabilidades de los diferentes organismos que intervienen en un proceso.

Una variación del sistema de la ruta crítica es el diagrama de barras (Gantt) en el cual se pone una escala ya sea en meses, semanas, días, horas, etc. según convenga al caso. En esta escala se dibujan barras en donde se representa la duración de las actividades, ahora si aquí se representa gráficamente a escala la duración. Se va a poner un formato que diferencie las actividades críticas de las no críticas y también se calculan las holguras (Ver Figura 2-2).

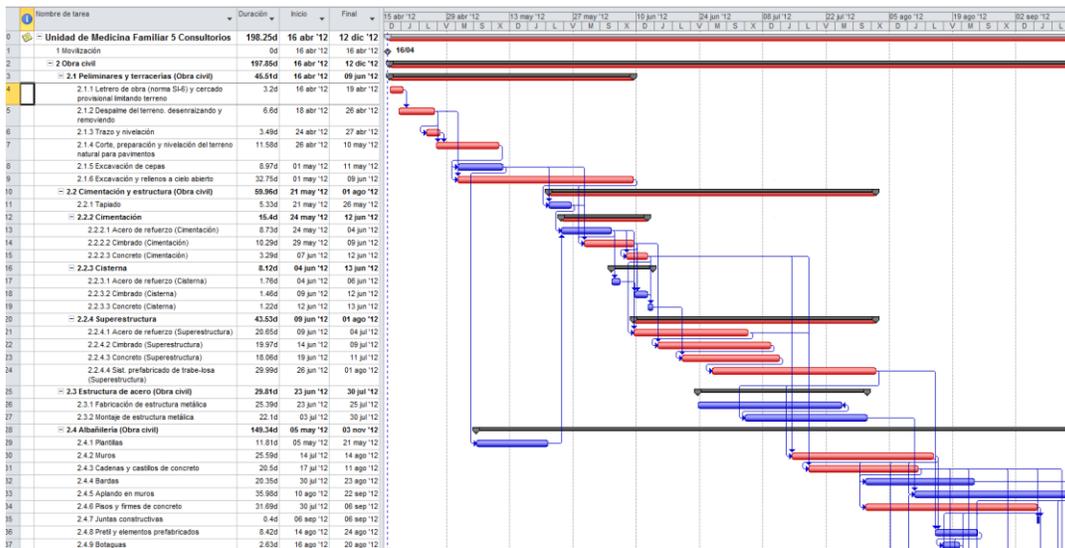


Figura 2-2 Ejemplo de un programa de ruta crítica con diagrama de barras Gantt.

CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO.

En este capítulo se explicaron las diferentes etapas o subprocesos que componen al proyecto ejecutivo, en donde se puede ver la importancia de la correcta integración de todos los elementos y especialidades que trabajan en conjunto para su análisis y desarrollo, así como la representación en planos que debe contener toda la información necesaria, completa y clara, para la definición de todas estas especialidades y que sirvan para la adecuada construcción de dicho proyecto.

Como se pudo observar, una de las fases del proyecto ejecutivo es la elaboración de los presupuestos en donde se requiere de una adecuada planeación, subproceso que sirve para la definición de las etapas y equipos a utilizar, para posteriormente asignarle tiempos y secuencias al hacer la programación basada en los procedimientos constructivos y a partir de esto hacer un análisis detallado de cada uno de los conceptos y básicos que forman parte del presupuesto, ya que de esta manera se obtienen los costos de los proyectos y que posteriormente servirán, ya sea para la aceptación del presupuesto por el cliente y arranque de la obra, para la entrega de la documentación requerida en las licitaciones o también para un análisis de factibilidad del proyecto.

Capítulo 3. TECNOLOGÍAS DE MODELOS DE INFORMACIÓN (BUILDING INFORMATION MODELING, BIM).

3.1 DESCRIPCIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE UN MODELO DE INFORMACIÓN

El modelo BIM es un modelo paramétrico en 3D del cual se generan los planos en plantas, cortes, fachada, detalles, perspectivas, tablas, es decir, todo lo necesario para documentar el diseño para su construcción. Los proyectos que se realizan con el modelo BIM no se hacen por medio de dibujos de líneas y otros trazos en 2D, sino que son una serie de objetos tridimensionales como muros, ventanas, puertas, cancelas, etc. que tienen varios parámetros y que interactúan dinámicamente entre ellos, lo que convierte al modelo en datos con mucho mayor contenido y riqueza de información. Las características de los objetos se pueden modificar cuando se cambia alguno de sus parámetros y el cambio también se hace en el componente con el que está vinculado y se observará en cada una de las vistas en las que esté incluido el objeto modificado, por ejemplo, el cambio que se haga a una puerta o ventana se reflejará en el muro en que esté contenido y se verá en el modelo, plantas, elevaciones y cortes en donde sea visible.

En los modelos BIM no sólo se pueden insertar objetos constructivos, también, a partir de la información de las curvas de nivel del terreno, se puede generar la topografía del predio, lo que permite visualizar mejor sus desniveles y poder planear todo lo que está involucrado, como la ubicación de la construcción y revisar en dónde se tendrán que contemplar rellenos y en donde excavaciones.

En esta figura se puede ver la modelación de un ejemplo de un terreno que tiene varios desniveles y que aquí se muestra por medio de la red de alambres (ver Figura 3-1).

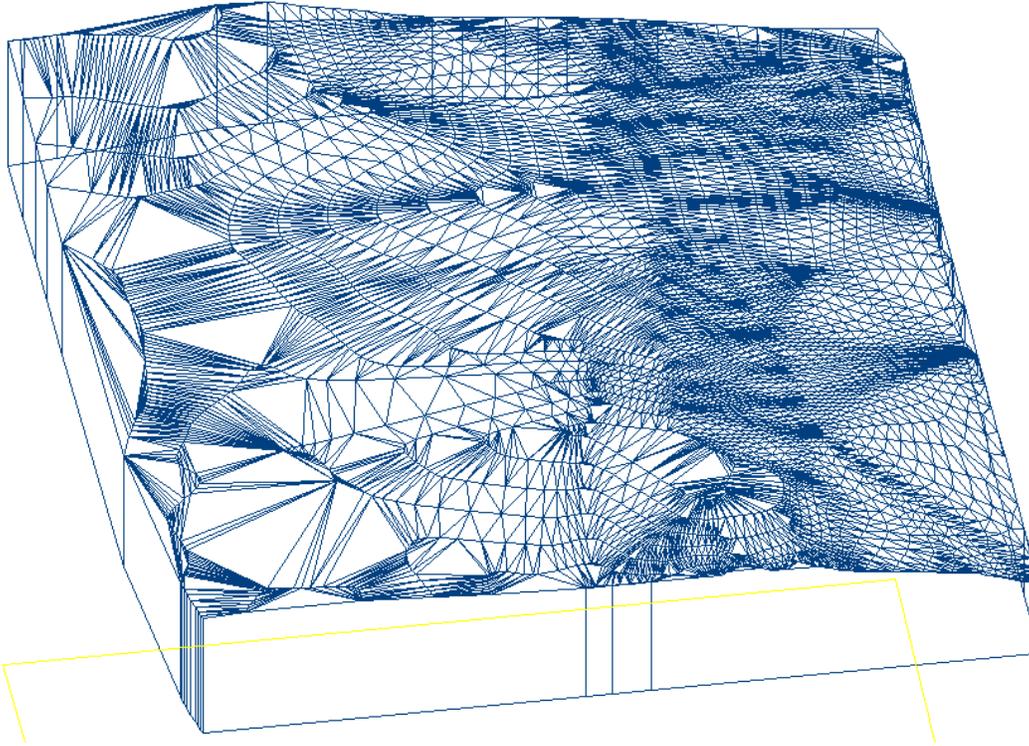


Figura 3-1 Representación de un terreno en forma de una red de alambres, Wireframe

En la siguiente ilustración del mismo terreno sólo se ocultaron líneas y se le dio otro punto de vista para poder observar la superficie del terreno, se pueden contemplar los desniveles que lo forman (ver Figura 3-2).

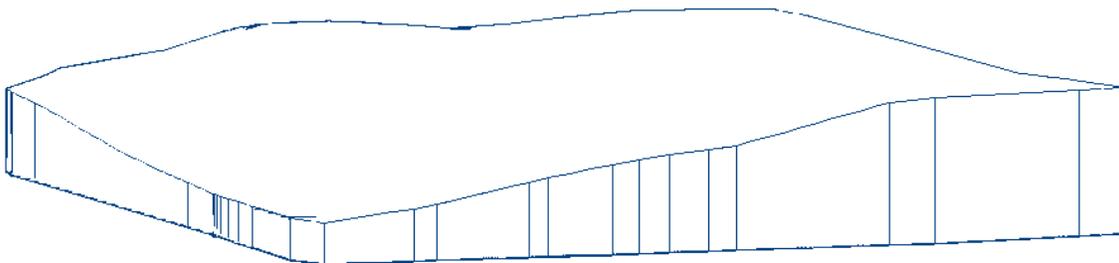


Figura 3-2 Visualización del ejemplo sólo ocultando líneas hidden.

En otra representación del mismo ejemplo se puede observar de una manera más realista la topografía del terreno, para poder visualizar los diferentes cambios de nivel y tomarlos en cuenta en toda la planeación del proyecto (ver Figura 3-3).

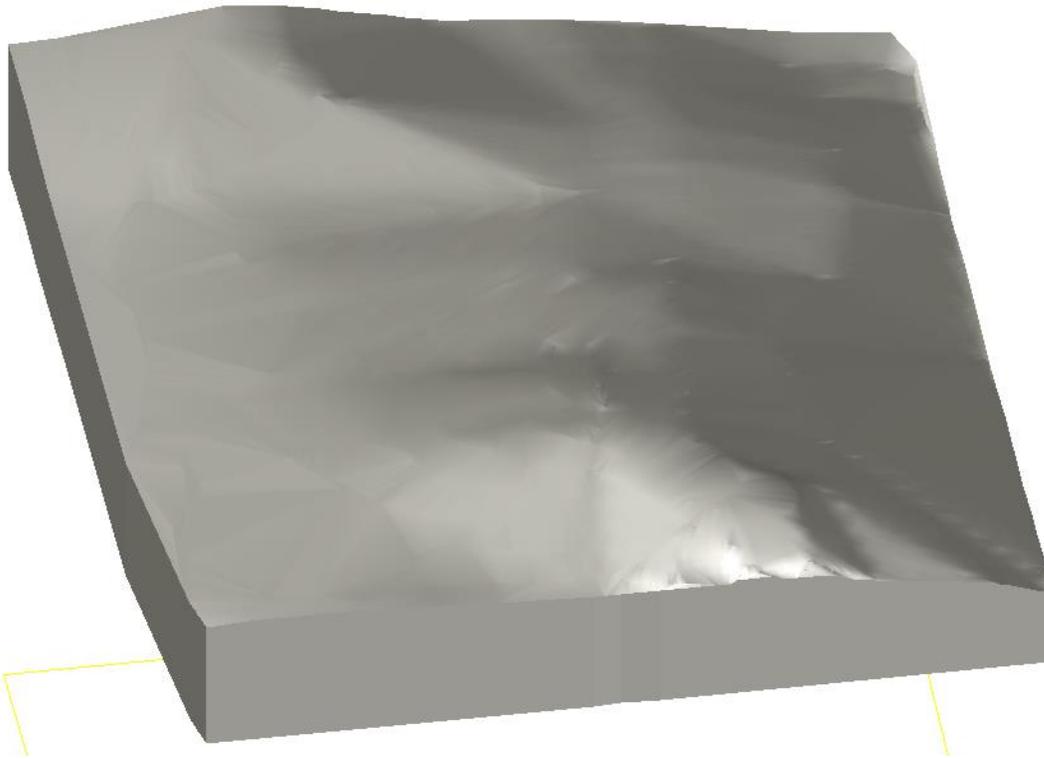


Figura 3-3 Visualización de forma realista del mismo terreno

3.2 VENTAJAS DE LA GENERACIÓN DE UN MODELO BIM.

Con el uso del modelo BIM se puede tener un proyecto mejor documentado, análisis más sustentables y una administración más fácil.

La tecnología BIM está en crecimiento y tiene un gran potencial, hay una variedad de trabajos que se pueden hacer con este modelo, como la visualización, el análisis y las estrategias (ver Figura 3-4).

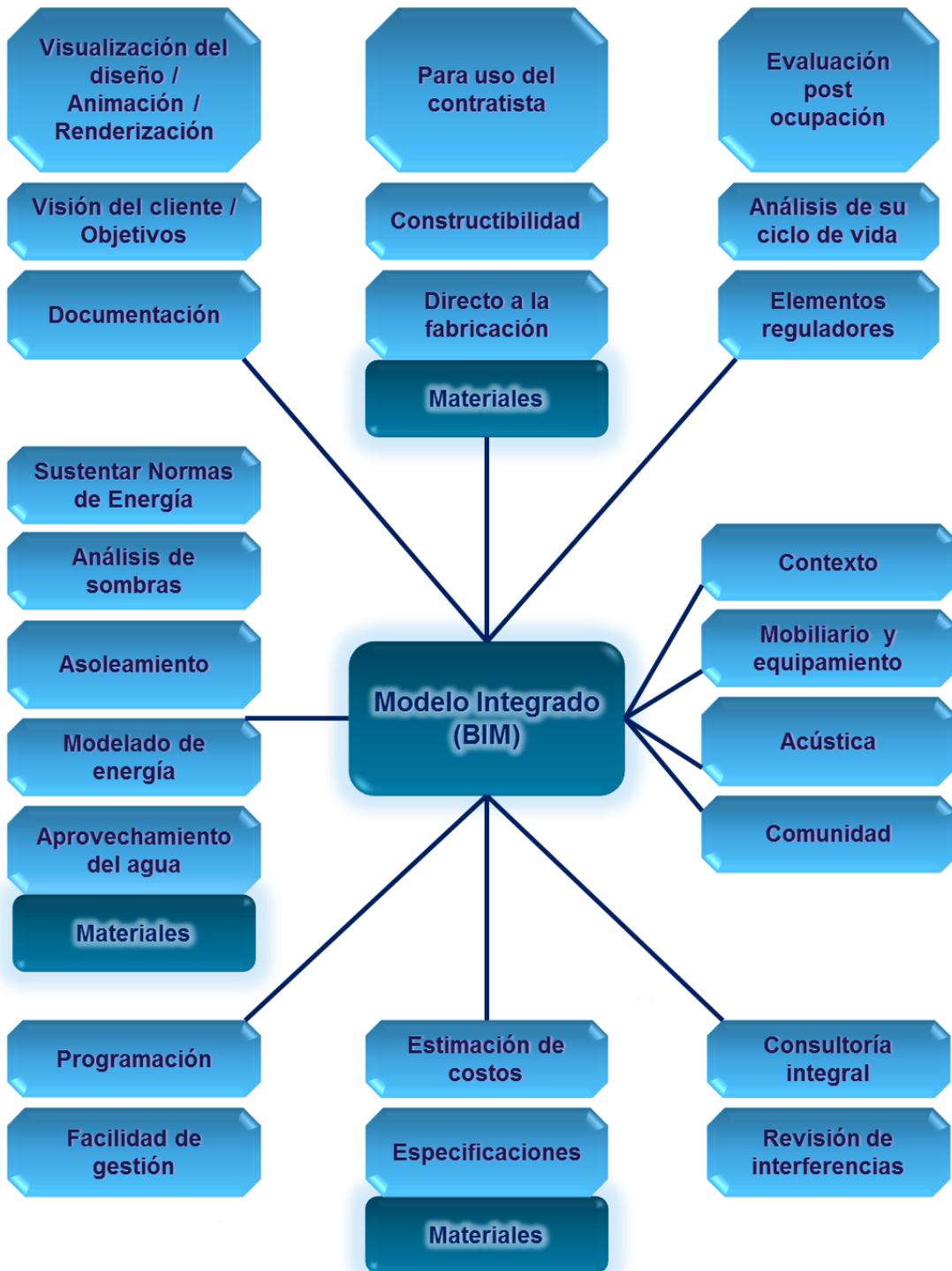


Figura 3-4 La integración del Modelo BIM.²⁴

²⁴ EDDY KRYGIEL, PHIL READ & JAMES VANDEZANDA. Mastering Autodesk Revit Architecture 2011, Autodesk Official Training Guide. Ed. Wiley Publishing, Inc. 2010. Estados Unidos de Norteamérica.

VISUALIZACIÓN. Como se trabaja con un modelo en 3D, es más fácil de comprender, mostrar y explicar el proyecto a todas las personas involucradas, se pueden tener diferentes vistas, ya sean perspectivas, visualización en red de alambres o en renderización o visualización realista. También se pueden tener diferentes puntos de vista tanto exteriores como interiores, es como tener la construcción en miniatura en donde se pueden tener recorridos virtuales.

En el siguiente ejemplo podemos ver una escalera de concreto representada en red de alambres, como no tiene muchos detalles que la definen, su visualización es muy clara (ver Figura 3-5).

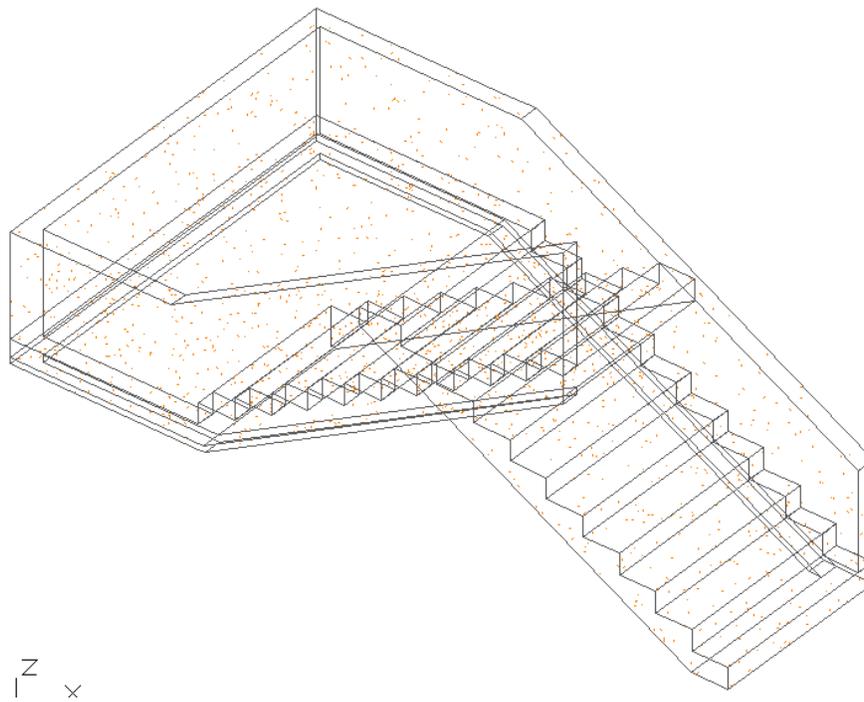


Figura 3-5 Representación de una escalera de concreto en red de alambres, Wireframe

A continuación se tiene una escalera de acero también representada en red de alambres, esta representación nos ayuda a ver los objetos como si fueran transparentes y poder revisar alturas y conexiones, revisar que se están dibujando los objeto de manera correcta y en la posición adecuada (ver Figura 3-6).

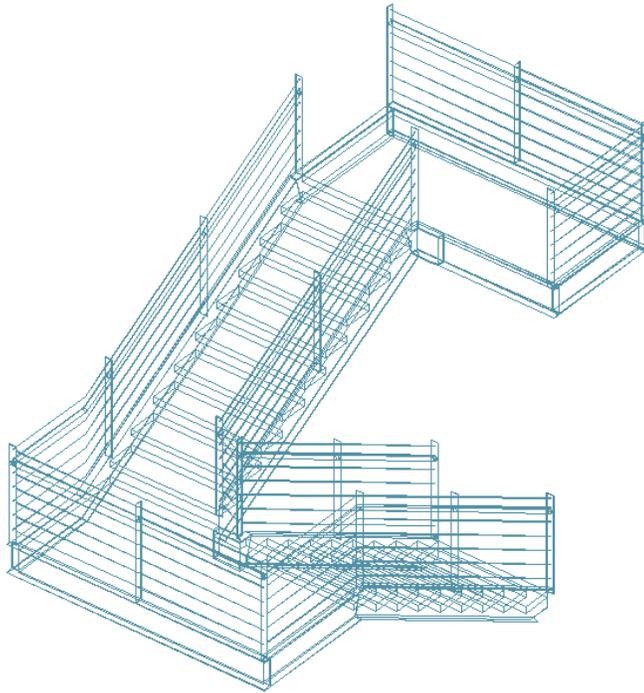


Figura 3-6 Representación de una escalera de acero en red de alambres, Wireframe

A partir del modelo BIM se pueden obtener los planos necesarios para poder detallar las formas, proporciones y funcionamiento de los espacios.

Como tiene la capacidad de definirle materiales, se pueden observar los colores y la iluminación, una visión foto realística del proyecto.

Se pueden hacer cálculos para el nivel de iluminación de los espacios y observar cómo se verá el proyecto cuando se construya.

El siguiente ejemplo de un edificio de vivienda se muestra de manera realista, que como su nombre lo indica, nos muestra una forma más apegada a la realidad de cómo se verá el modelo ya construido (ver Figura 3-7).

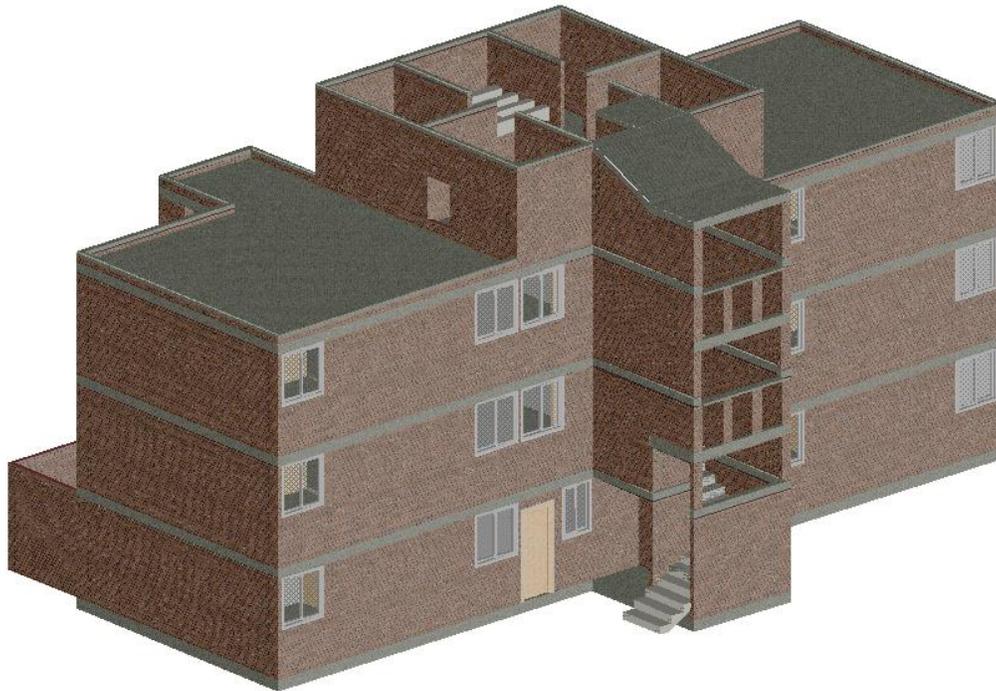


Figura 3-7 Visualización realista de un edificio

ANÁLISIS. Con el modelo BIM se pueden tener análisis más precisos del proyecto, ya sea que se revise directamente en el programa en que se elaboró el modelo o que se exporte para interactuar con otros programas especializados.

Se pueden analizar los asoleamientos, las sombras, para poder cumplir con las normas, por ejemplo las NOM de “Eficiencia Energética en Edificaciones, Envoltura de Edificios no Residenciales”; también se puede exportar el modelo para realizar el diseño estructural y para hacer análisis de los equipos que se instalarán, para prever su instalación y también su futuro mantenimiento y remplazo.

ESTRATEGIAS . El modelo sirve para revisar cómo se deberá hacer la planeación adecuada para optimizar los trabajos y para resolver detalles como interferencias antes de la ejecución del proyecto y de esta manera que no consuma tiempo para resolverlos sobre la marcha.

3.3 PROGRAMAS QUE TRABAJAN CON LOS MODELOS DE INFORMACIÓN.

3.3.1 COMPARATIVO DE TRABAJO DE ARCHITECTURE Y REVIT.

El programa Architecture tiene diferentes áreas de trabajo agrupadas dentro de un navegador, en donde se localizan diferentes pestañas de acuerdo a lo que se necesita dibujar (ver Figura 3-8). Cada una de estas áreas tiene características particulares y formas de trabajar específicas. Estas áreas son El Proyecto (Project), los Constructores (Constructs), las Vistas (Views) y los planos (Sheets).

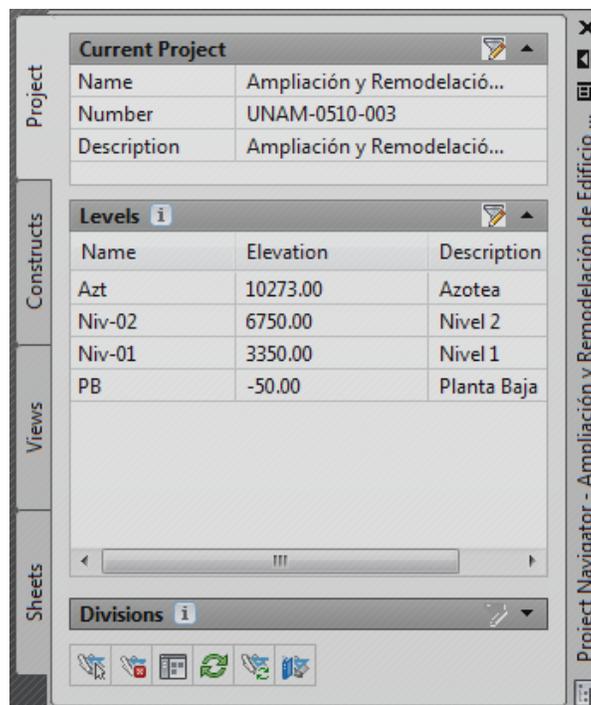


Figura 3-8 Navegador del Proyecto en el programa de cómputo Architecture

En el proyecto se deben definir los niveles de los que está compuesto el edificio, también se puede dividir en secciones, dependiendo de las dimensiones por planta que abarque el proyecto y si es necesario seccionarlo para tener poder visualizarlo mejor, además se debe especificar la altura de cada entrepiso (ver Figura 3-9).

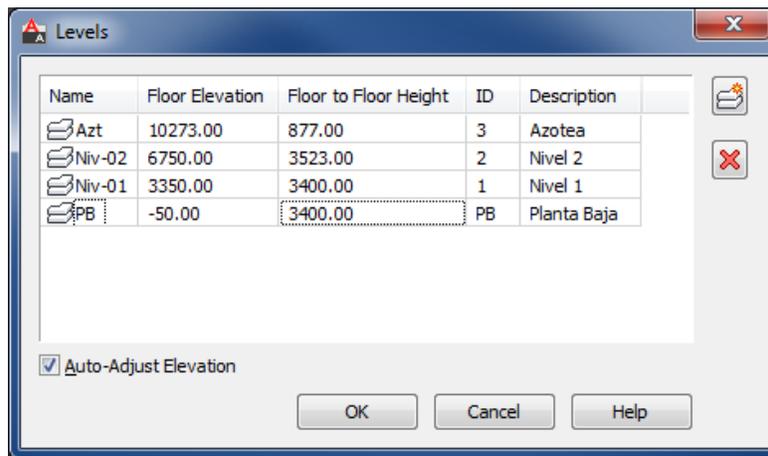


Figura 3-9 Información de Niveles y altura de entrepisos

Los constructores se dividen en dos partes, los Constructores generales y los Elementos (ver Figura 3-10).

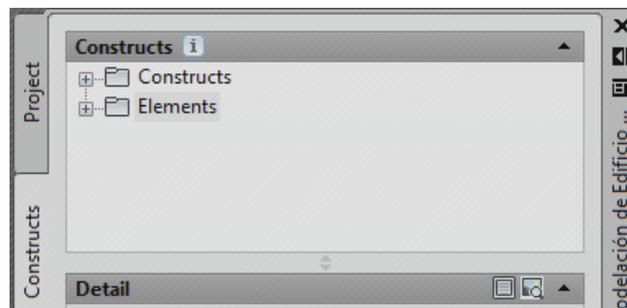


Figura 3-10 Constructores y Elementos

Los constructores son las áreas de dibujo en donde se elaborará el Modelo en 3D, este modelo se crea con objetos AEC (Arquitectura, Ingeniería y Construcción, por sus siglas en inglés). Se trazan todos los objetos AEC necesarios para definir el Proyecto en el nivel en cual se esté trabajando. Los Constructores se pueden dividir en especialidades, por ejemplo: la parte estructural en donde se dibujarán columnas, trabes, vigas, muros de carga, losas, etc. y la parte arquitectónica o de albañilería, en donde se dibujan los muros divisorios, puertas, ventanas, cancelos, mobiliario fijo y móvil.

Los elementos son un conjunto de objetos AEC que conforman un espacio, ya sea muros, ventanas, puertas, cancelos, etc. y que se repetirá en varios niveles o secciones, por lo cual se traza una sola vez ubicándolo en la posición que le corresponde y posteriormente se crea el elemento, dentro de una categoría aparte, la de los elementos, este elemento que se creó se podrá insertar en el o los niveles o secciones en donde se repita. Normalmente se crean elementos de los módulos de baños, las escaleras, en general las áreas comunes o de servicio que casi siempre se repiten en todos o varios niveles dentro de un proyecto *(ver Figura 3-11)*.

Al insertar los elementos dentro del archivo de Vista (View) al que corresponde, el elemento queda como una referencia externa, ligada al archivo original en el que se creó, por lo que cualquier modificación que se le haga al dibujo de origen se actualizará en la Vista.

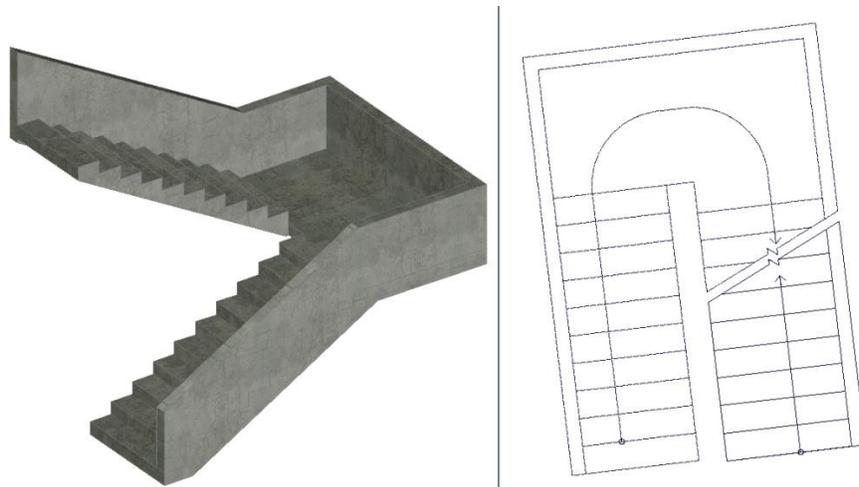


Figura 3-11 Elemento escalera, dibujo que se adicionará en varias vistas

Las vistas son archivos que contienen las referencias externas de todos los constructores que participan para definir cada uno de los niveles correspondientes. En las Vistas se definirá el dibujo con todas las Anotaciones, Cotas, Niveles y demás información que ayude a especificar y detallar el dibujo. Como se comentó anteriormente, si se tiene que hacer alguna corrección a los objetos AEC que componen a la vista, se deberá remitir al constructor de referencia para que se actualice el cambio en la vista.

En las vistas se agregan los Model Space View, que son los límites que definirán cada uno de los planos o sheets que conformarán el Proyecto y que se podrán plotear para la ejecución de la obra. En estos límites se inserta el nombre que se le asignará a cada plano y la escala correspondiente.

La última parte son los Sheets, que son las hojas en donde se configurará el plano con su pie de plano, simbologías, notas, descripciones, especificaciones y por supuesto, la vista o vistas correspondientes. Los sheets como las vistas, también contienen referencias externas anidadas tanto de las vistas como de los constructores, por lo cual los cambios necesarios se deberán hacer ya sea en la vista vinculada o el constructor referenciado.

El trabajar con los modelos BIM es la capacidad de diseñar, gestionar y documentar todo el proyecto en un archivo, la diferencia entre Revit y otros programas que trabajan con el modelo BIM es que Revit genera un solo archivo, mientras que otros crean varios archivos para un mismo proyecto. Lo más que genera Revit son 3 archivos, uno para arquitectura, otro para la estructura y otro para las instalaciones. Además, los archivos que documentan al proyecto están en el mismo archivo sin necesidad de exportarlo, en fin, Revit tiene un trabajo bidireccional en donde se puede trabajar de forma multidisciplinar.

En Revit se pueden tener vinculados los modelos arquitectónico, estructural y el de instalaciones, de tal manera que cualquier cambio que se realice en alguno de los tres, se actualice automáticamente en los otros dos. También se puede vincular la información de los componentes, las listas de los planos y cualquier otro archivo que se considere conveniente.

Además de la vinculación, también se pueden generar tablas con las características de los componentes utilizados y revisar interferencias.

En Revit no se trabaja con archivos 2D separados, sino que es un sólo archivo en donde pueden estar dibujando más de una persona a la vez. Se trabaja con un concepto holístico muy práctico, en donde se tienen 4 importantes temas: relaciones, repeticiones, representaciones y restricciones. Estos conceptos están respectivamente gestionados por los datos, contenidos, las vistas y la administración del proyecto, respectivamente. Y está trabajado en Revit en una sencilla base de datos bidireccional.

DATOS. Son las referencias, ejes y niveles, los datos establecen el control del contenido del edificio, lo que lo complementa y lo documenta.

Los planos de referencia se pueden crear en cualquier vista en 2D y pueden ser visibles en el modelo en 3D para utilizarlos como un plano de trabajo.

De la misma manera las líneas de ejes pueden agregarse en cualquier vista 2D, pero éstas son perpendiculares a los niveles y son sólo visibles en las vistas que están alineadas con ellas.

Los niveles serán y se crearán sólo paralelos a la línea de tierra.

CONTENIDO. Es todo aquello que se agrega en Revit para diseñar, desarrollar y documentar el proyecto. En Revit los contenidos se dividen en Sistemas de Familias (System families), Componentes de las familias (component families) y Espacios (spaces).

SISTEMAS DE FAMILIAS (System families) también llamadas Familias principales (host families) son familias que existen en el ambiente de trabajo, no se crean en el editor de familias. Los sistemas de familias (System families) pueden ser objetos en 3D como muros, pisos, techos, escaleras, barandales u objetos en 2D como texto, dimensionamiento, burbujas de revisión.

COMPONENTES DE LAS FAMILIAS (component families) son familias que se crean en archivos externos y que se agregan al proyecto.

ESPACIOS (spaces) son habitaciones, áreas y volúmenes y tienen una relación estrecha con los datos.

VISTAS. Las vistas se utilizan para visualizar el proyecto, existen vistas en 2D y en 3D, las vistas en 2D están orientadas en algún plano analítico como plantas, cortes, elevaciones, etc. también se incluyen las tablas con información en esta categoría y como todos los objetos, las vistas también tienen parámetros que se pueden ajustar de acuerdo a lo que se necesite. Las vistas en 3D pueden ser ortogonales o en perspectiva.

EN CONCLUSIÓN SE PUEDE DECIR QUE LAS DIFERENCIAS QUE EXISTEN ENTRE ARCHITECTURE Y REVIT SON:

- Ambos programas comparten algunas cosas como el navegador de proyectos, las vistas, las navegaciones.
- En Revit un proyecto es sólo un archivo, mientras que en Architecture es un árbol de carpetas con archivos independientes relacionados entre si mediante referencias externas y con una gran cantidad de datos adicionales como niveles, propiedades, etc.
- Una vista en Revit es un concepto propio que abarca una línea de visión y un nivel en Architecture es un archivo que contiene archivos con diferentes plantas.
- Las planificaciones en Revit es un mundo paralelo al espacio gráfico mientras que en Architecture son objetos que contienen información de otros objetos y que comparten el mismo espacio.
- Las secciones y alzados en Revit son sólo una vista, mientras que en Architecture son objetos gráficos que se pueden desvincular de los objetos que los generaron y también se pueden editar utilizando AutoCAD.
- En Revit se manejan las familias y son comunes a todo el proyecto, en Architecture se usan los estilos y son independientes en cada archivo, aunque se pueden sincronizar entre ellos.
- La total integración del proyecto en Revit permite una actualización inmediata de los cambios y además una bidireccionalidad en Architecture se tiene que hacer actualización al cambiar de un archivo al otro.
- Revit trabaja en un espacio tridimensional y ya no cuenta con el cursor de cruz ni con el símbolo de las coordenadas. Tampoco tiene tantas posibilidades de personalización de la pantalla.
- La acotación es menos desarrollada en Revit que en Architecture y este último cuenta también con el apoyo de AutoCAD.

- Revit no tiene la barra de comandos ni el comando de la órbita 3D *3D orbit*, que es una herramienta muy útil para visualizar los modelos, tampoco tiene la organización por capas *layers*, lo que puede significar menor libertad para controlar el dibujo, pero permite un mayor orden en el mismo. La edición por medio de los *grips* no es tan potente en Revit como en Architecture, ni las opciones del botón derecho.
- En Architecture se tiene el problema con las referencias externas que se pueden perder los vínculos o se tienen que actualizar con cada cambio.
- En Revit los objetos están definidos por familias → Tipo → elemento, mientras que en Architecture se componen sólo de estilo → objeto AEC. Esto le da ventaja a Revit cuando se trata de proyectos grandes y repetitivos, pero es desventaja en proyectos más pequeños porque se tienen que definir gran cantidad de tipos.
- En Revit la relación entre objetos es más potente, ya que se puede vincular con las condiciones del proyecto de tal manera que si se vincula la altura de los muros a la altura del entrepiso y se cambia la altura de éste, la altura de los muros se actualiza automáticamente, lo que no sucede con Architecture ya que la altura es absoluta y la corrección de las alturas se debería hacer manual. Además Revit cuenta con las restricciones que permiten anclar objetos entre sí, por ejemplo, alinear ventanas en la parte superior, con lo cual si se mueve una de ellas, se moverán todas las que estén ancladas.

3.4 HERRAMIENTAS DE APOYO PARA LA CUANTIFICACIÓN Y LA ELABORACIÓN DE NÚMEROS GENERADORES.

3.4.1 USO DE LAS HERRAMIENTAS PROPIAS DE LOS PROGRAMAS DE CÓMPUTO PARA LA CUANTIFICACIÓN DE MATERIALES.

Ya que está completo el modelo BIM con todos los elementos que forman el proyecto, se puede complementar con las tablas de contenido o *schedules*, las tablas están vinculadas con los objetos y estilos que tiene el proyecto y se pueden actualizar automáticamente si los objetos a los que están ligados tienen cambios. En un modelo BIM, las tablas de contenido *schedules* corresponden a la "I" de información.

Como ya se comentó anteriormente, en los modelos BIM se trabaja con diferentes tipos de objetos, los cuales pueden ser desde muros, ventanas, puertas y otros objetos que conforman el modelo tridimensional del proyecto y que son objetos que se van a construir; pero también existen otros objetos que complementan la información como son los objetos de espacio *Space*, que son objetos que no se convertirán parte de la construcción, pero que apoyarán al modelo con información necesaria que documenta por medio de etiquetas y tablas los datos de especificaciones y características de los locales que conforman al proyecto.

Los espacios "*Space*" son muy útiles para documentar el dibujo y con esto alimentar las tablas de contenido "*Schedules*".

Los objetos de espacio ayudan a definir áreas en planta y a crear superficies de techos y pisos en 3D y en elevaciones. Pueden reportar su volumen y tiene varios límites editables de la red del espacio, pueden estar relacionados a objetos como muros y otros similares en donde se inserten, de esta forma, al modificar la posición de los muros permitirá la actualización de los espacios. Estos espacios insertados en el modelo pueden ser bidimensionales o tridimensionales, el primero sólo reflejará información en 2D en las plantas y el segundo podrá manifestar

información de volúmenes. Al insertar los espacios éstos a su vez, contienen una serie de especificaciones y características llamados conjuntos de datos de propiedad *property set data* Estas propiedades pueden ser de dos tipos: la manuales, que se ingresan directamente en las propiedades del espacio y las automáticas que la toma directamente del espacio insertado y que por lo tanto no son editables. Los conjuntos de propiedades están agrupados de acuerdo al tipo de propiedad y que hacen referencia al local en el cual se está insertando el objeto “Espacio”. Estos grupos son los siguientes:

- **GEOOBJECTS**, que es una clasificación en la cual se pueden definir los datos del espacio con respecto a su localización dentro del proyecto y que entre sus características tiene el edificio al cual pertenece, a qué departamento, una descripción del espacio, qué división, nivel, zonificación, etc. (ver Figura 3-12).

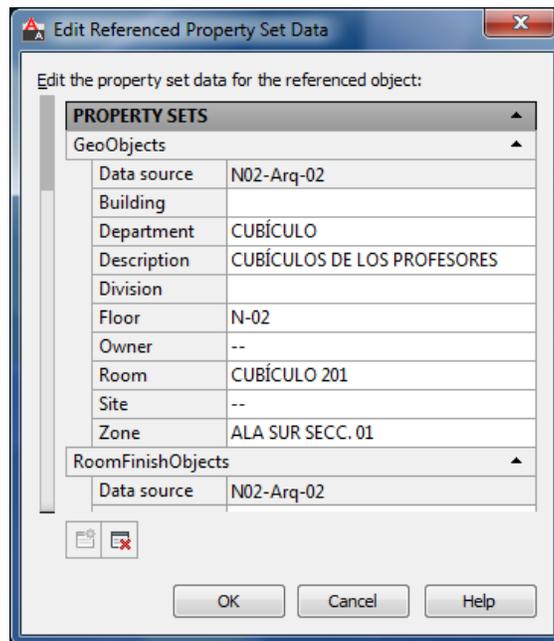


Figura 3-12 Conjunto de propiedades de los espacios Localización GeoObjects.

- **ROOMFINISHOBJECTS**, en donde como su nombre lo indica, se definen los acabados del local al cual se le insertó el espacio. Estas

propiedades son totalmente editables, ya que son especificaciones particulares de cada local (ver Figura 3-13)

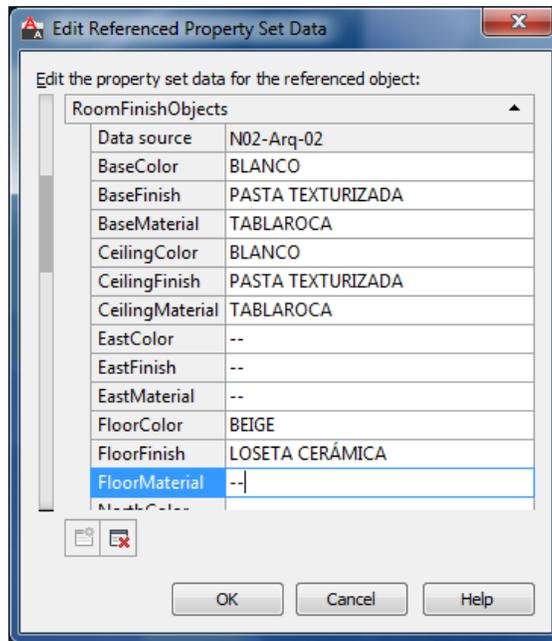


Figura 3-13 Conjunto de propiedades de los espacios: Acabados RoomFinishObjects

- **SPACEOBJECTS**, que son las propiedades individuales del objeto espacio, como el constructor del cual se tiene la referencia, el nombre del espacio, descripción, número, el número basado en el proyecto, el nivel al que pertenece y el número incrementado (ver Figura 3-14).

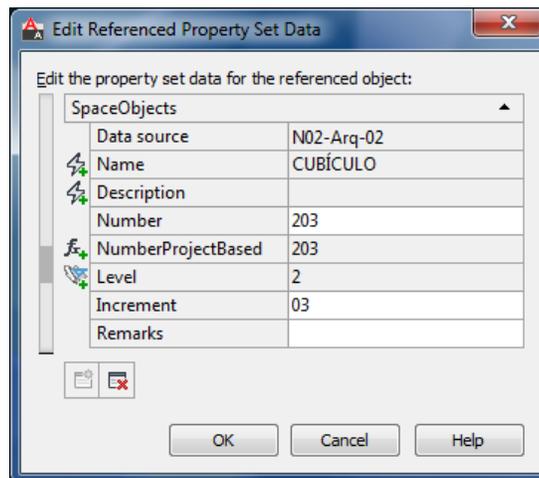


Figura 3-14 Conjunto de propiedades de los espacios: Información del espacio SpaceObjects

Por último el conjunto de las propiedades definidas por el estilo.

- **MANUFACTURERSTYLES**, en donde se localizan las propiedades de la fabricación del objeto, tales como modelo, color y costo, obviamente estas propiedades son manuales y se pueden ingresar directamente (ver Figura 3-15).
- **SPACESTYLES**, en esta categoría se localizan las propiedades automáticas propias del objeto y que se obtienen de sus características al ser insertado, estas propiedades no se pueden editar y son: su estilo, largo, ancho, altura y su área (ver Figura 3-15).

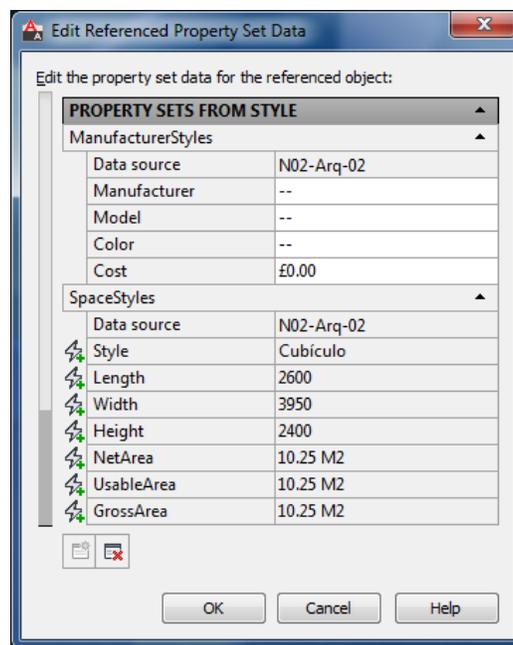


Figura 3-15 Conjunto de propiedades de los espacios definidas por el estilo.

Los objetos de espacio se pueden agrupar por medio del estilo y definir características y especificaciones que tienen en común, pero también se pueden modificar algunas propiedades de alguno de los objetos individualmente. Los espacios se pueden indicar visibles en las Plantas y aparecerán con un hatch marcando los límites del objeto (ver Figura 3-16).

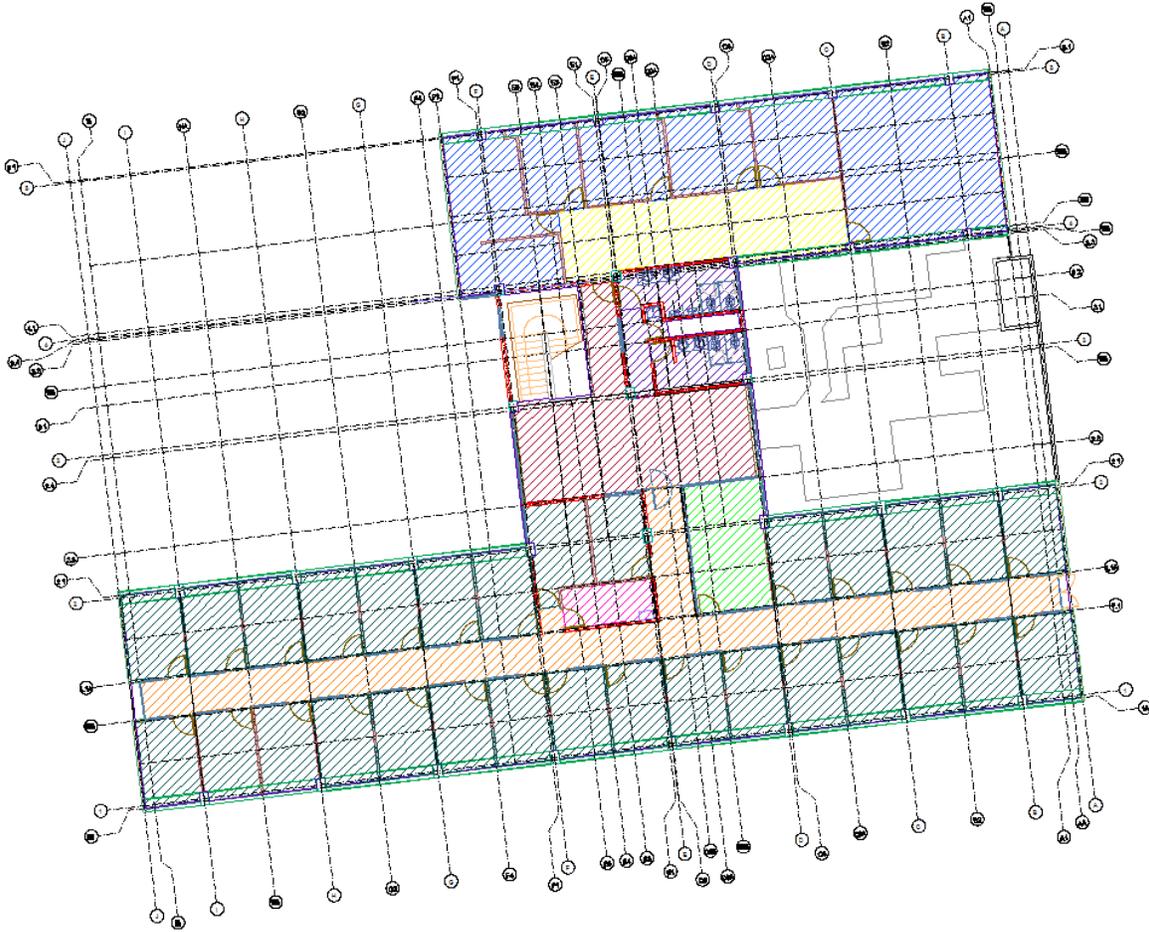


Figura 3-16 Planta que incluye los objetos espacio, se indicaron en los mismos colores los que pertenecen al mismo estilo.

Para agregar las tablas de contenido *Schedules* lo primero que se debe hacer es agregar los conjuntos de propiedades a los objetos *property set data*, que como ya se comentó pueden ser: espacios, puertas, ventanas, elementos estructurales, etc. la manera más sencilla de adicionar las propiedades es por medio de etiquetas que se les insertan a los objetos de los cuales se quiere obtener información. Las etiquetas que se adjuntan a los objetos agregan información que se utilizará en las tablas de contenido de los objetos, estas etiquetas pueden ser o no visibles y si se ven, también complementan la información de los planos.

Las etiquetas y tablas basadas en el proyecto estarán condicionadas por las características de los niveles o secciones del proyecto, por ejemplo, si se quiere obtener una tabla de los diferentes espacios en una planta baja, la numeración comenzará con 101, si es en el siguiente nivel será 201.

En el caso de los objetos espacio se pueden insertar etiquetas que contengan sólo el nombre del espacio y su número, que es un número consecutivo que está vinculado con el nivel el que pertenece; también hay etiquetas que incluyen el estilo, su área y dimensiones y otras que pueden contener los acabados (ver Figura 3-17).

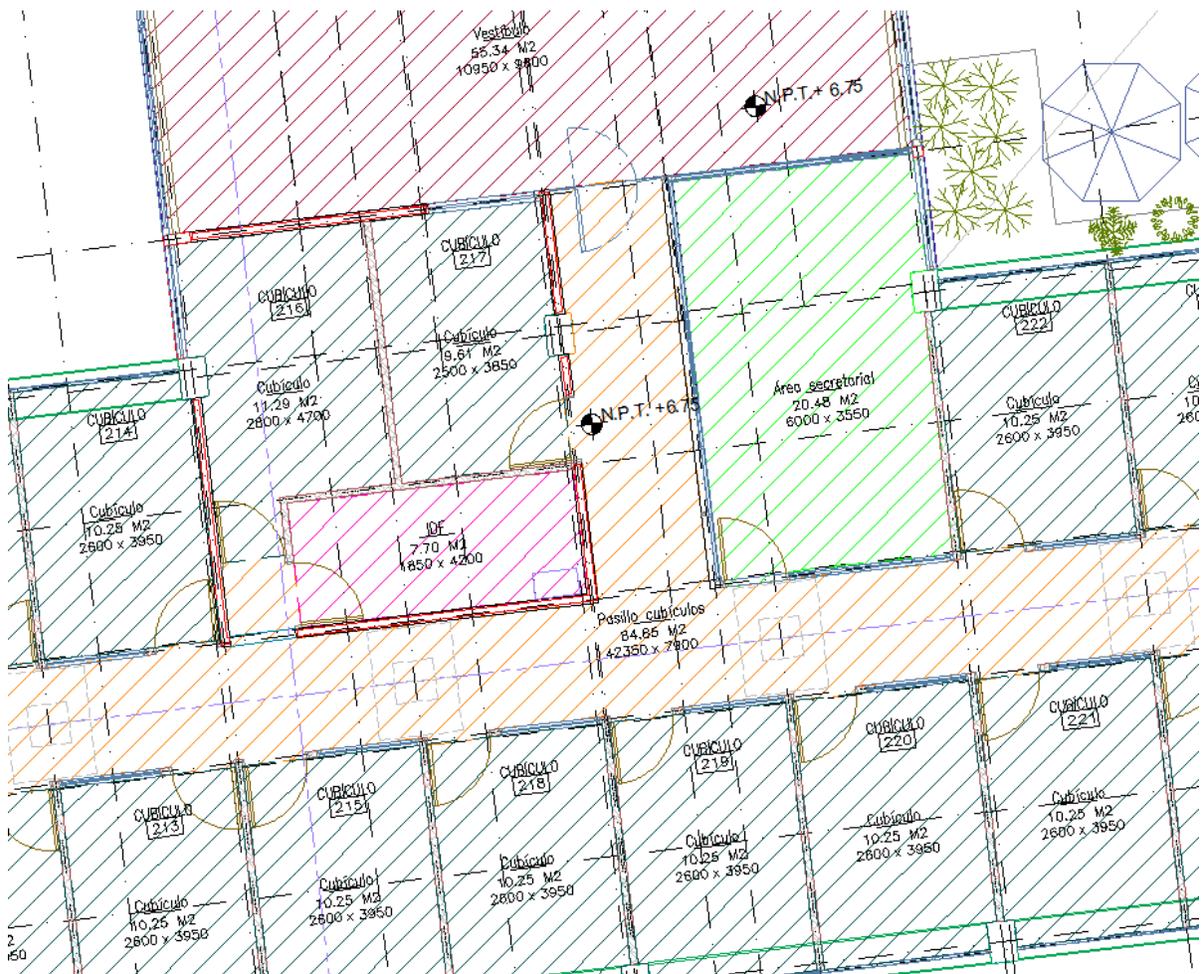


Figura 3-17 Etiquetas de los espacios: Unas sólo con nombre y número y otras con el estilo de cada espacio y sus dimensiones.

Además de insertar etiquetas a los espacios, también se pueden agregar a los diferentes objetos del modelo, por ejemplo etiquetas de las puertas. Al insertar las etiquetas a las puertas se incluirá un sufijo alfabético que puede editarse de acuerdo a alguna agrupación que se desee de acuerdo al tipo de puerta, como podría ser por el material de ésta. Las etiquetas de las puertas también incluirán un número que indica el número del espacio sobre el cual abate dicha puerta. En la figura se puede ver que las etiquetas de las puertas que tienen el sufijo A son puertas de madera, mientras que las que tienen el sufijo B son puertas de lámina porcelanizada para los baños (ver Figura 3-18).

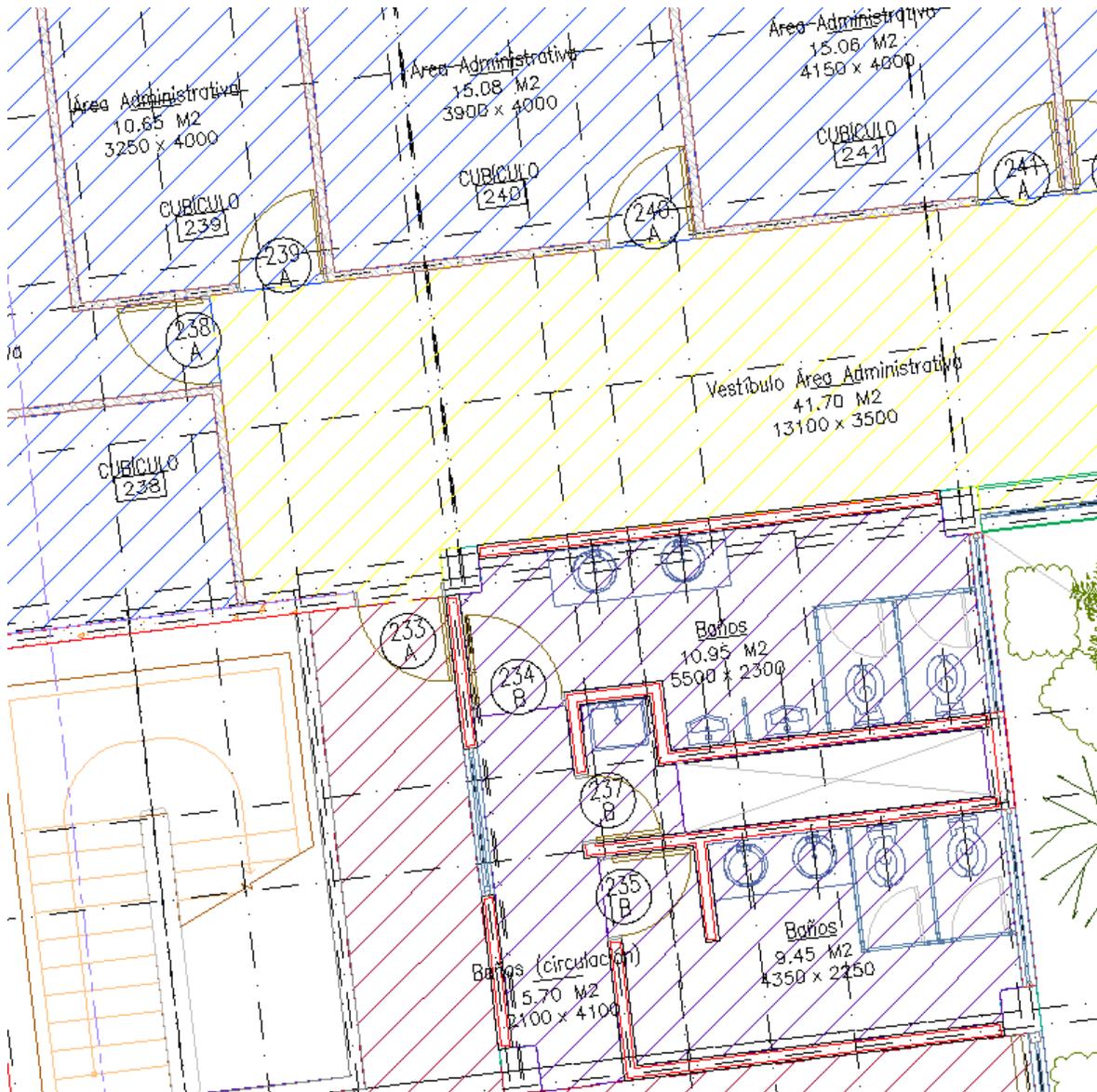


Figura 3-18 etiquetas de los espacios y etiquetas de las puertas.

Además de los sufijos y el número del local, aunque no esté visible en la etiqueta, se le podrá incluir toda la información de las especificaciones de la puerta, para definir sus propiedades y que éstas estén disponibles para crear tablas con su información. Entre las propiedades que contienen las etiquetas de las puertas están el material tanto de la puerta como del marco, si contiene vidrio, algún louver, la marca, modelo, color y costo.

Como en los espacios, algunas propiedades son manuales y se pueden modificar y otras son automáticas y las obtiene el programa directamente de las características del estilo de la puerta y sus especificaciones individuales (ver Figura 3-19).

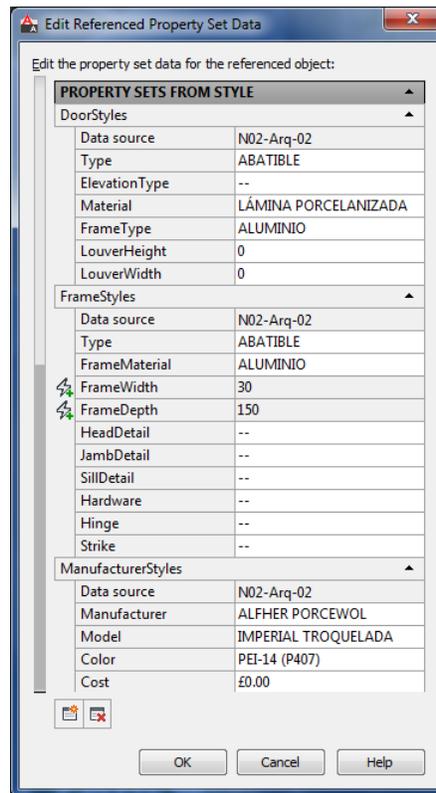


Figura 3-19 Propiedades de las puertas de acuerdo a su estilo.

También se pueden personalizar las etiquetas para incluir la información que se crea conveniente.

Cualquiera de las propiedades que se definen en las etiquetas o en el conjunto de datos de propiedad pueden aparecer en las tablas de contenido *schedules*. Después de que se agregan etiquetas a los objetos se puede insertar una tabla *schedules data*, que puede ser una de las que están predefinidas en el programa o también pueden ser personalizadas. Se pueden modificar los datos de las tablas dependiendo del diseño editando la información de acuerdo a los objetos que se han etiquetado,

también se le puede cambiar su apariencia, el texto, el tipo de línea y se pueden mover, adicionar o quitar columnas.

Las tablas de contenido *schedules* son una parte muy importante dentro del proyecto, para lo cual es necesario tomar varias decisiones, como ¿Qué es lo que se quiere documentar? ¿Qué formato debe tener? Y lo más importante ¿Cómo se debe mantener la información precisa y actualizada?

Crear tablas de contenido en un ambiente de proyecto es diferente de crearla para un dibujo sencillo. Las tablas insertadas basadas en un proyecto pueden tener vínculos entre objetos etiquetados en referencias externas. Por ejemplo en un constructor que está dentro de una vista y se agregan etiquetas a las puertas de las tablas basadas en proyecto en el constructor, las tablas de contenido son adjuntadas a los objetos puerta dentro del constructor. Si se referencia el constructor en otra vista, la tabla estará disponible.

Las tablas de contenido permiten configurarlas para que se actualicen automáticamente y así cada cambio que se haga al proyecto se actualizará en la tabla, pero también se pueden hacer las actualizaciones manuales.

Se pueden aplicar filtros para agrupar o discriminar entre diferentes objetos de la misma naturaleza, por ejemplo puertas; que queden agrupadas en la tabla y que sólo muestre las que pertenecen a algún tipo de layer que se requiera mostrar.

Las tablas se pueden configurar de acuerdo a lo que se necesite, ya sea el formato de texto, de bordes, como de la información que se mostrará tanto en columnas como en las filas. Se puede indicar que incluya la cantidad, que se pongan los totales de una o varias columnas, que se indique el área de cada local o espacio, las dimensiones, acabados y otras propiedades útiles que pueden ayudar a complementar el proyecto. La información que se mostrará dependerá también del tipo de tabla que se esté insertando. Se pueden insertar tablas por nivel en la vista

correspondiente o se pueden crear hojas *Sheets* en donde se incluya la información total del proyecto, por ejemplo una tabla que describa todas las puertas de todo el edificio, describiendo su material, modelo, color, costo, rango de resistencia al fuego, etc. (ver Figura 3-20).

LOCALIZACIÓN DE ESPACIOS				
LOCATION			ÁREA	CANTIDAD
NIVEL	ZONA	DEPARTAMENTO		
N-02	ALA SUR SECC. 01	CUBÍCULOS	10.38 M2	2
N-02	ALA SUR SECC. 01	CUBÍCULOS	10.25 M2	15
N-02	ALA SUR SECC. 02	CUBÍCULOS	10.25 M2	9
N-02	ALA SUR SECC. 02	CUBÍCULOS	10.38 M2	2
N-02	ALA SUR SECC. 01	CUBÍCULOS	11.29 M2	1
N-02	ALA SUR SECC. 01	CUBÍCULOS	9.61 M2	1
N-02	ALA SUR SECC. 01	CÓMPUTO	7.70 M2	1
N-02	ALA SUR SECC. 01 Y 02	CIRCULACIÓN	84.85 M2	1
N-02	ALA SUR SECC. 02	APOYO	20.48 M2	1
N-02	ALA NORTE Y CENTRAL	CIRCULACIÓN	55.34 M2	1
N-02	ALA NORTE Y CENTRAL	ADMINISTRACIÓN	28.72 M2	1
N-02	ALA NORTE Y CENTRAL	COORDINACIÓN	10.65 M2	1
N-02	ALA NORTE Y CENTRAL	COORDINACIÓN	15.08 M2	1
N-02	ALA NORTE Y CENTRAL	COORDINACIÓN	15.06 M2	1
N-02	ALA NORTE Y CENTRAL	COORDINACIÓN	14.84 M2	1
N-02	ALA NORTE Y CENTRAL	COORDINACIÓN	52.06 M2	1
N-02	ALA NORTE Y CENTRAL	CIRCULACIÓN	41.70 M2	1
N-02	ALA NORTE Y CENTRAL	SERVICIOS	9.45 M2	1
N-02	ALA NORTE Y CENTRAL	SERVICIOS	10.95 M2	1
N-02	ALA NORTE Y CENTRAL	CIRCULACIÓN	5.70 M2	1
			680.97 M2	44

Figura 3-20 Ejemplo de tabla de contenido *Schedule* de los diferentes espacios incluyendo su área.

También se puede insertar una tabla en donde se localicen los locales o espacios por su número, para tener mayor información de los mismos y poderlos ubicar fácilmente, lo que es muy conveniente para trabajos de cuantificación y que también apoyará para la ejecución de la obra y por consiguiente para la supervisión de la misma (ver Figura 3-21).

LOCALIZACIÓN DE ESPACIOS					
NO. LOCAL	LOCATION			ÁREA	CANTIDAD
	NIVEL	ZONA	DEPARTAMENTO		
201	N-02	ALA SUR SECC. 01	CUBÍCULOS	10.38 M2	1
202	N-02	ALA SUR SECC. 01	CUBÍCULOS	10.38 M2	1
203	N-02	ALA SUR SECC. 01	CUBÍCULOS	10.25 M2	1
204	N-02	ALA SUR SECC. 01	CUBÍCULOS	10.25 M2	1
205	N-02	ALA SUR SECC. 01	CUBÍCULOS	10.25 M2	1
206	N-02	ALA SUR SECC. 01	CUBÍCULOS	10.25 M2	1
207	N-02	ALA SUR SECC. 01	CUBÍCULOS	10.25 M2	1
208	N-02	ALA SUR SECC. 01	CUBÍCULOS	10.25 M2	1
209	N-02	ALA SUR SECC. 01	CUBÍCULOS	10.25 M2	1
210	N-02	ALA SUR SECC. 01	CUBÍCULOS	10.25 M2	1
211	N-02	ALA SUR SECC. 01	CUBÍCULOS	10.25 M2	1
212	N-02	ALA SUR SECC. 01	CUBÍCULOS	10.25 M2	1
213	N-02	ALA SUR SECC. 01	CUBÍCULOS	10.25 M2	1
214	N-02	ALA SUR SECC. 01	CUBÍCULOS	10.25 M2	1
215	N-02	ALA SUR SECC. 01	CUBÍCULOS	10.25 M2	1
216	N-02	ALA SUR SECC. 01	CUBÍCULOS	11.29 M2	1
217	N-02	ALA SUR SECC. 01	CUBÍCULOS	9.61 M2	1
218	N-02	ALA SUR SECC. 01	CUBÍCULOS	10.25 M2	1
219	N-02	ALA SUR SECC. 01	CUBÍCULOS	10.25 M2	1
220	N-02	ALA SUR SECC. 02	CUBÍCULOS	10.25 M2	1
221	N-02	ALA SUR SECC. 02	CUBÍCULOS	10.25 M2	1
222	N-02	ALA SUR SECC. 02	CUBÍCULOS	10.25 M2	1
223	N-02	ALA SUR SECC. 02	CUBÍCULOS	10.25 M2	1
224	N-02	ALA SUR SECC. 02	CUBÍCULOS	10.25 M2	1
225	N-02	ALA SUR SECC. 02	CUBÍCULOS	10.25 M2	1
226	N-02	ALA SUR SECC. 02	CUBÍCULOS	10.25 M2	1
227	N-02	ALA SUR SECC. 02	CUBÍCULOS	10.25 M2	1
228	N-02	ALA SUR SECC. 02	CUBÍCULOS	10.25 M2	1
229	N-02	ALA SUR SECC. 02	CUBÍCULOS	10.38 M2	1
230	N-02	ALA SUR SECC. 02	CUBÍCULOS	10.38 M2	1
231	N-02	ALA SUR SECC. 02	APOYO	20.48 M2	1
232	N-02	ALA SUR SECC. 01	CÓMPUTO	7.70 M2	1
233	N-02	ALA NORTE Y CENTRAL	CIRCULACIÓN	55.34 M2	1
234	N-02	ALA NORTE Y CENTRAL	SERVICIOS	10.95 M2	1
235	N-02	ALA NORTE Y CENTRAL	SERVICIOS	9.45 M2	1
236	N-02	ALA NORTE Y CENTRAL	CIRCULACIÓN	41.70 M2	1
237	N-02	ALA NORTE Y CENTRAL	CIRCULACIÓN	5.70 M2	1
238	N-02	ALA NORTE Y CENTRAL	ADMINISTRACIÓN	28.72 M2	1
239	N-02	ALA NORTE Y CENTRAL	COORDINACIÓN	10.65 M2	1
240	N-02	ALA NORTE Y CENTRAL	COORDINACIÓN	15.08 M2	1
241	N-02	ALA NORTE Y CENTRAL	COORDINACIÓN	15.06 M2	1
242	N-02	ALA NORTE Y CENTRAL	COORDINACIÓN	14.84 M2	1
243	N-02	ALA NORTE Y CENTRAL	COORDINACIÓN	52.06 M2	1
244	N-02	ALA SUR SECC. 01 Y 02	CIRCULACIÓN	84.85 M2	1
				680.97 M2	44

Figura 3-21 Tabla de localización de los espacios indicando su número y descripción.

Como ya se explicó en párrafos anteriores, se puede poner diferentes tipos de tablas de contenido como las tablas de los tipos de puertas, en donde las propiedades son diferentes a las de los espacios, ya que en las puertas se debe indicar el material tanto de la puerta como del marco y sus dimensiones, también se puede asociar al local en donde está ubicada la puerta y su tipo de abatimiento y como en todas las demás tablas *Schedules*, se pueden adicionar muchas otras propiedades que sirvan para definir estos elementos del proyecto (ver Figura 3-22).

TABLA DE PUERTAS							
CANTIDAD	PUERTA						MARCO
	No. LOCAL	DIMENSIONES		ABATIMIENTO	MATERIAL	VIDRIO	MATERIAL
		ANCHO	ALTURA				
1	201	970	2400	Left	Madera	--	Madera
1	202	970	2400	Right	Madera	--	Madera
1	203	970	2400	Left	Madera	--	Madera
1	204	970	2400	Right	Madera	--	Madera
1	205	970	2400	Left	Madera	--	Madera
1	206	970	2400	Right	Madera	--	Madera
1	207	970	2400	Left	Madera	--	Madera
1	208	970	2400	Right	Madera	--	Madera
1	209	970	2400	Left	Madera	--	Madera
1	210	970	2400	Right	Madera	--	Madera
1	211	970	2400	Left	Madera	--	Madera
1	212	970	2400	Right	Madera	--	Madera
1	213	970	2400	Left	Madera	--	Madera
1	214	970	2400	Right	Madera	--	Madera
1	215	970	2400	Right	Madera	--	Madera
1	216	970	2400	Left	Madera	--	Madera
1	217	970	2400	Left	Madera	--	Madera
1	218	970	2400	Right	Madera	--	Madera
1	219	970	2400	Right	Madera	--	Madera
1	220	970	2400	Right	Madera	--	Madera
1	221	970	2400	Right	Madera	--	Madera
1	222	970	2400	Left	Madera	--	Madera
1	223	970	2400	Right	Madera	--	Madera
1	224	970	2400	Left	Madera	--	Madera
1	225	970	2400	Right	Madera	--	Madera
1	226	970	2400	Left	Madera	--	Madera
1	227	970	2400	Right	Madera	--	Madera
1	228	970	2400	Left	Madera	--	Madera
1	229	970	2400	Right	Madera	--	Madera
1	230	970	2400	Left	Madera	--	Madera
1	231	970	1910	Left	Madera y vidrio	Superior	Madera
1	232	970	2400	Right	Madera	--	Madera
1	233	970	2400	Left	Madera	--	Madera
1	234	1000	2400	Left	Lámina porcelanizada	--	Aluminio
1	235	900	2400	Left	Lámina porcelanizada	--	Aluminio
1	237	750	2400	Right	Lámina porcelanizada	--	Aluminio
1	238	970	2400	Right	Madera	--	Madera
1	239	970	2400	Right	Madera	--	Madera
1	240	970	2400	Right	Madera	--	Madera
1	241	970	2400	Right	Madera	--	Madera
1	242	970	2400	Left	Madera	--	Madera
1	243	970	2400	Right	Madera	Superior	Madera
1	244	910	2025	Right	Vidrio	Completo	Sin marco
43							

Figura 3-22 Tabla de las diferentes puertas del mismo Nivel indicando sus propiedades.

Además de las tablas anteriores, se pueden poner tablas de elementos estructurales, muebles, acabados, muros y todas estas tablas con la configuración que se requiera.

Otra ventaja de las tablas de contenido *Schedules* es que se pueden exportar a Excel y allí darles el formato que se necesite y trabajarlas de tal

manera que se obtenga la cuantificación y el catálogo de conceptos y se pueden modificar algunos parámetros que no se hubieran modificado en el archivo de dibujo, como poner el abatimiento en español, cambiar las dimensiones de milímetros a centímetros o metros y cualquier otra configuración que se desee (ver Figura 3-23).

TABLA DE PUERTAS							
CANTIDAD	No. LOCAL	PUERTA				MARCO	
		DIMENSIONES (m m)		ABATIMIENTO	MATERIAL	VIDRIO	MATERIAL
		ANCHO	ALTURA				
1	201	970.	2400.	Izquierdo	Madera	--	Madera
1	202	970.	2400.	Derecho	Madera	--	Madera
1	203	970.	2400.	Izquierdo	Madera	--	Madera
1	204	970.	2400.	Derecho	Madera	--	Madera
1	205	970.	2400.	Izquierdo	Madera	--	Madera
1	206	970.	2400.	Derecho	Madera	--	Madera
1	207	970.	2400.	Izquierdo	Madera	--	Madera
1	208	970.	2400.	Derecho	Madera	--	Madera
1	209	970.	2400.	Izquierdo	Madera	--	Madera
1	210	970.	2400.	Derecho	Madera	--	Madera
1	211	970.	2400.	Izquierdo	Madera	--	Madera
1	212	970.	2400.	Derecho	Madera	--	Madera
1	213	970.	2400.	Izquierdo	Madera	--	Madera
1	214	970.	2400.	Derecho	Madera	--	Madera
1	215	970.	2400.	Derecho	Madera	--	Madera
1	216	970.	2400.	Izquierdo	Madera	--	Madera
1	217	970.	2400.	Izquierdo	Madera	--	Madera
1	218	970.	2400.	Derecho	Madera	--	Madera
1	219	970.	2400.	Derecho	Madera	--	Madera
1	220	970.	2400.	Derecho	Madera	--	Madera
1	221	970.	2400.	Derecho	Madera	--	Madera
1	222	970.	2400.	Izquierdo	Madera	--	Madera
1	223	970.	2400.	Derecho	Madera	--	Madera
1	224	970.	2400.	Izquierdo	Madera	--	Madera
1	225	970.	2400.	Derecho	Madera	--	Madera
1	226	970.	2400.	Izquierdo	Madera	--	Madera
1	227	970.	2400.	Derecho	Madera	--	Madera
1	228	970.	2400.	Izquierdo	Madera	--	Madera
1	229	970.	2400.	Derecho	Madera	--	Madera
1	230	970.	2400.	Izquierdo	Madera	--	Madera
1	231	970.	1910.	Izquierdo	Madera y vidrio	Superior	Madera
1	232	970.	2400.	Derecho	Madera	--	Madera
1	233	970.	2400.	Izquierdo	Madera	--	Madera
1	234	1000.	2400.	Izquierdo	Lámina porcelanizada	--	Aluminio
1	235	900.	2400.	Izquierdo	Lámina porcelanizada	--	Aluminio
1	237	750.	2400.	Derecho	Lámina porcelanizada	--	Aluminio
1	238	970.	2400.	Derecho	Madera	--	Madera
1	239	970.	2400.	Derecho	Madera	--	Madera
1	240	970.	2400.	Derecho	Madera	--	Madera
1	241	970.	2400.	Derecho	Madera	--	Madera
1	242	970.	2400.	Izquierdo	Madera	--	Madera
1	243	970.	2400.	Derecho	Madera	Superior	Madera
1	244	910.	2025.	Derecho	Vidrio	Completo	Sin marco
43							

Figura 3-23 Tabla resultado de exportar un Schedule de AutoCAD Architecture a Excel y ya con formato.

3.4.2 DESARROLLO DE PROGRAMAS PERSONALES PARA FACILITAR LA CUANTIFICACIÓN Y NÚMEROS GENERADORES DE CANTIDADES DE OBRA PARA LA CONSTRUCCIÓN.

Como se pudo observar en el inciso anterior, los programas de cómputo que trabajan con la filosofía de Modelos de Información BIM tiene muchas ventajas, ya que en cada componente se les pueden poner las propiedades necesarias para ser utilizadas posteriormente en otra etapa del desarrollo del proyecto o en la ejecución de la obra; pero también se puede desarrollar tecnología con software de programación como Visual Basic para Aplicaciones VBA, Visual Basic o los de la nueva generación que son los .net como el Visual Studio en los cuales pueden desarrollar programas que permitan ayudar a elaborar los números generadores de cantidades de obra y obtener el catálogo de conceptos correspondiente que servirá para calcular el presupuesto correspondiente del proyecto.

Con estas aplicaciones se pueden obtener de manera más sencilla y rápida los números generadores, extrayendo la información de AutoCAD o AutoCAD Architecture hacia Excel de forma semiautomática y con la ventaja de que se insertan números para una fácil revisión de la cuantificación.

En AutoCAD, en las plantas se insertan bloques que contienen la información que se extraerá para los números generadores *(ver Figura 3-24)*.

PROYECTO: Ampliación y remodelación del edificio										GENERADOR DE OBRA									
UBICACIÓN: México, D.F.					MÉXICO, D.F.					MÉXICO, D.F.					MÉXICO, D.F.				
CLAVE	PARTIDA	UNIDAD	EDIFICIO No.	NIVEL	TOTAL	CLAVE DE CUANTIF.													
ACA-09	Acabados	m ²		2	71.28	Loseta metl en muros													
LOCALIZACIÓN						RESTAR													
REFERENCIA	EJE	TRAMO	AREA	LONGITUD	ALTURA	ANCHO	ALTURA	NUM REPETICIONES	NUM DE LADOS	TOTAL									
1	Ala Norte y Central		3,400	5,000	3,400				1	17.00									
2	Ala Norte y Central		3,400	1,175	3,400				1	4.00									
3	Ala Norte y Central		3,400	1,050	3,400				1	3.57									
4	Ala Norte y Central		3,400	0,750	3,400				1	2.55									
5	Ala Norte y Central		3,400	3,447	3,400				1	11.72									
6	Ala Norte y Central		3,400	3,167	3,400				1	10.77									
7	Ala Norte y Central		3,400	1,375	3,400				1	4.57									
8	Ala Norte y Central		3,400	3,950	3,400				1	13.43									
9	Ala Norte y Central		3,400	1,050	3,400				1	3.57									
											TOTAL								
											TOTAL								

CROQUIS DESCRIPTIVO	

PLANO	FECHA:	V.O.Bo.
AC-05-1, AC-06-1 Y AC-07-1 PLANTA NIVEL 2 ACABADOS ALA SUR (SECCIÓN - 01), (SECCIÓN - 02) Y ALA NORTE Y CENTRAL	ago-10	

Figura 3-25 Ejemplo del resultado del generador de acabados en muros.

Se muestra otro ejemplo en donde se ve en la Planta general cómo se localizan los diferentes bloques para la ubicación de las áreas correspondientes a los acabados en los pisos (ver Figura 3-26).

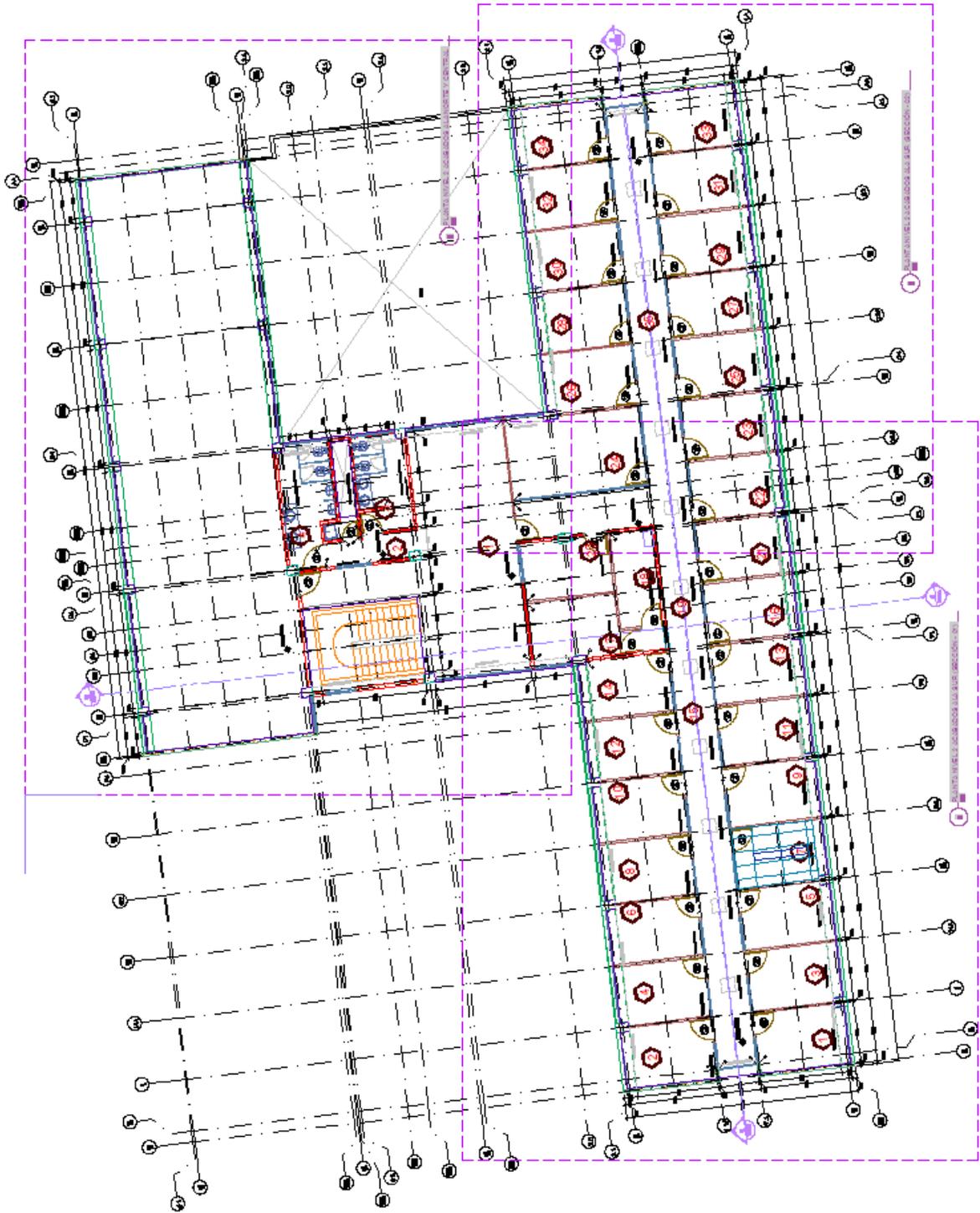


Figura 3-26 Planta general de acabados en los pisos para obtener el número generador

Podemos ver en la siguiente figura más cerca de cómo quedan ubicados los bloques con su número correspondiente para una fácil revisión de las cantidades obtenidas en los números generadores (ver Figura 3-27).



Figura 3-27 Planta de una zona con los bloques de acabados en pisos para los números generadores.

CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO.

En el capítulo 2 se describieron de las características de los proyectos ejecutivos y la gran cantidad de especialidades e información que se necesitan integrar para una buena definición de los mismos. También se recordará que en el capítulo 1 se habló de los sistemas de información y el apoyo que proporcionan en el desarrollo de los proyectos. Ambos sirven como base para el capítulo 3, en el cual se puntualiza en la facilidad que proporciona la aplicación de las tecnologías de modelos de información BIM, en donde se puede integrar en un solo modelo 3D toda la información del proyecto completo, lo que permite revisar la interacción que tienen las especialidades que participan y que al ser tan detallado ayuda a definir los diferentes puntos que podrían significar una dificultad al construir. En este capítulo se describe la forma en que se trabaja con los modelos de información, comparando Revit y AutoCAD Architecture, en donde se comprueba la ventaja que se tiene para visualizar el modelo tridimensional y a su vez el uso de elementos repetitivos que se pueden aplicar a diferentes partes del proyecto. También permite obtener de este modelo los planos tanto en planta como en cortes, fachadas y detalles constructivos, con lo cual se tiene total coincidencia de todos los objetos plasmados en ellos.

Otra ventaja de la aplicación del BIM es el asignar propiedades a los objetos, como se pudo detallar en este capítulo; para posteriormente generar las tablas de contenido o *schedules*, con la información necesaria del proyecto y con lo cual se puede obtener una cuantificación de materiales que formarán parte de la construcción y además conocer las dimensiones y áreas de los diferentes locales. A partir de aquí se puede cotizar y definir en qué momento se necesitará su procuración.

Capítulo 4. EJEMPLO DEL DESARROLLO DE UN PROYECTO EJECUTIVO DE EDIFICACIÓN UTILIZANDO LAS TECNOLOGÍAS DE MODELOS DE INFORMACIÓN BIM.

4.1 DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO.

El proyecto que se utilizó como ejemplo de la aplicación de las tecnologías de modelos de información BIM es un edificio cuya planta es similar a una H con una de las dos alas recortada (ver Figura 4-1). Para identificar las zonas se denominó Ala Sur secciones 1 y 2 y el Ala Norte y Central. Originalmente este edificio tenía 2 niveles, se remodeló la Planta Baja y se construyó un nivel nuevo, el nivel 2 abarcando toda el área de lo que era la azotea.

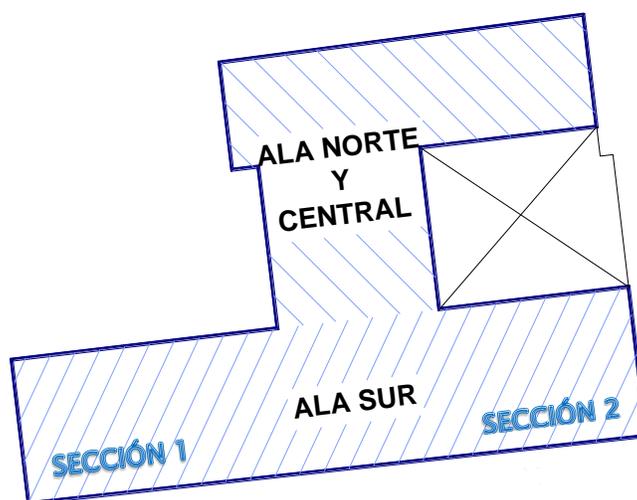


Figura 4-1 Croquis de la Planta del Edificio

El programa que se utilizó para desarrollar el modelo de este edificio fue AutoCAD Architecture, de Autodesk.

Lo primero que se hizo fue el modelo del edificio original para posteriormente desarrollar el proyecto ejecutivo.

En el edificio original el acceso principal al edificio se localizaba en la Planta Baja en el ala central, tenía como remate al área de intendencia, en el Ala Sur estaban 29 cubículos y un área secretarial, los cuales se moverían al nuevo nivel. En el Nivel 1, en el vestíbulo se tenía un laboratorio de cómputo que se reubicaría en la Planta Baja y en el Ala Sur estaban 28 cubículos con su área secretarial, que no se cambiarían de lugar y una oficina para una coordinación administrativa que se reubicaría en el Nivel por construirse.

En la remodelación y ampliación el acceso principal al edificio se mantuvo en el mismo lugar, pero se reubicó el área de intendencia a un costado del vestíbulo para dejar como remate el jardín posterior que tiene el edificio y que se habilitaría como una zona para comer y para convivencia. En el Ala Sur se mantuvieron 11 cubículos con su área secretarial en la sección 2 y en la Sección 1 se ubicó un área para guardado y préstamo de equipos especializados, dos laboratorios de cómputo y un laboratorio especializado. También se incluyó un acceso directo al área de préstamo y se colocó una salida de emergencia en el laboratorio especializado. También se construyó un área para el IDF para distribuir la red de cómputo en ese nivel.

En el Nivel 1 se demolió el laboratorio de cómputo dejando el vestíbulo libre y también con vista al patio, en el área secretarial el muro se recortó a 90 cm sobre el nivel de piso terminado y se le colocó un cancel encima para que tuviera vista y atención hacia el vestíbulo, ya que también se cambió la puerta de madera por una de cristal para el acceso al Ala Sur. En el lugar de la coordinación administrativa se ubicó el SITE que dará servicio a todo el edificio.

En el nuevo nivel, el Nivel 2, en el Ala Sur se construyeron 30 cubículos con su área secretarial y el IDF para la red de cómputo para ese nivel, en el pasillo se colocaron domos para mejorar la iluminación natural y optimizar

el uso de las lámparas y procurar ahorro de energía. En el área central se construyó el módulo de baños que se rediseñó agregando un mueble más en el baño de hombres, el resto del área se dejó como vestíbulo con cancelas de piso a techo, uno con vista al estacionamiento y el otro con vista al patio, por otra parte en el Ala Norte se reubicó la coordinación administrativa, otros cubículos y un área para desarrollo de proyectos.

4.2 CONSTRUCTORES EN 3D DEL MODELO DEL PROYECTO.

Se creó el proyecto definiendo sus niveles, se asignaron su elevación y altura del entrepiso y se definieron las diferentes especialidades, tanto para los constructores como para las vistas y los planos, en que se dividiría el proyecto indicando la etapa a la que corresponde y las revisiones que se hicieron (ver Figura 4-2). Es muy importante esta etapa ya que aquí es en donde diseñan las características del proyecto para poder tener un control del mismo posteriormente.

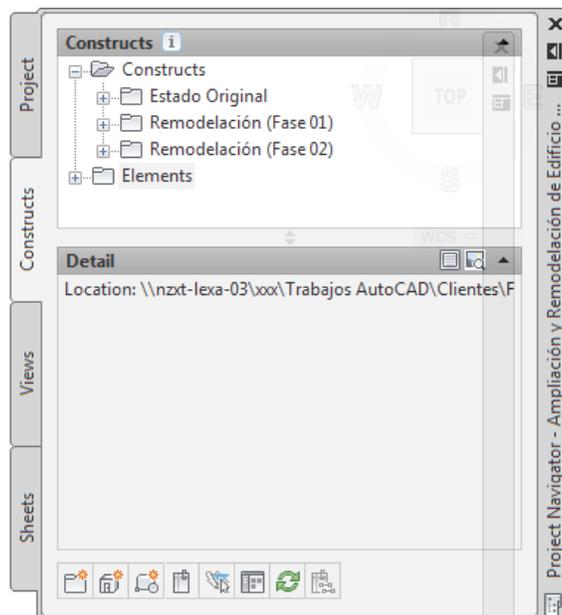


Figura 4-2 Categorías de constructores y elementos

Los constructores se dividieron en Constructores estructurales y los arquitectónicos. Lo primero que se dibujó son los constructores estructurales en donde se localizó la retícula de los ejes y sobre ella y ancladas se dibujaron las columnas, se colocaron otros elementos estructurales como muros de carga localizados en los cabeceros de las Alas Sur y Norte y los muros bajos de concreto que están como antepecho de las ventanas exteriores, las trabes y las vigas que aparecen punteadas en la representación en planta; también se dibujó la losa de concreto correspondiente al piso del nivel y con esto se generó la retícula estructural de cada uno de los niveles *(ver Figura 4-3y Figura 4-4)*.

A continuación se muestran los modelos estructurales tanto en planta en 2D como en el modelo en 3D de cada uno de los niveles, en la Planta podemos ver cómo se indican las proyecciones de las trabes con líneas punteadas (ver Figura 4-3).

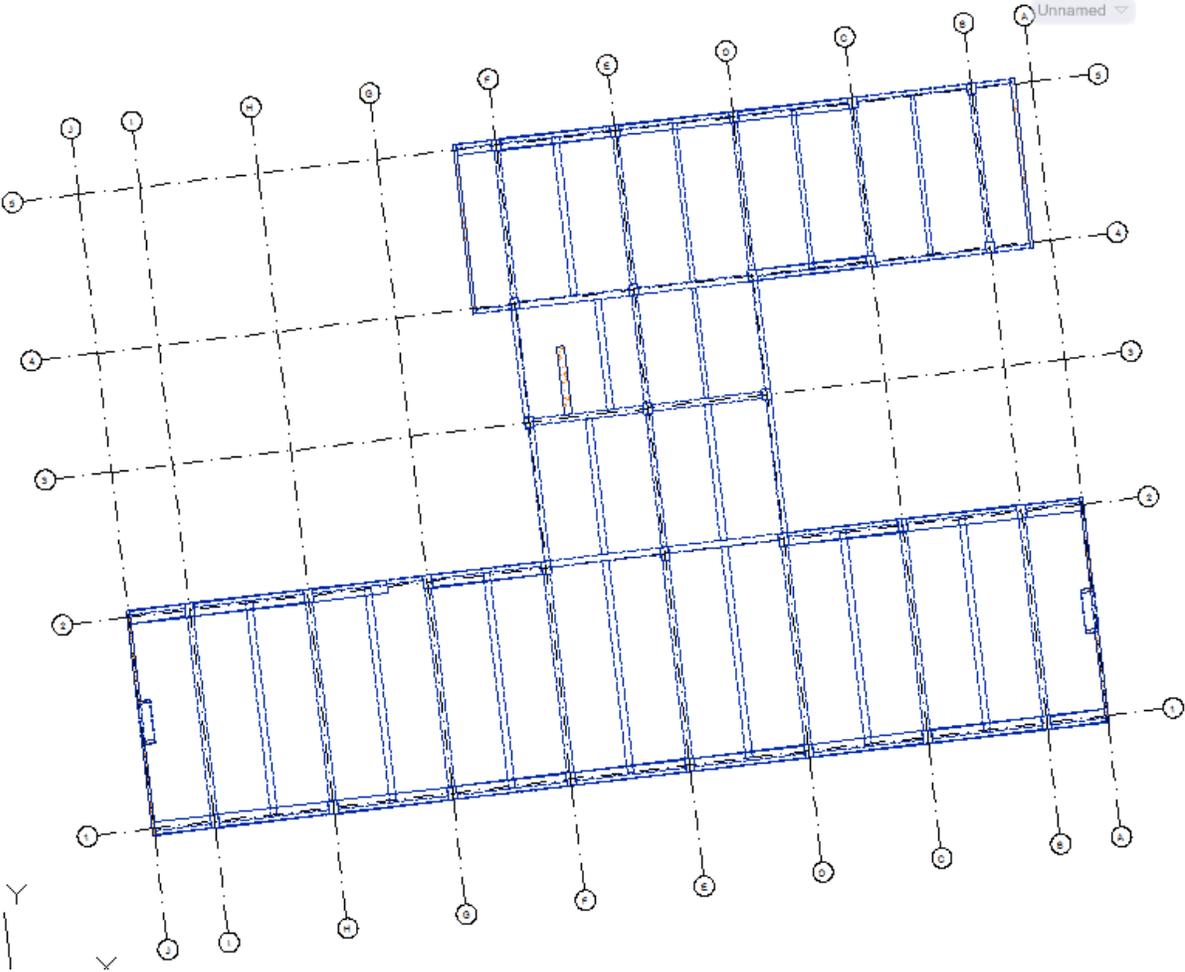


Figura 4-3 Vista en 2D, en Planta de la retícula estructural de la Planta Baja.

Modelo 3D de la estructura existente en la Planta Baja (ver Figura 4-4).

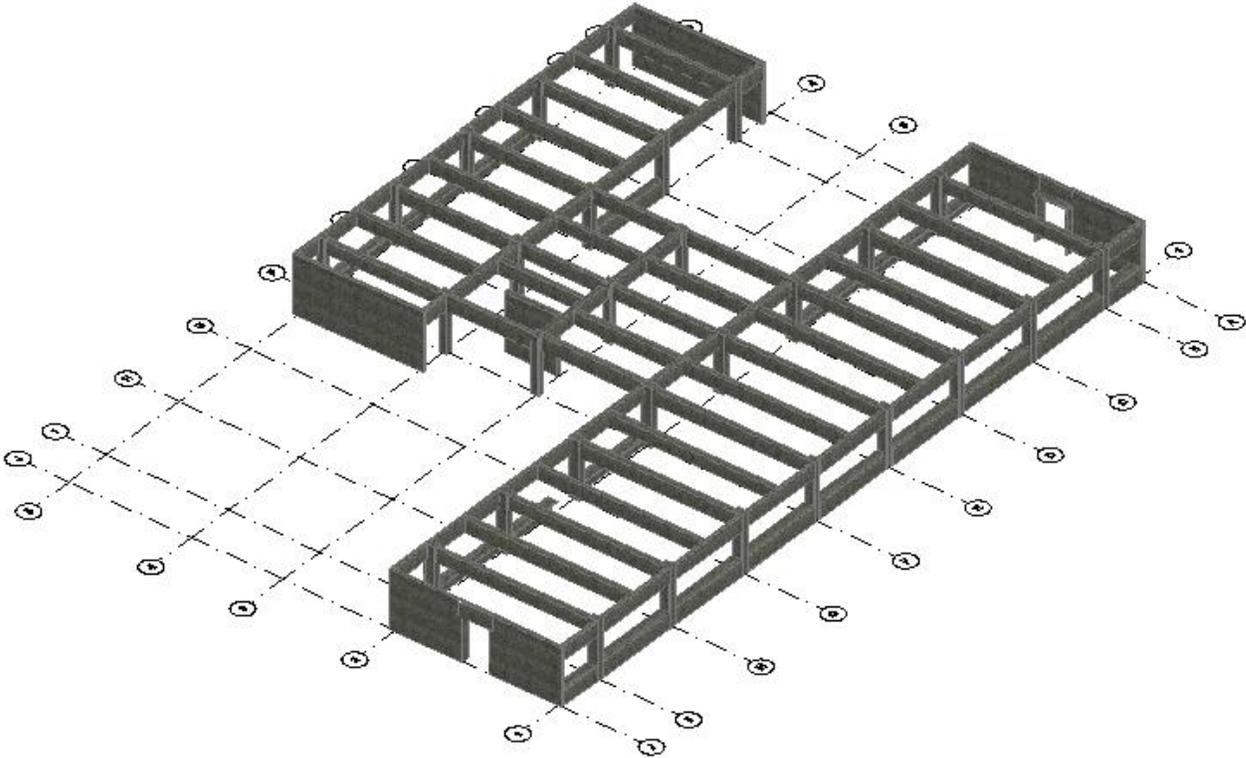


Figura 4-4 Vista en 3D, de la retícula estructural de la Planta Baja

Se puede observar la estructura existente de concreto armado que no tuvo modificaciones en el Nivel 1, la primera figura es de la vista en planta y en la segunda se observa el modelo 3D del esqueleto (ver Figura 4-5 y Figura 4-6)

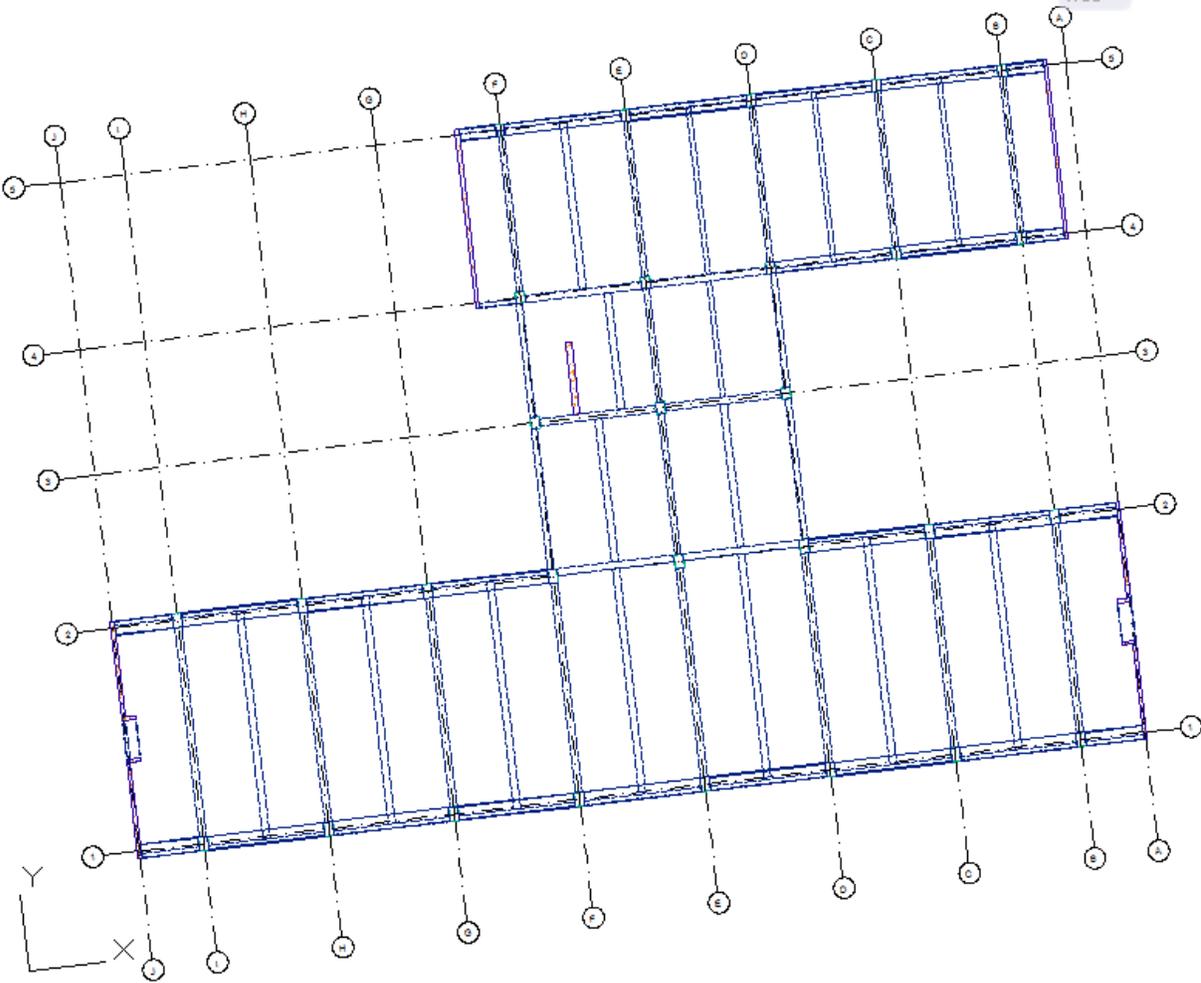


Figura 4-5 Vista en 2D, en Planta del Nivel 1

Modelo e 3D de la estructura del Nivel 1 (ver Figura 4-6).

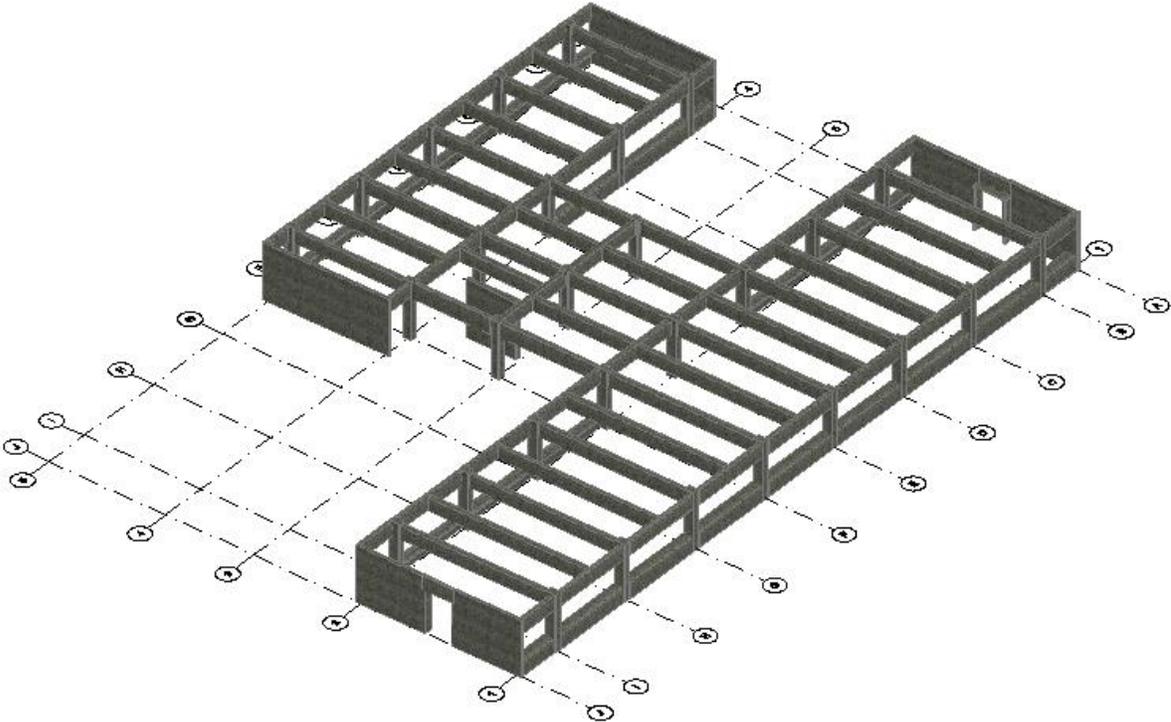


Figura 4-6 Vista en 3D, en Planta del Nivel 1

En el Nivel 2, que es el de la ampliación, se ven las columnas de concreto que fueron una extensión de las existentes y el sistema de piso a base de estructura de acero y con sistema Losacero. En la Planta se ve su representación por medio de líneas punteadas y de esta manera se puede tener como referencia para el desarrollo del proyecto ejecutivo. Cabe mencionar que estas referencias se pueden mostrar o no en el plano dependiendo del tipo de trabajo que se esté realizando (ver Figura 4-7).

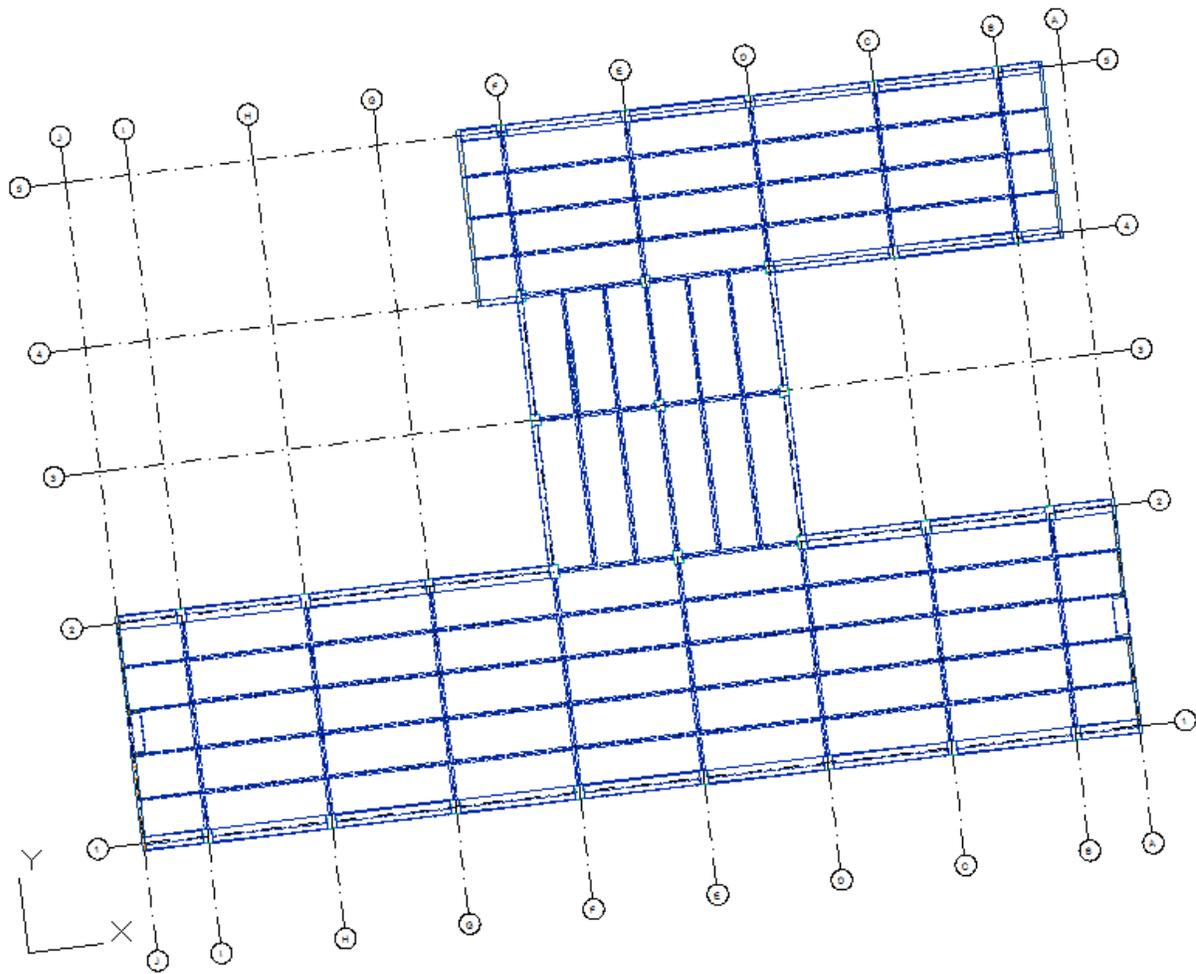


Figura 4-7 Vista de la Retícula estructural en Planta del Nivel 2.

En el modelo 3D se ve el detalle de las traveses y las vigas metálicas, así como la continuación que se dio a las columnas por encima del nivel de azotea (ver Figura 4-8).

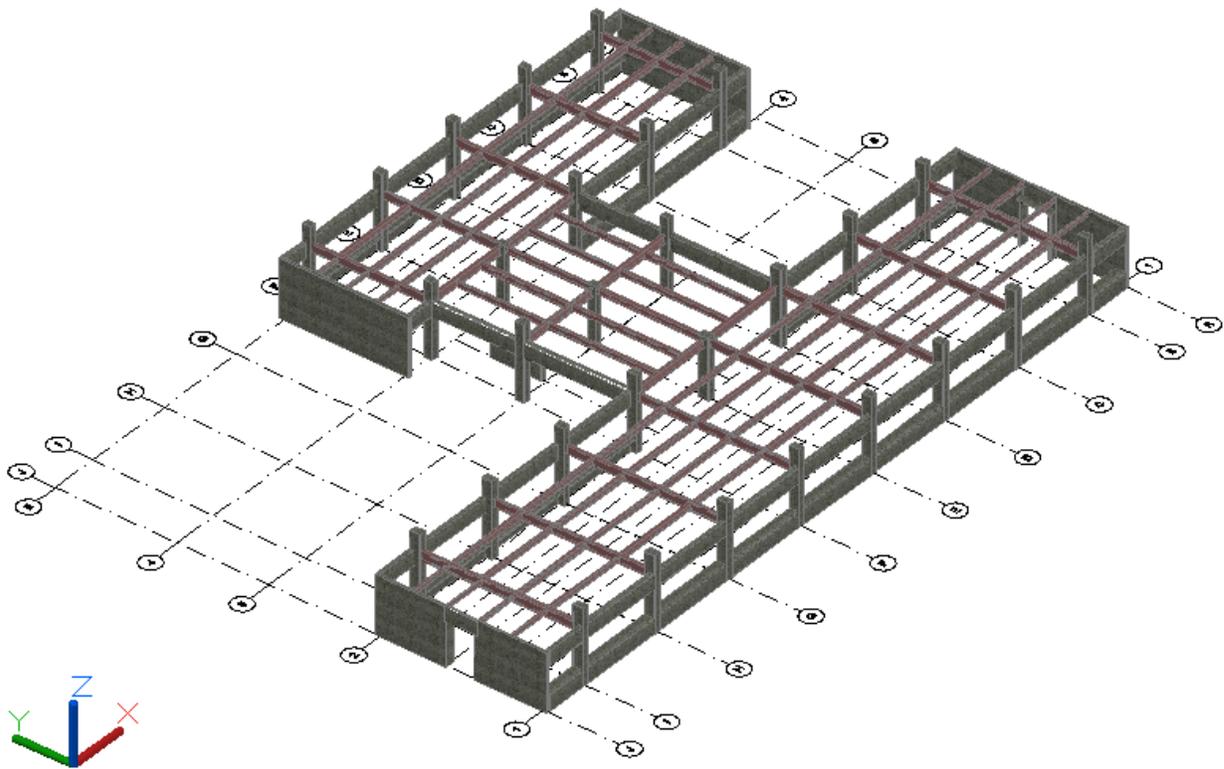


Figura 4-8 Vista en 3D de la estructura del Nivel 2

A continuación se tiene un acercamiento para que se vea más detalle de la estructura del Nivel 2, la combinación de las columnas de concreto y las trabes y vigas de acero (ver Figura 4-9).

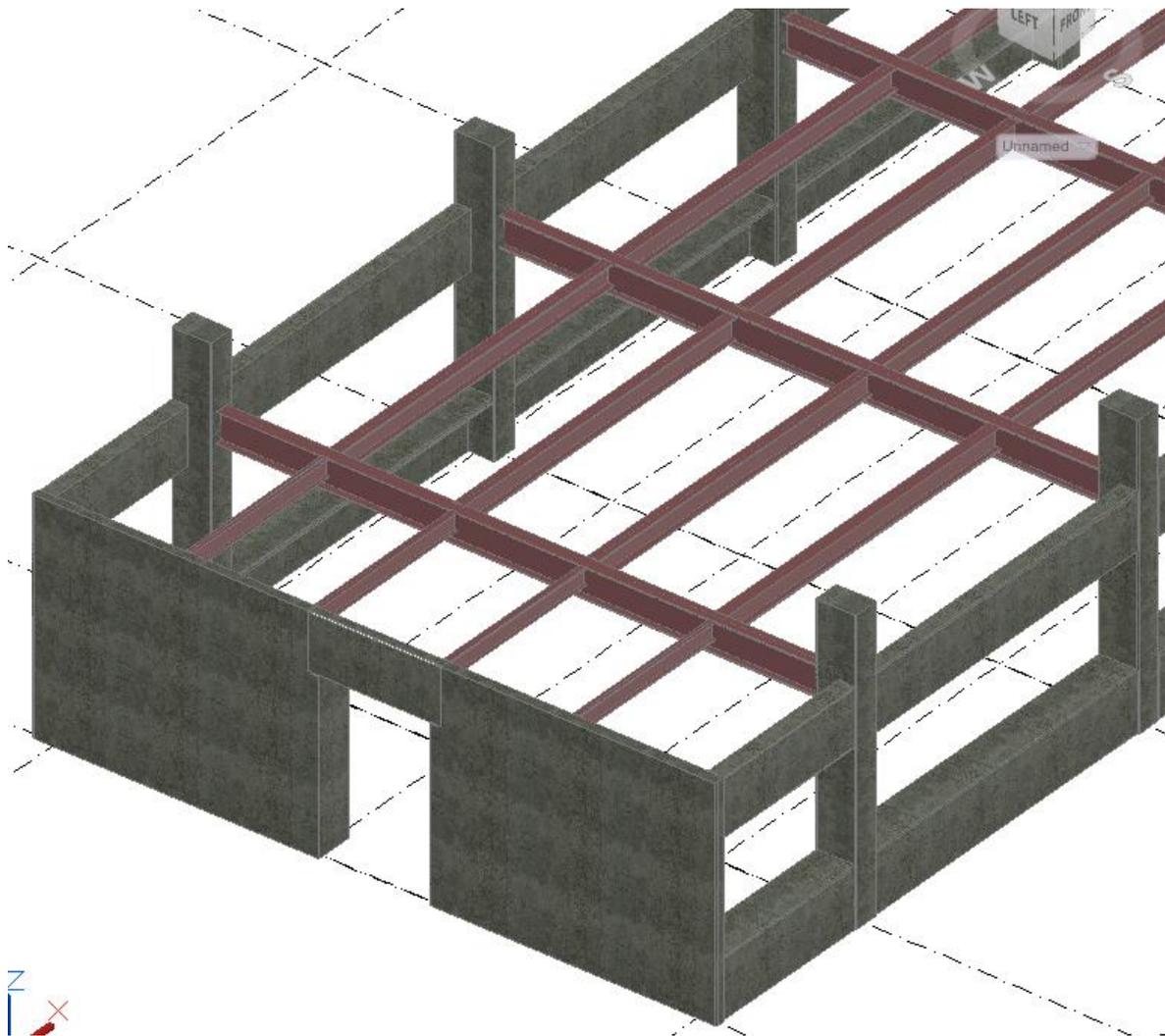


Figura 4-9 Vista en 3D acercamiento de una crujía del Nivel 2

Dentro de los mismos constructores y en otra categoría, la arquitectónica, se dibujaron todos los demás elementos no estructurales, muros de tabique, de tablaroca y demás componentes que definen el proyecto, ventanas, puertas, cancelas

Se puede ver el estado original del edificio en la Planta Baja en al Ala Sur, tanto en planta como en modelo 3D (ver Figura 4-10 y Figura 4-11)



Figura 4-10 Planta de Conjunto del Constructor Arquitectónico de la Planta Baja estado Original



Figura 4-11 Modelo 3D del Constructor Arquitectónico de la Planta Baja estado Original

En las siguientes dos figuras se tiene el constructor arquitectónico de la remodelación como quedó el diseño y la construcción de la misma Planta Baja (ver Figura 4-12 y Figura 4-13).



Figura 4-12 Planta de Conjunto del Constructor Arquitectónico de la Planta Baja ya remodelada

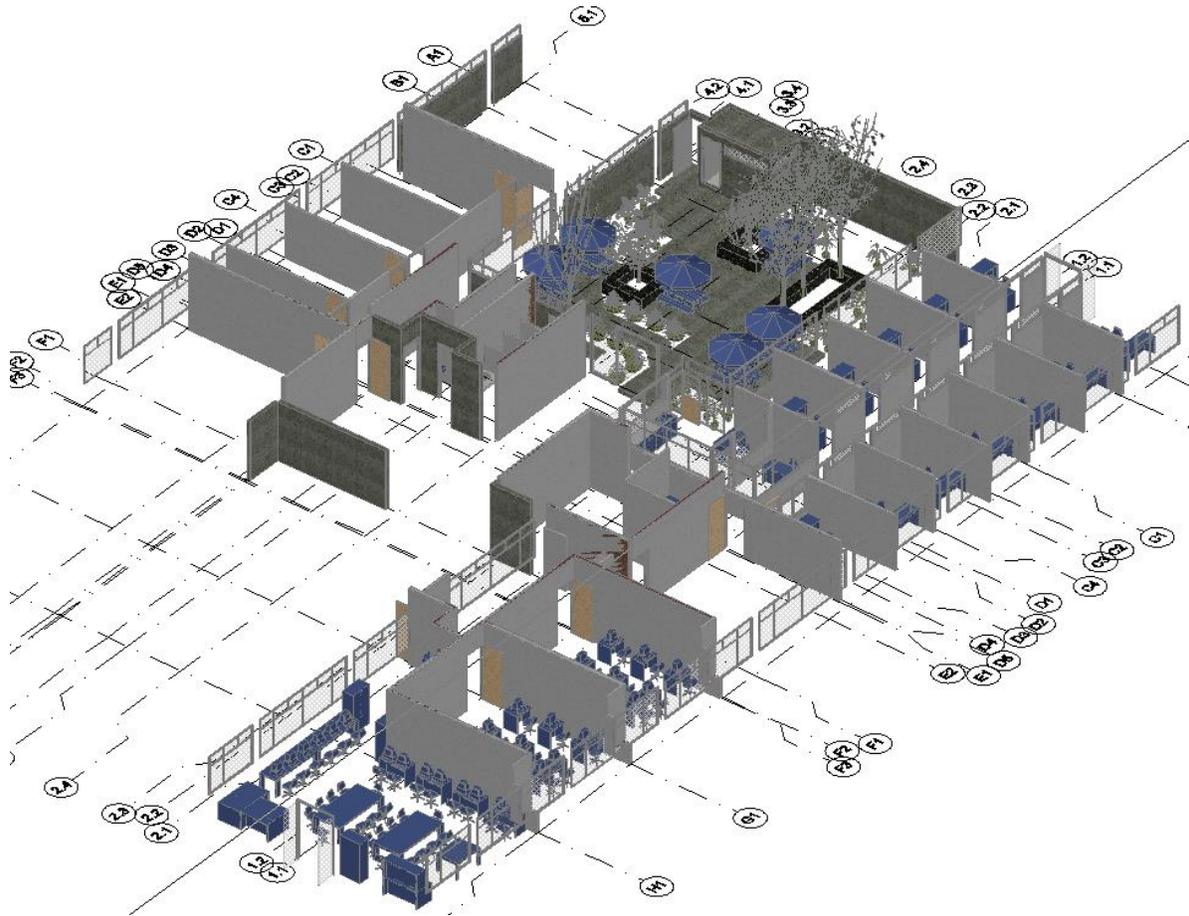


Figura 4-13 Modelo de Conjunto del Constructor Arquitectónico de la Planta Baja ya remodelada

En esta vista en 3D se pueden localizar los cambios que tuvo este nivel, se indican las demoliciones con una nube, se puede ver el muro de concreto del laboratorio hacia el patio, el área secretarial y el cubículo 116 en donde se reubicaría el SITE (ver Figura 4-15).

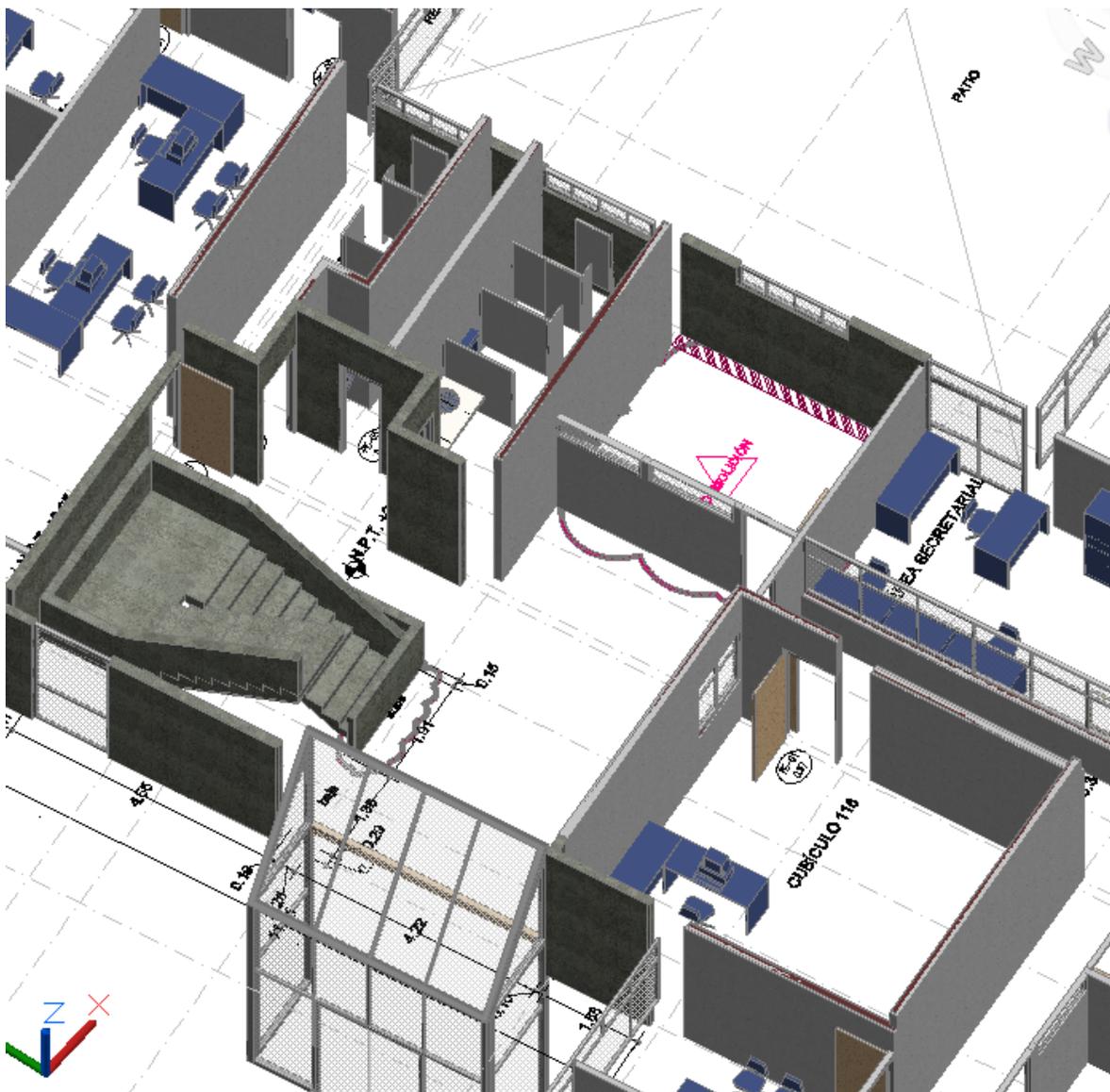


Figura 4-15 Modelo 3D original del Nivel 1 del vestíbulo

El Nivel 2 es totalmente nuevo, en el constructor arquitectónico en la vista en planta, se puede ver la distribución de los espacios del edificio ya definido (ver Figura 4-16).



Figura 4-16 Planta del constructor arquitectónico del Nivel 2

En el modelo tridimensional se pueden identificar las diferentes alturas que tienen los muros y la altura de colocación de las ventanas en los cubículos, que no es visible en una representación en planta en un dibujo tradicional en 2 dimensiones (ver Figura 4-17).

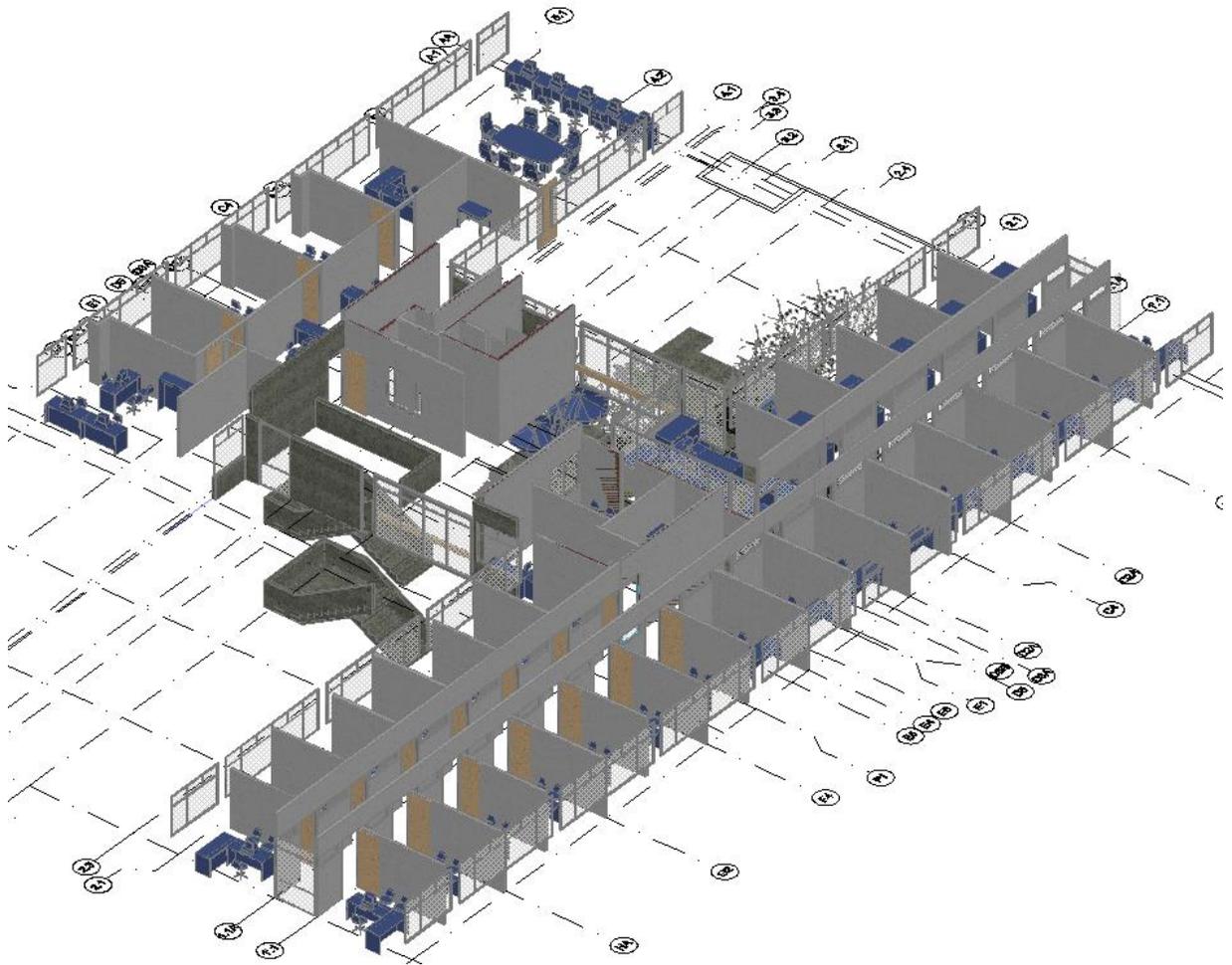


Figura 4-17 Modelo tridimensional del constructor arquitectónico del Nivel 2

4.3 ELEMENTOS EN 3D QUE SE USARON EN EL PROYECTO.

En este proyecto se dibujaron los elementos (constructores) de las escaleras principales, tanto las existentes como las nuevas que tienen las mismas características que las existentes y que servirían de acceso al Nivel 2 (ver Figura 4-18, Figura 4-19 y Figura 4-20).

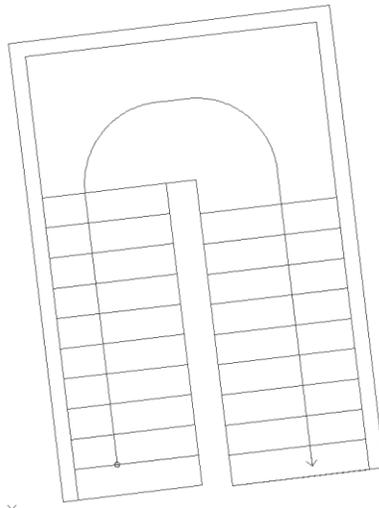


Figura 4-18 Planta del elemento de las escaleras



Figura 4-19 Modelo del elemento de las escaleras

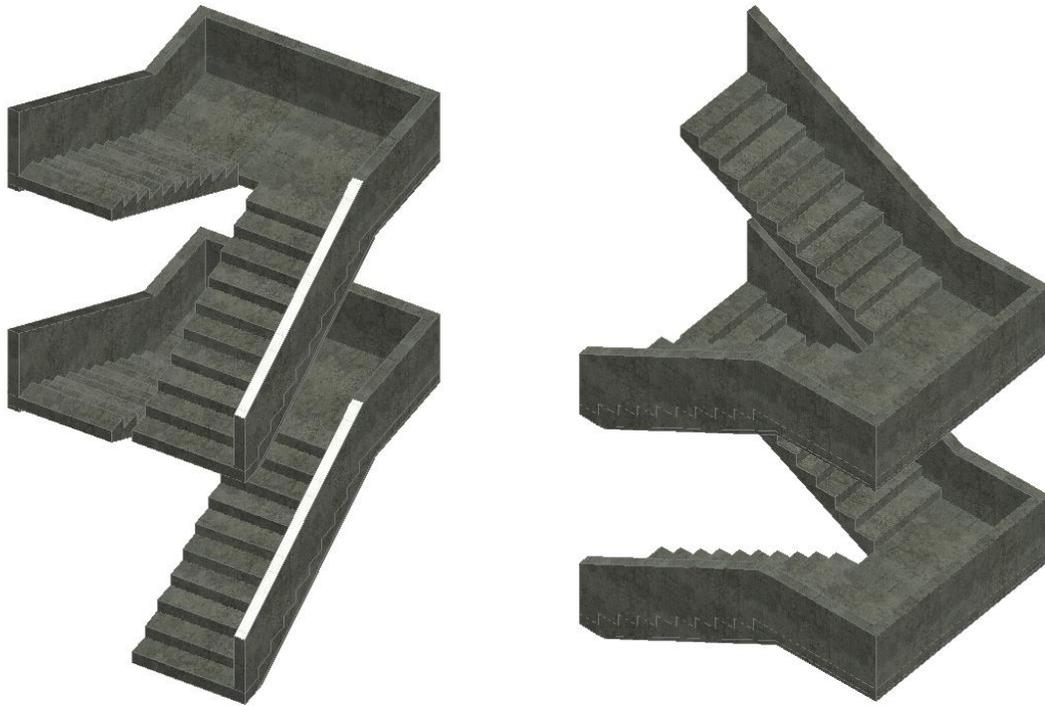


Figura 4-20 Vista general del elemento de las escaleras, incluyendo las existentes y las nuevas

El cancel del acceso principal también se generó como un elemento (ver Figura 4-21).

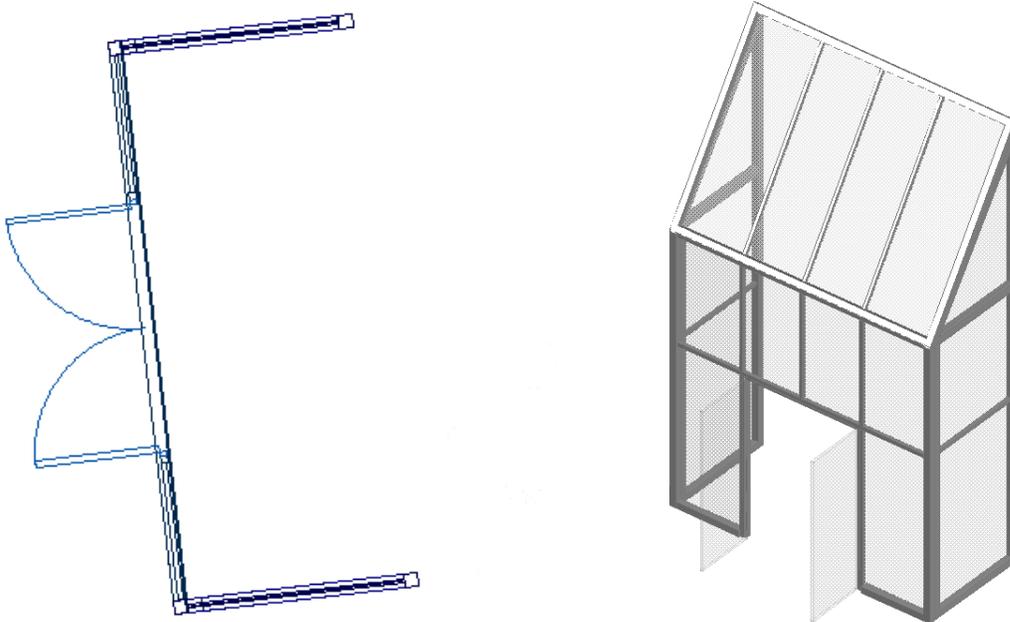


Figura 4-21 Planta y modelo del elemento del cancel de acceso

Otro elemento es el módulo de baños, pensando en una posterior remodelación de los módulos de baños de los niveles existentes (ver Figura 4-22, Figura 4-23 y Figura 4-24).

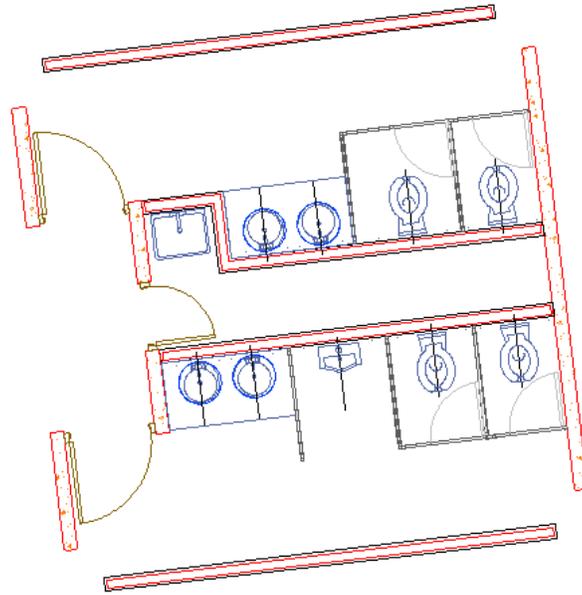


Figura 4-22 Planta del elemento del módulo de baños existentes

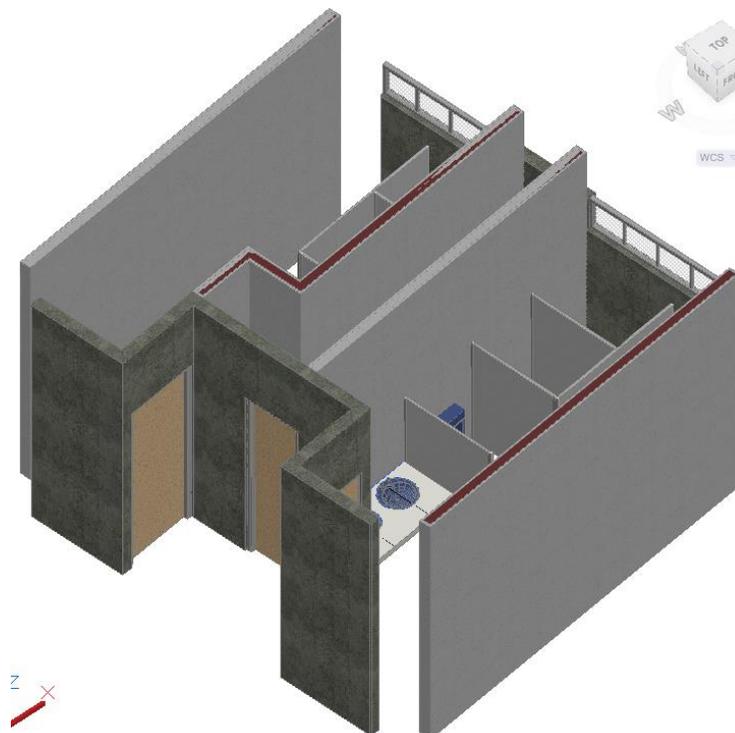


Figura 4-23 modelo del elemento del módulo de baños existentes

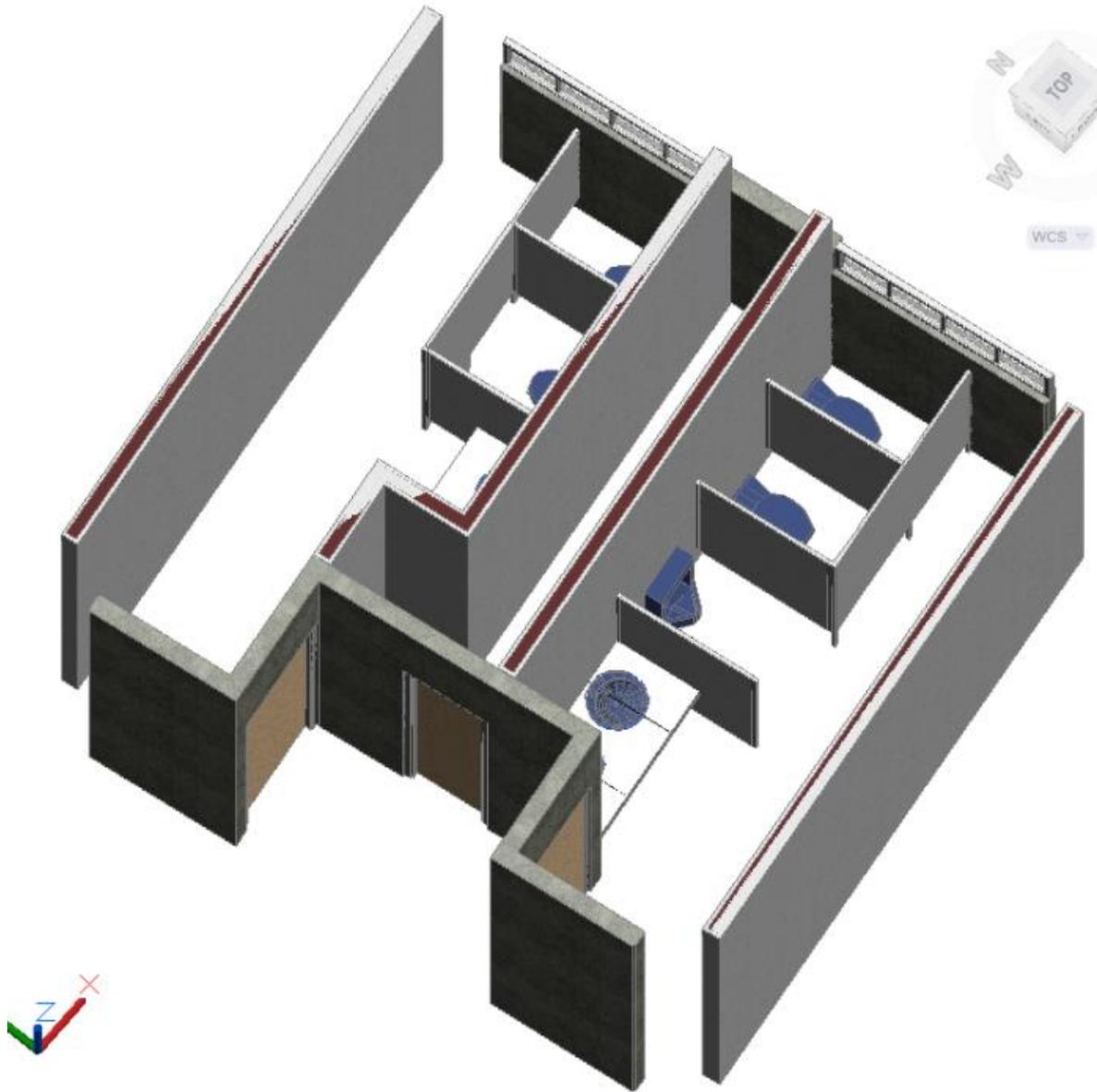


Figura 4-24 Otro ángulo del modelo del elemento del módulo de baños existentes

Representación en planta del elemento del módulo de baños nuevo, se tiene un mueble más en el baño de hombres, se modificó el acceso para que no quedara de frente a las escaleras, teniendo una mejor vestibulación. Los baños de hombres se pasaron al fondo del pasillo (ver Figura 4-25, Figura 4-26, Figura 4-27 y Figura 4-28).

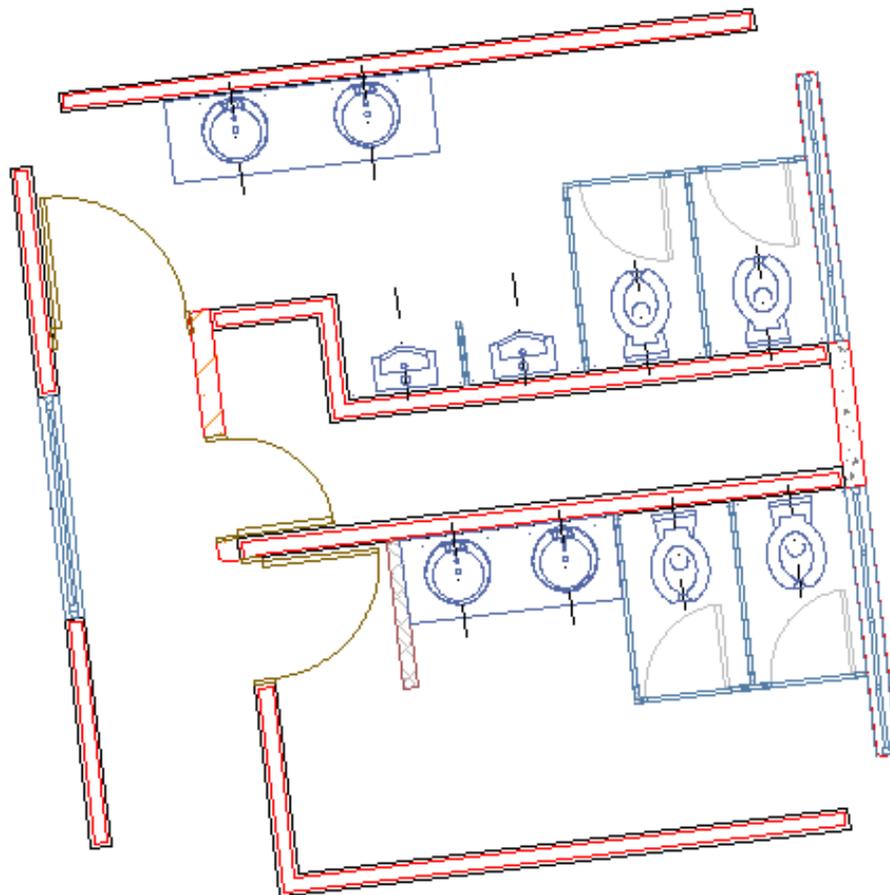


Figura 4-25 Planta del elemento del módulo de baños de la remodelación Nivel 2

Se puso una ventana con vidrio translúcido para que permita pasar la luz y que el pasillo no quedara oscuro, pero que no permitirá la vista hacia los baños (ver Figura 4-26 y Figura 4-27).

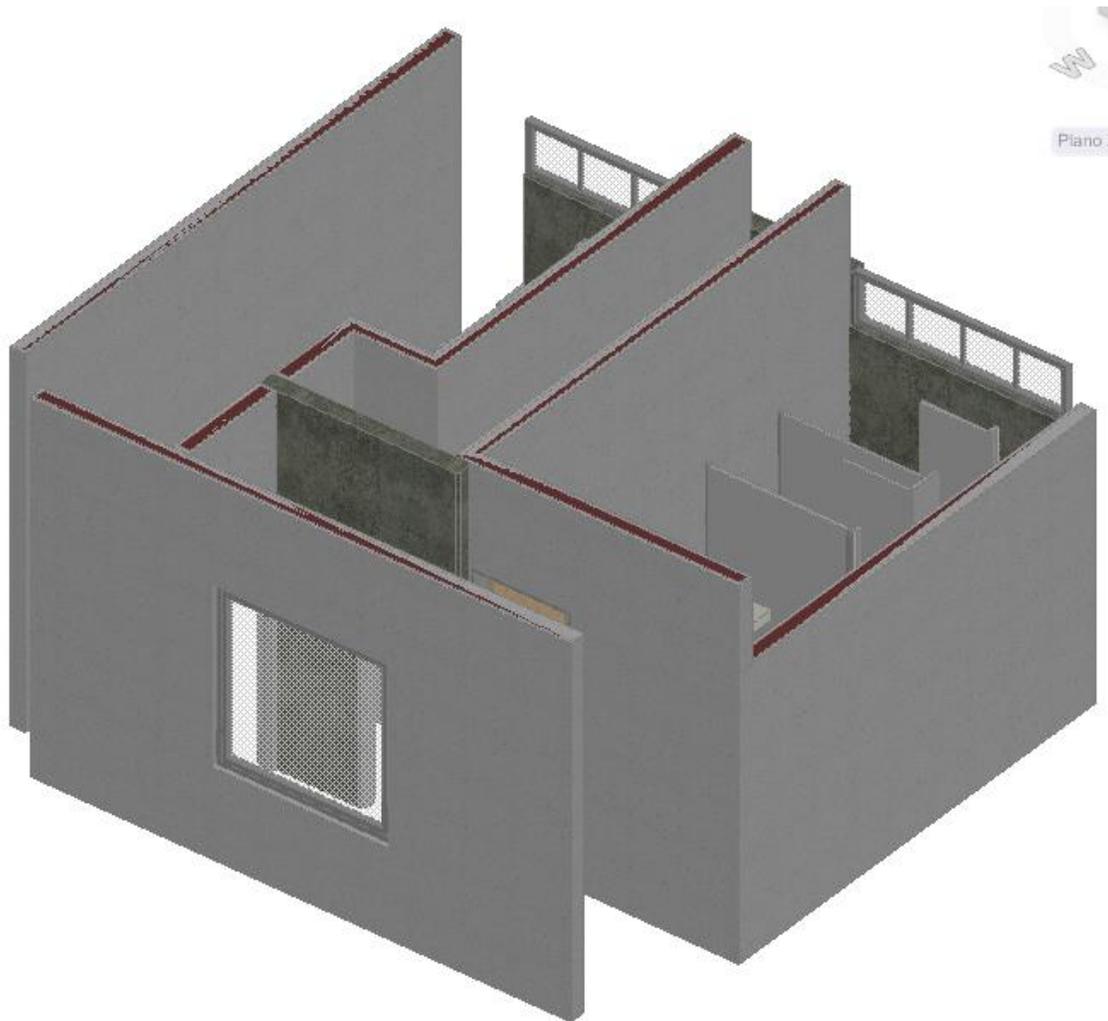


Figura 4-26 Modelo del elemento del módulo de baños de la remodelación Nivel 2

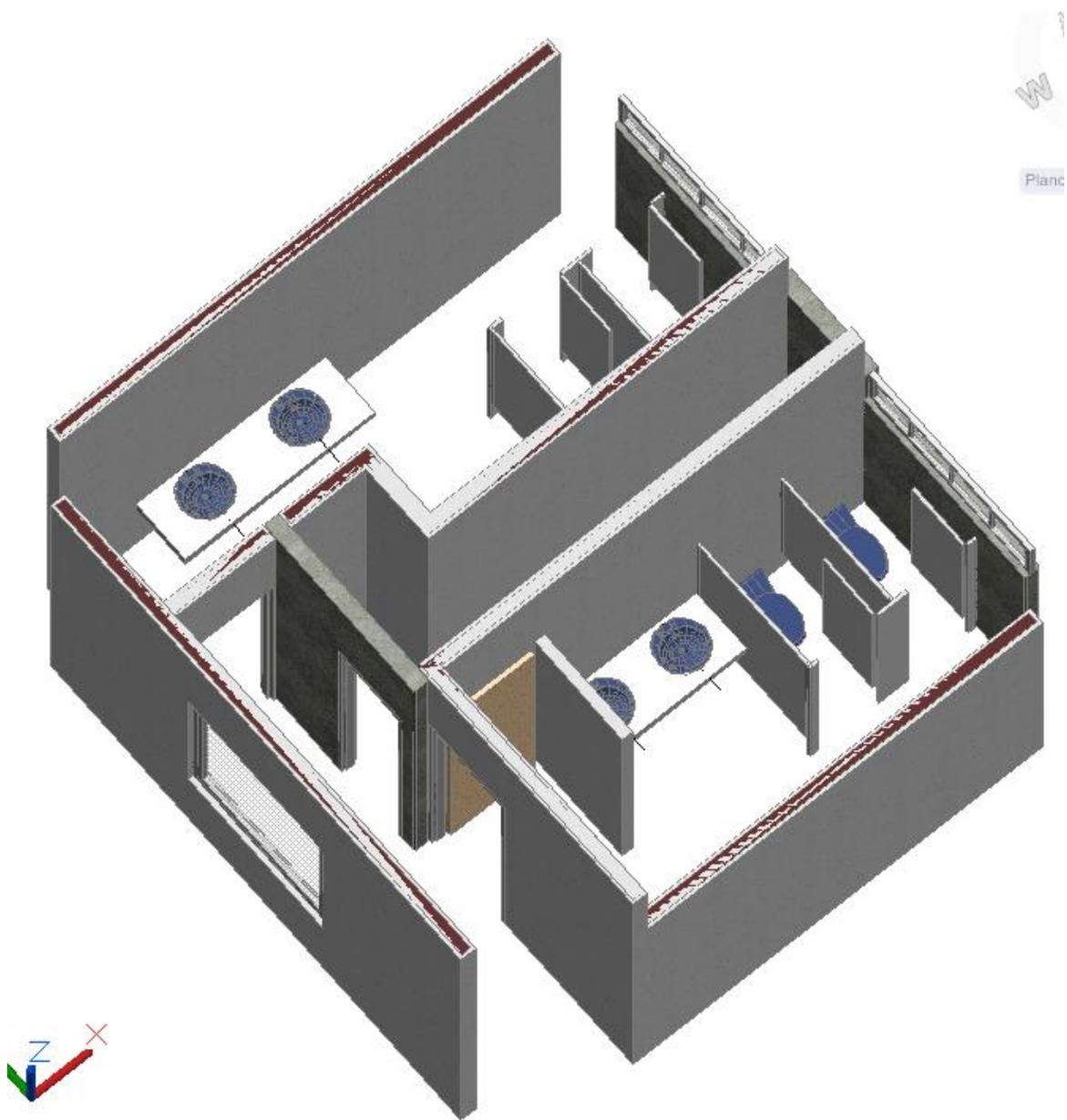


Figura 4-27 Otro ángulo del modelo del elemento del módulo de baños de la remodelación Nivel 2

En esta posición se pueden observar los muebles de baño que se aumentó un mingitorio en el baño de los hombres y se dejaron 2 inodoros y 2 lavabos en cada baño (ver Figura 4-28).

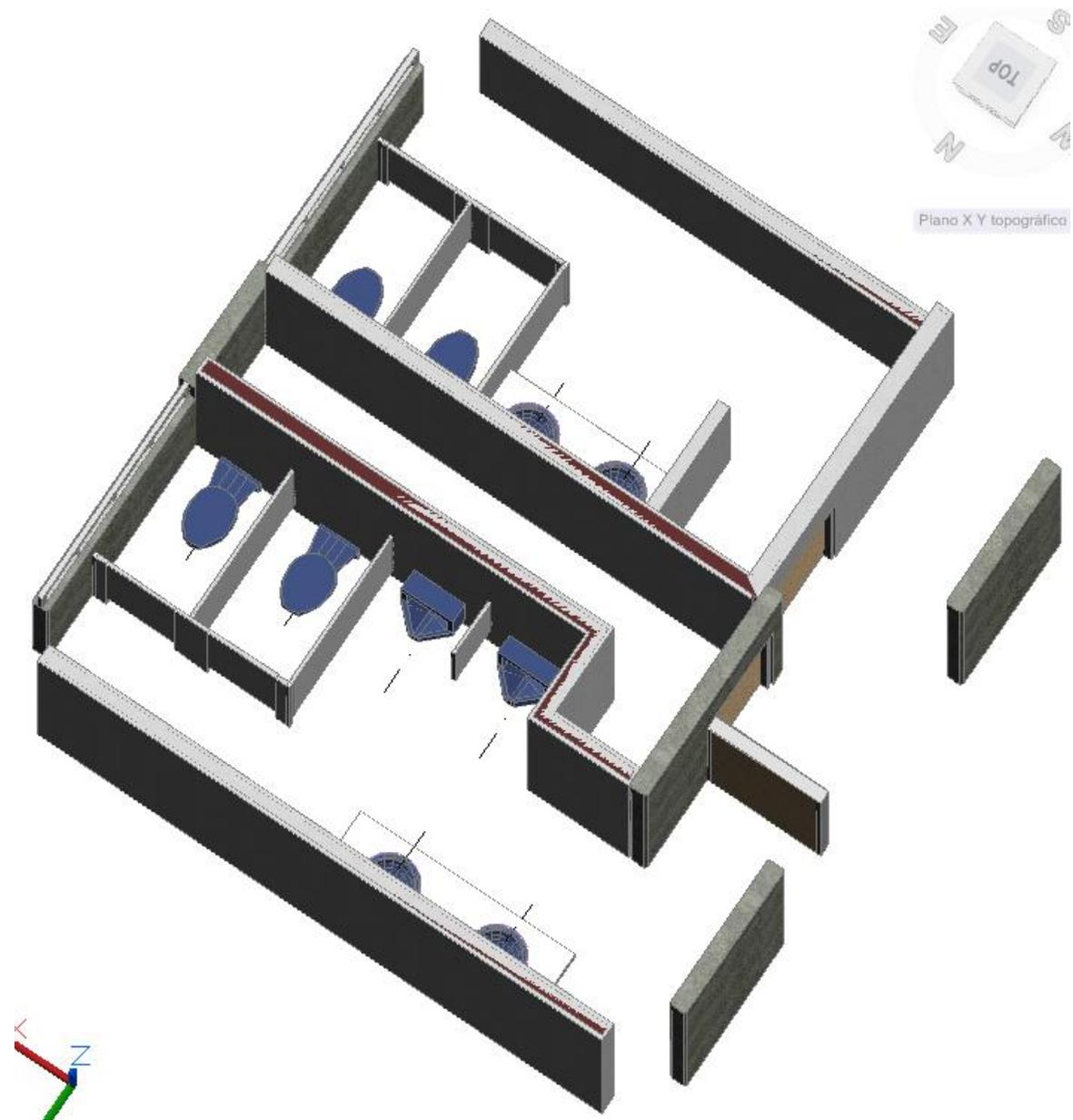


Figura 4-28 Vista superior del modelo del elemento del módulo de baños de la remodelación Nivel 2

El jardín central con la remodelación correspondiente se hizo como elemento para que se pudiera agregar en todas las vistas de la plantas de los 3 Niveles (ver Figura 4-29 y Figura 4-30).

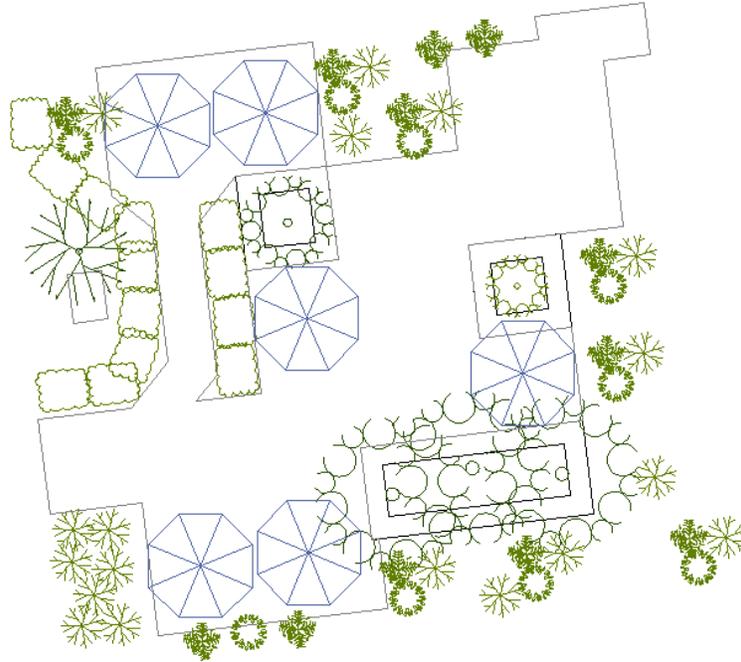


Figura 4-29 Planta de diseño nuevo del jardín



Figura 4-30 Modelo del diseño nuevo del jardín

4.4 VISTAS EN PLANTA DE CADA NIVEL, CORTES, FACHADAS Y DETALLES.

En las vistas *Views* se unieron los diferentes constructores que complementan la información necesaria para explicar el proyecto en cada una de las plantas y lo que da como resultado es un modelo ya completo al cual se le adicionará la información necesaria para explicar y definir todos los detalles, es decir, las cotas, los letreros, niveles, algunas líneas de referencia como los indicadores de vacíos, proyecciones, letreros con su simbología de accesos y etiquetas como las dimensiones de las puertas y lo necesario dependiendo de cada una de las especialidades que se estén trabajando.

Se crearon vistas de conjunto de cada una de los niveles a una escala de 1:75 para localizar toda la información y también se crearon vistas de las secciones, para poder dividir y tener la información a mayor escala 1:50 y que fuera más manejable y clara.

Las secciones correspondientes, como se indicó en la descripción del proyecto (ver 4.1 Descripción del proyecto.), Ala Sur secciones 1 y 2 y el Ala Norte y Central, se delimitaron por medio de unos rectángulos llamados *Layout Grid 2D* que están dibujados en color púrpura (ver Figura 4-31) y de los cuales se obtuvieron los *Model space view* que sirvieron para generar los planos correspondientes.

Se definieron vistas por cada fase y revisión correspondiente, así como de cada una de las especialidades para completar el proyecto ejecutivo.

En la Planta Baja de la especialidad de arquitectura los constructores que participan son: el estructural, la losa, el arquitectónico y los diferentes elementos como las escaleras, los baños, el cancel de acceso y el patio (ver Figura 4-31).



Figura 4-31 Planta arquitectónica localizando las secciones de la Vista de la Planta Baja ya remodelada

También podemos observar la vista del modelo 3D de la misma Planta Baja (ver Figura 4-32). Este modelo se puede ver en diferentes direcciones como es la parte superior, que nos muestra la Planta o en algún ángulo isométrico, que además se tiene la libertad de girarlo libremente con el comando *3D orbit* para revisar los detalles o colocarlo en algún punto que sea más explicativo.

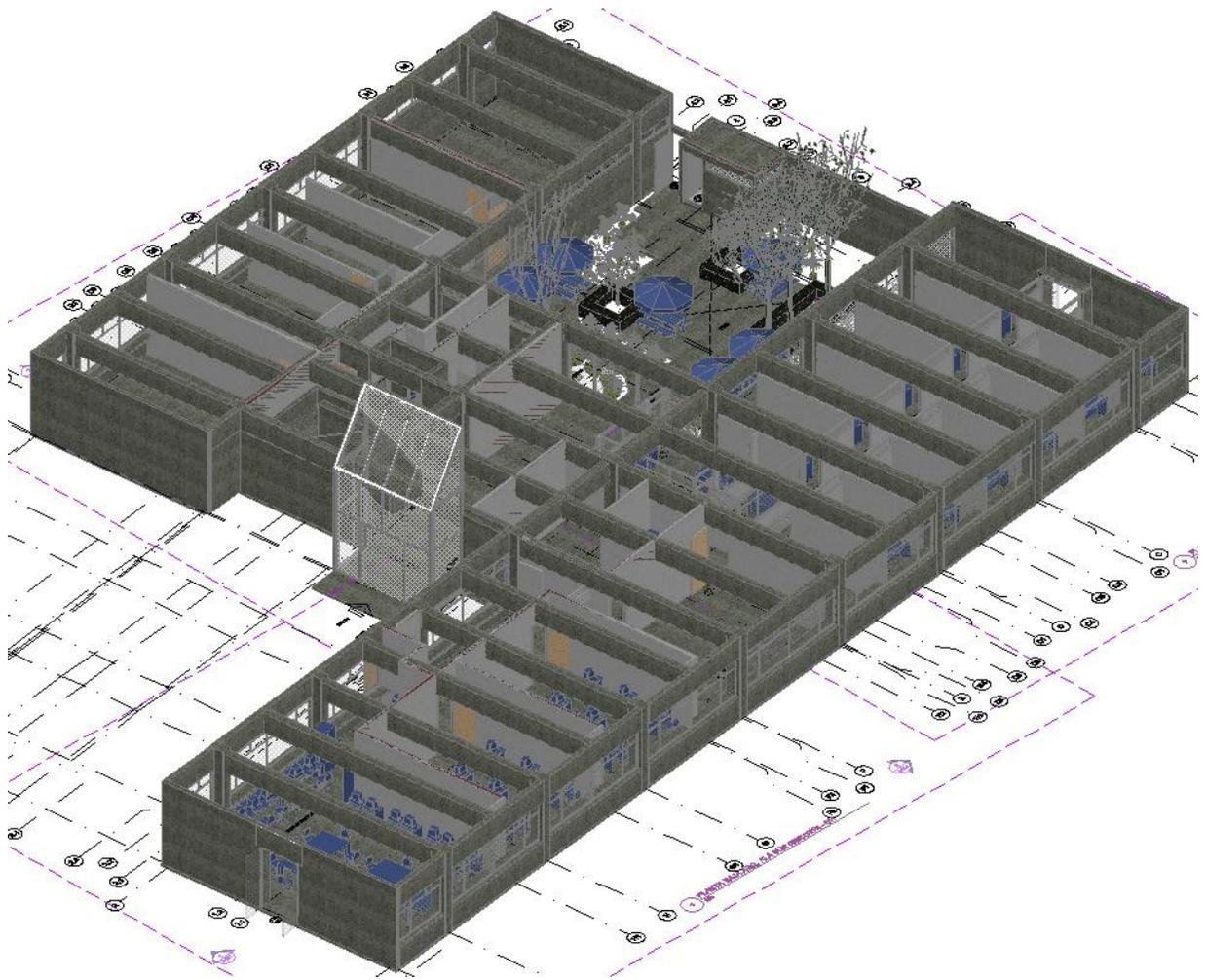


Figura 4-32 Modelo arquitectónico localizando las secciones de la Vista de la Planta Baja ya remodelada.

En el Nivel 1, como ya se indicó, se demolió el laboratorio dejando el vestíbulo libre, se reubicó el SITE, se modificó el cancel del área secretarial y otra remodelación importante es la continuación de las escaleras que dan acceso al nuevo Nivel (ver Figura 4-33). Sólo se creó la vista de conjunto debido a las pocas modificaciones que se hicieron.



Figura 4-33 Planta de conjunto de la vista del Nivel 1 ya remodelado.

A continuación se muestra un acercamiento de la zona en donde se hizo la remodelación (ver Figura 4-34).

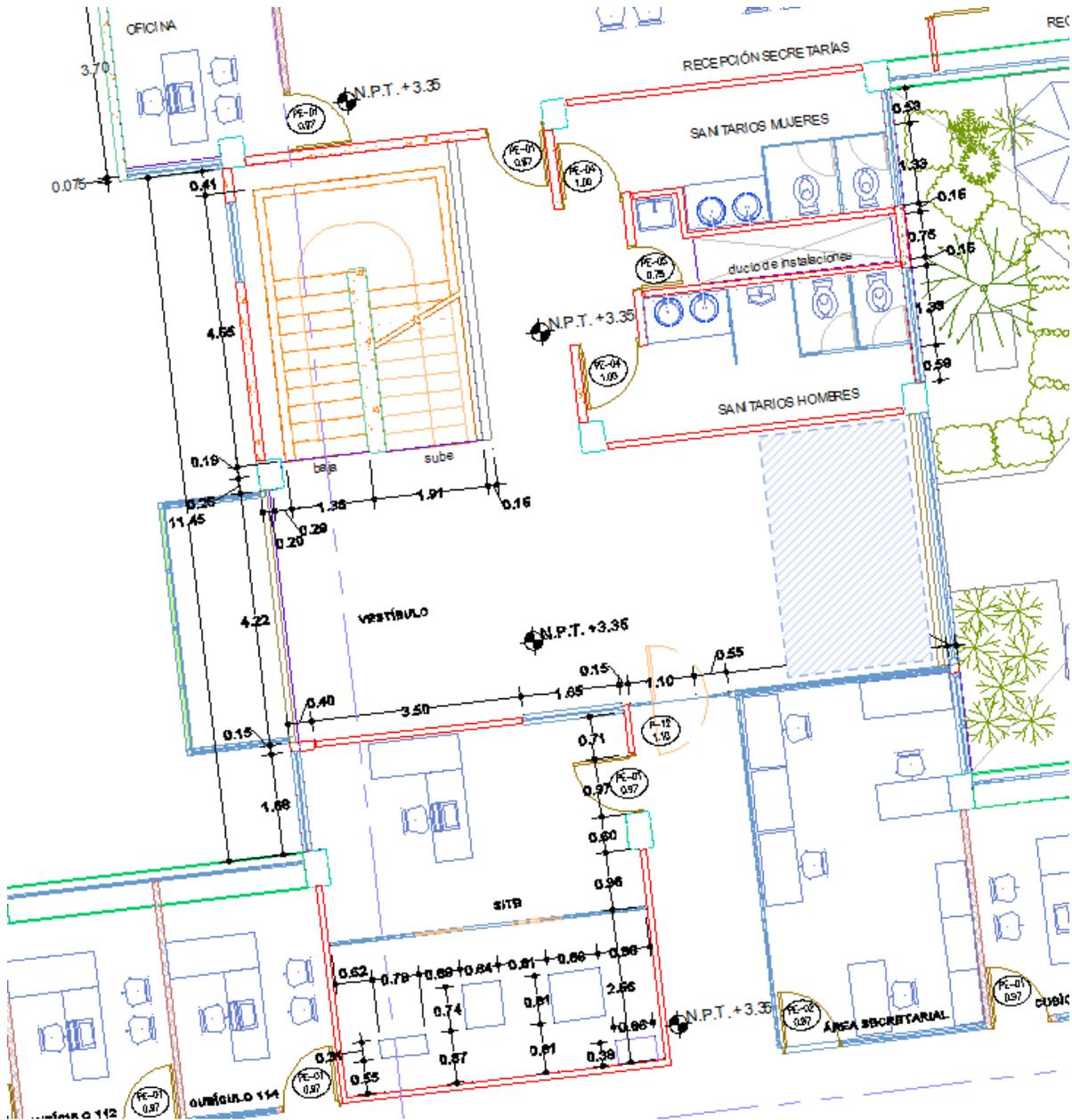


Figura 4-34 Acercamiento de la zona de remodelación del Nivel 1, Arquitectónico.

En la vista arquitectónica general del Nivel 1 en 3D se ve toda la planta y la remodelación que se hizo en el vestíbulo (ver Figura 4-35).

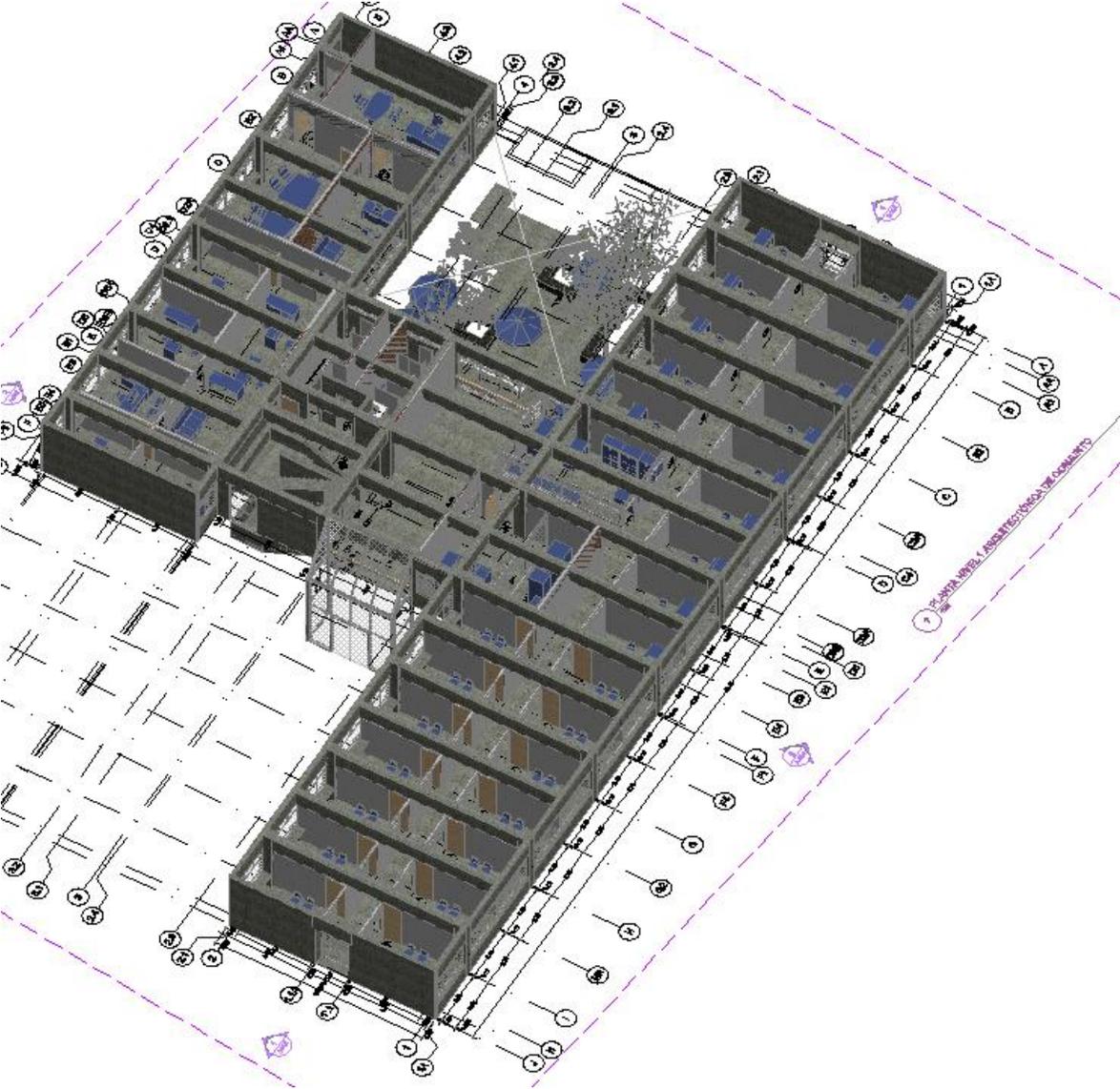


Figura 4-35 Modelo del conjunto arquitectónico del Nivel 1 remodelado

Para ver mejor el detalle de la remodelación se puede hacer un acercamiento en donde se ve más claramente el vestíbulo ya libre y con el cancel hacia el patio, el cancel del área secretarial y el SITE (ver Figura 4-36).

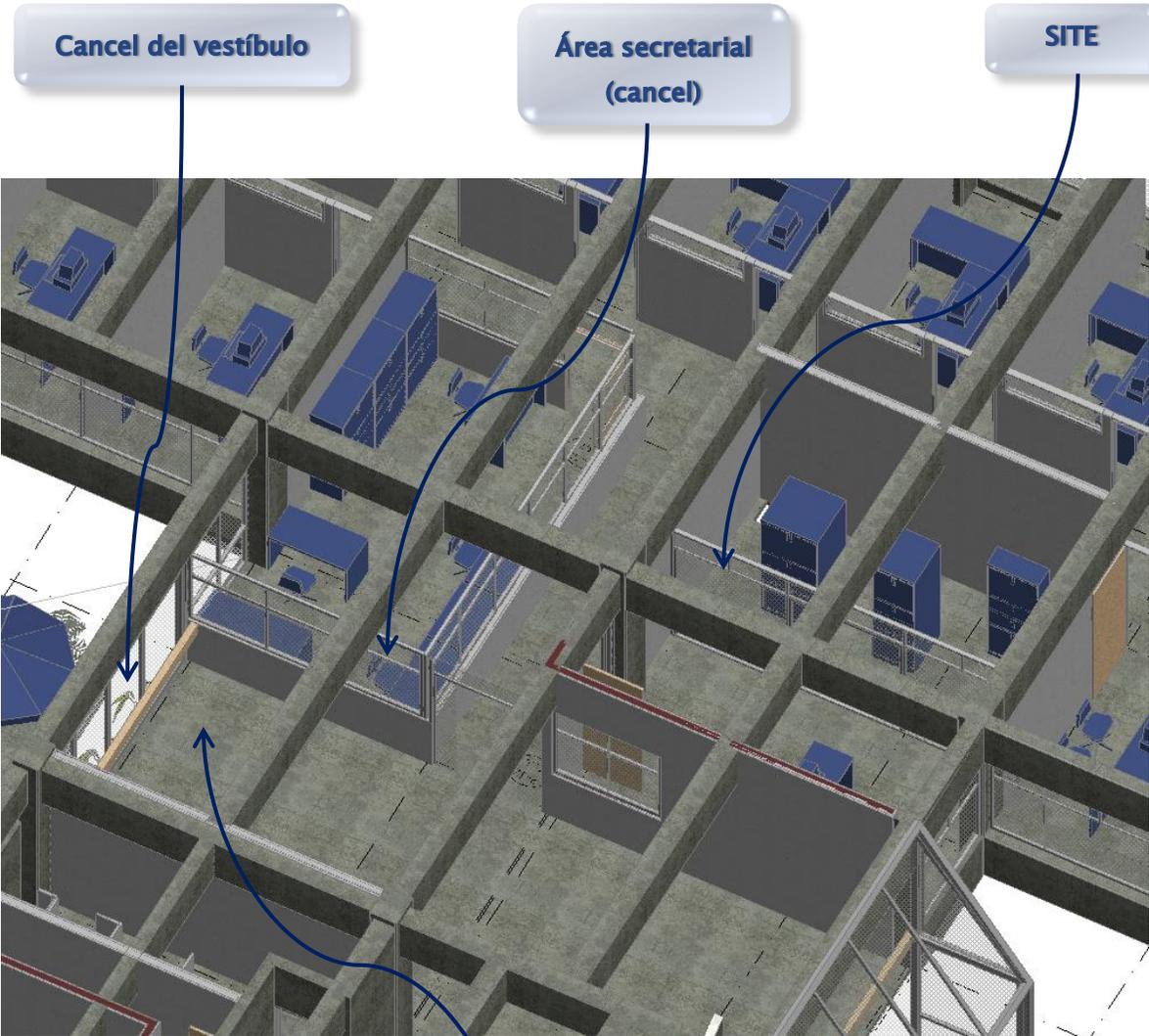


Figura 4-36 Acercamiento del modelo arquitectónico del Nivel 1 remodelado

**Vestíbulo libre
(sin laboratorio)**

En el siguiente ángulo se aprecia la continuación de las escaleras hacia el nivel 2, como se puede observar, son de las mismas características que las existentes (ver Figura 4-37).

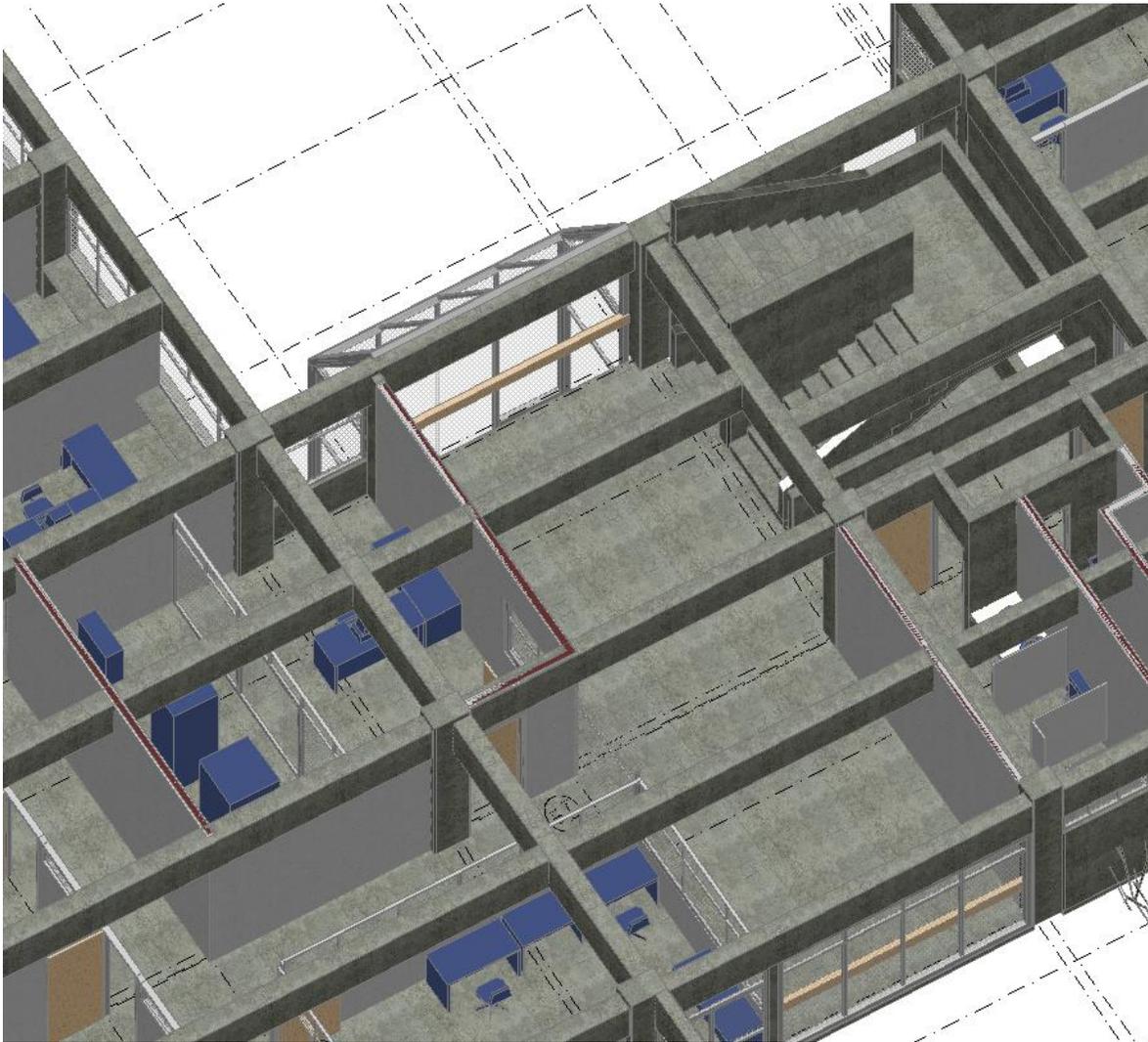


Figura 4-37 Acercamiento del modelo arquitectónico para visualizar las escaleras del Nivel 1 remodelado

En el Nivel 2 si se generaron vista de conjunto y vistas de las secciones y en el arquitectónico también incluye los constructores: estructural, la losa, el arquitectónico y los diferentes elementos como las escaleras, el cancel de acceso y el patio (ver Figura 4-38).



Figura 4-38 Planta general de la vista arquitectónica del Nivel 2

En la siguiente figura se incluyó en la vista arquitectónica de la planta del Nivel 2 la estructura de acero, las traveses y las vigas, que están dibujadas con línea punteada y en color azul claro (ver Figura 4-39).

En las vistas también se indican las líneas en donde se realizaron los cortes del edificio.

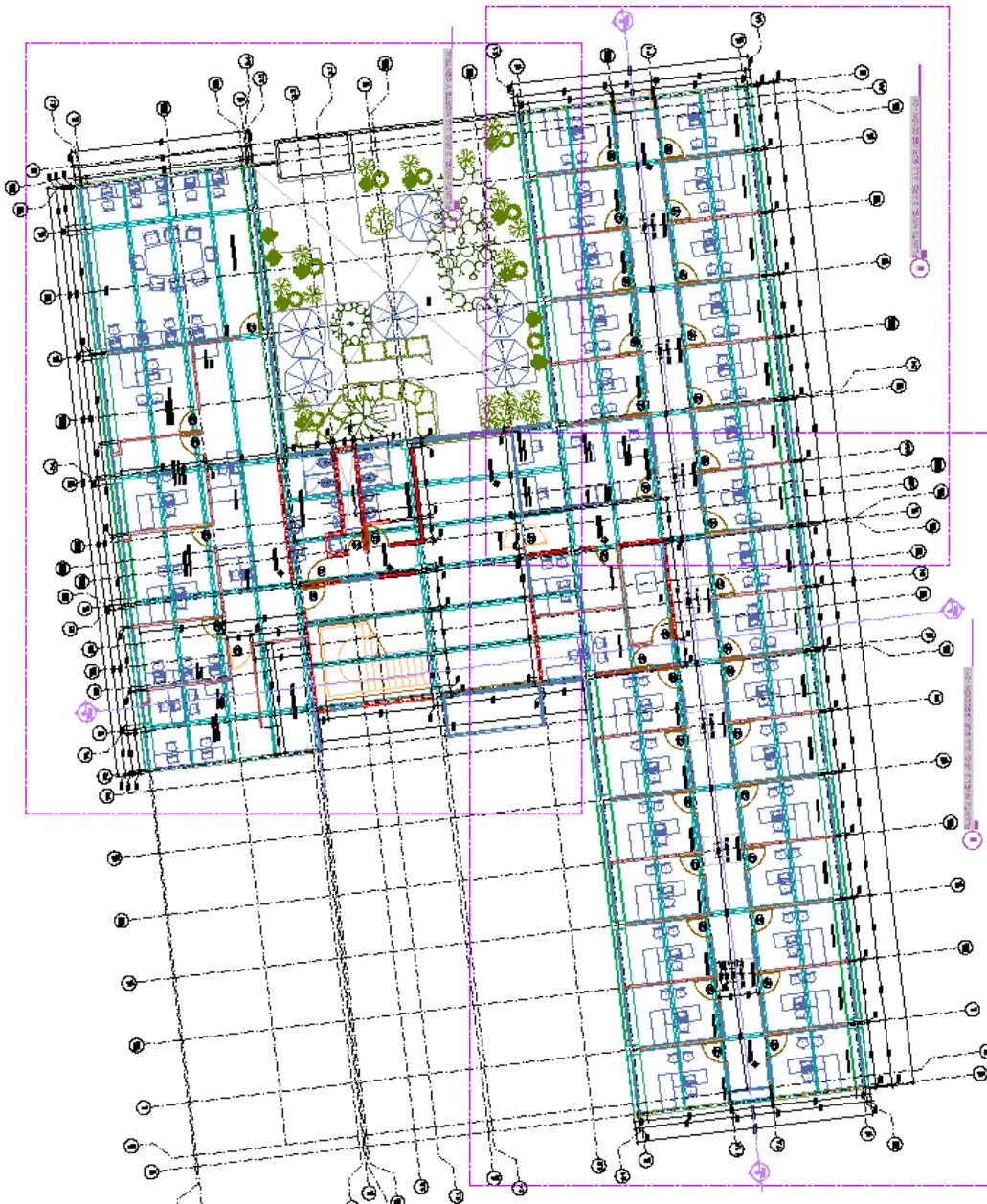


Figura 4-39 Planta general de la vista arquitectónica del Nivel 2 incluye las proyecciones de las traveses y las vigas metálicas.

En la siguiente vista arquitectónica en 3D no se incluye la estructura del sistema de piso, para que se pueda ver mejor la distribución de los espacios, las alturas de los muros y de la colocación de las ventanas (ver Figura 4-40).

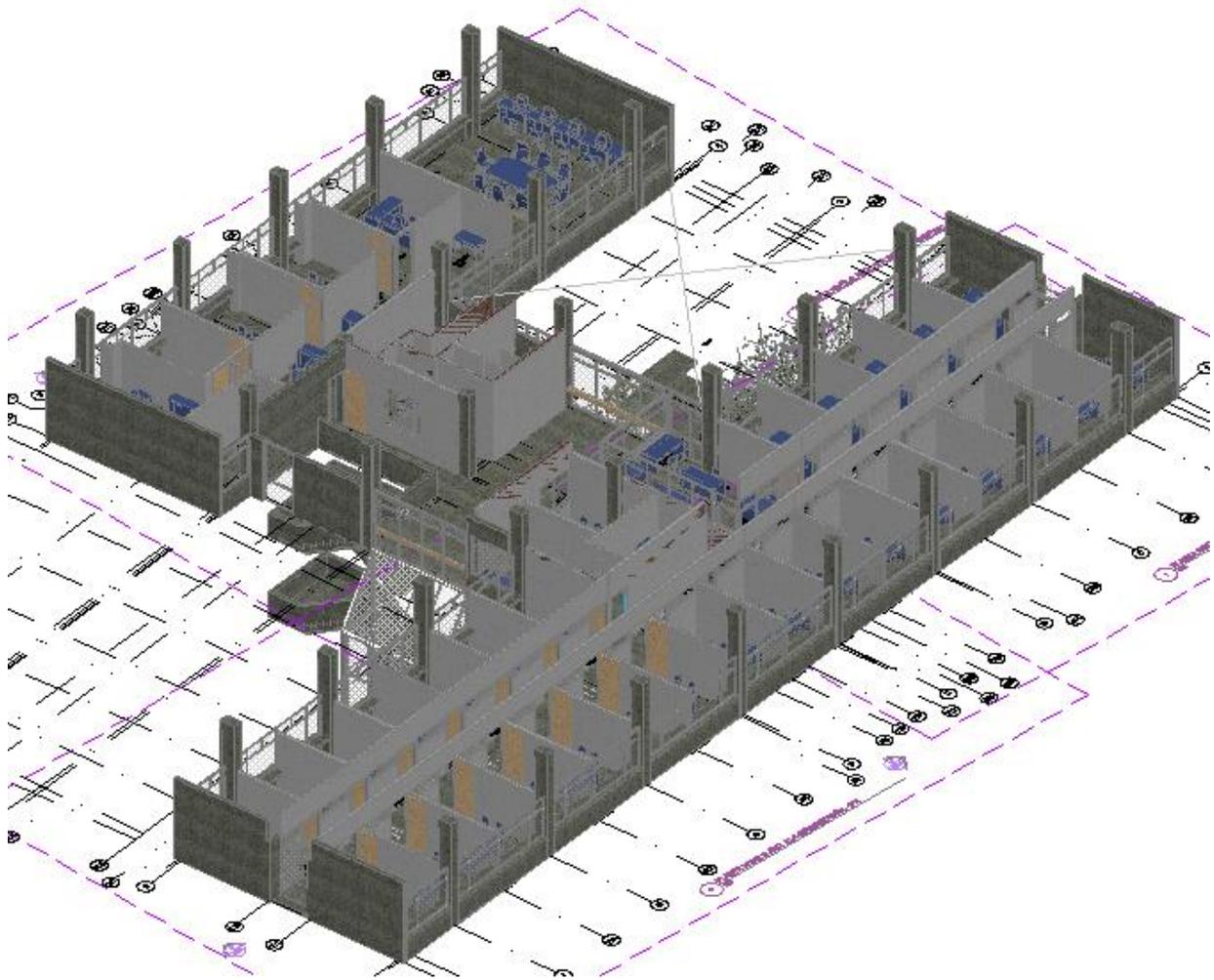


Figura 4-40 Modelo arquitectónico general del Nivel 2.

Se incluyen imágenes de dos ángulos más para poder ver más detalles del proyecto del Nivel 2 (ver Figura 4-41 y Figura 4-42).

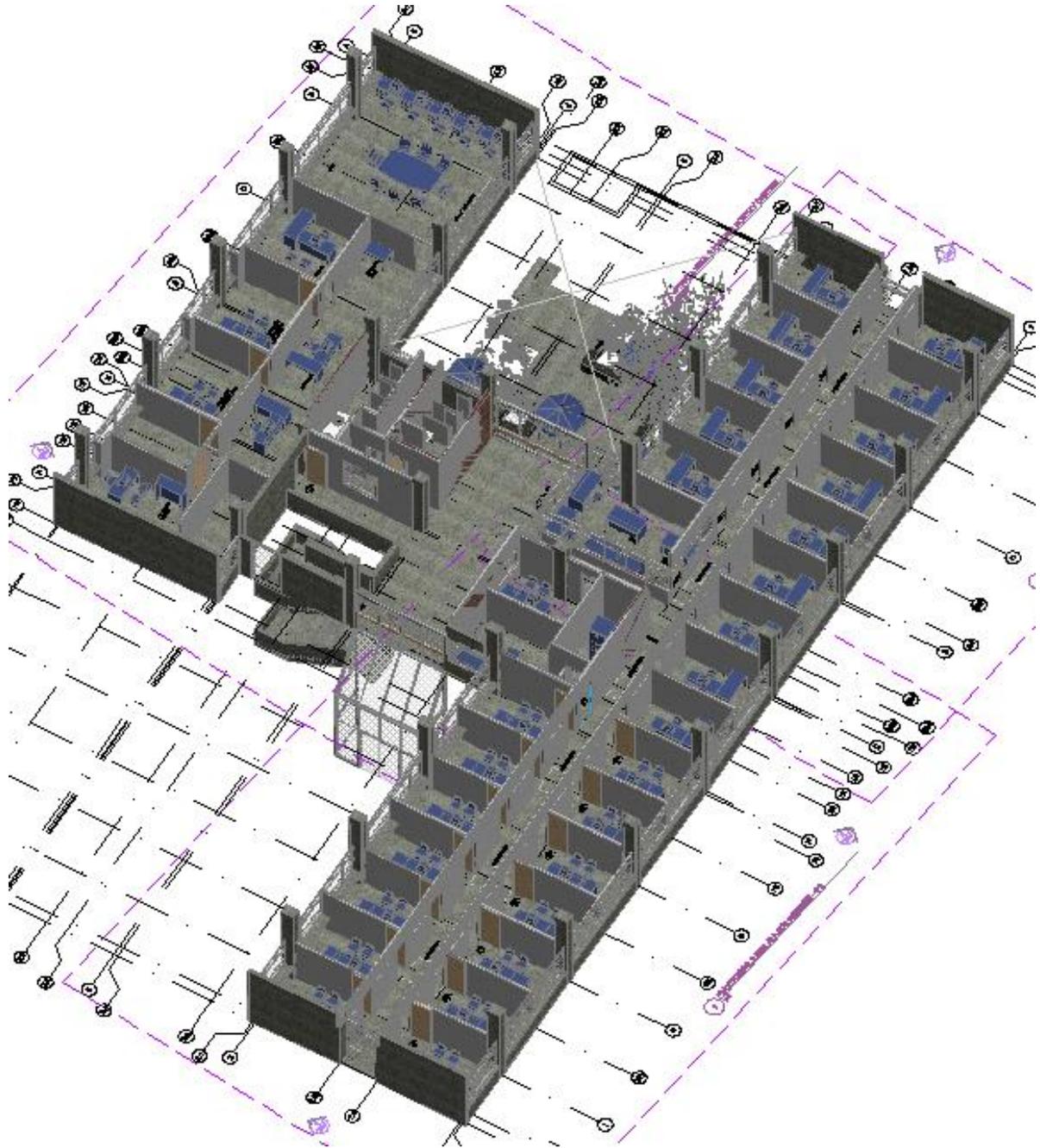


Figura 4-41 Otro ángulo de la vista arquitectónica del Nivel 2

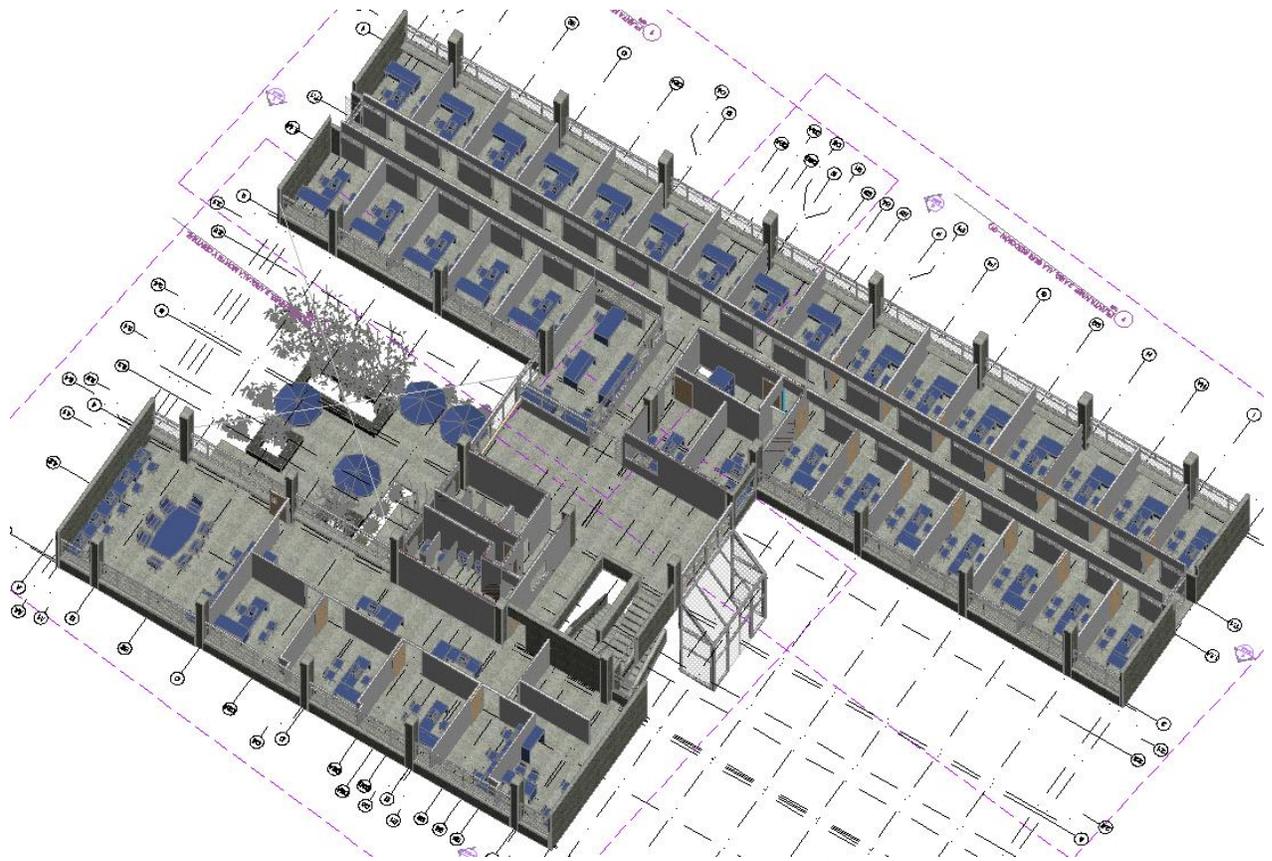


Figura 4-42 Vista arquitectónica del Nivel 2.

En la figura siguiente se incluyó la estructura metálica para ver su ubicación en altura y posición horizontal y ver cómo interactúa con los objetos no estructurales, con esto se pueden definir las alturas necesarias y además tomarlo en cuenta para la cuantificación y por supuesto para la ejecución de la obra (ver Figura 4-43).

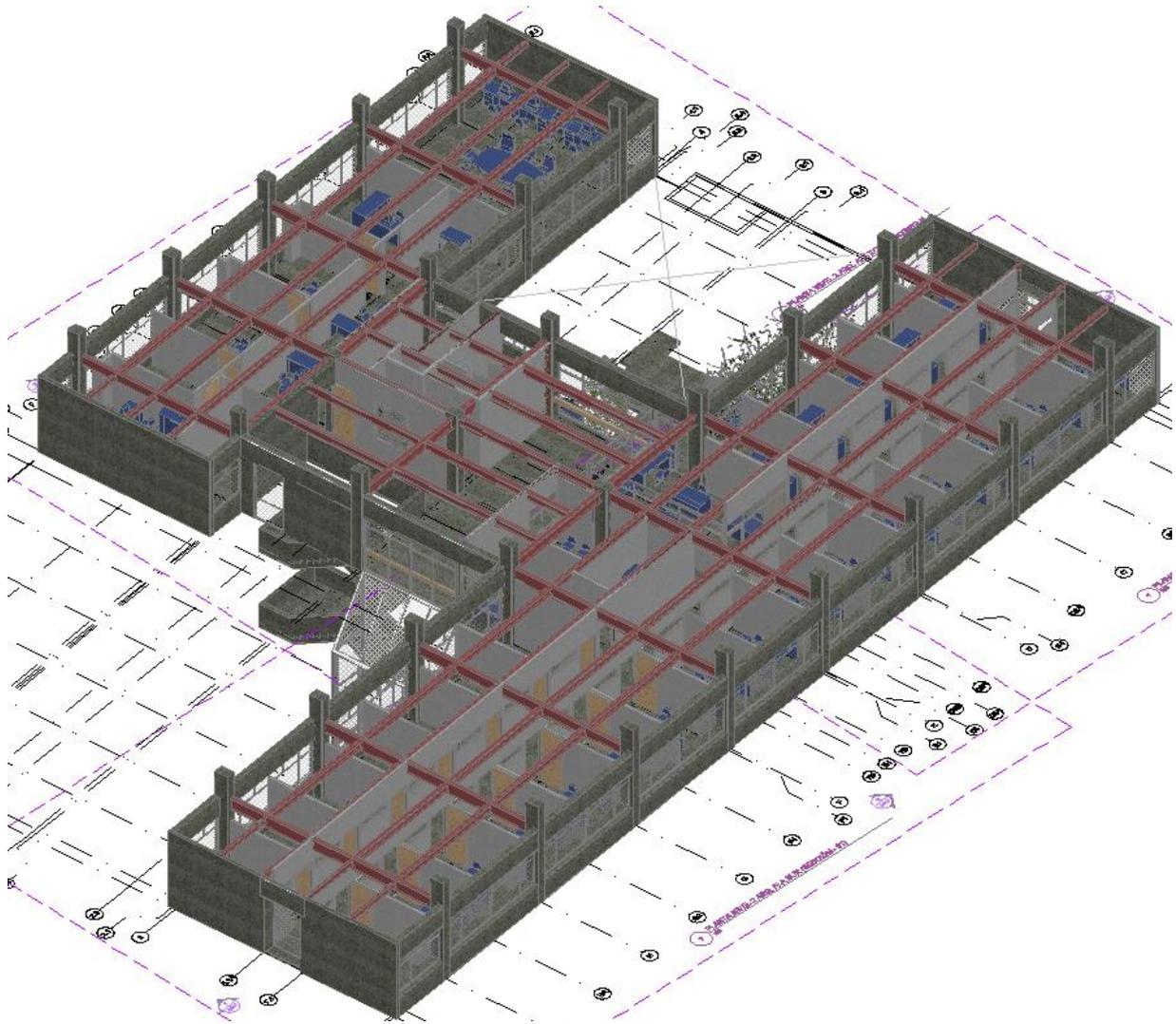


Figura 4-43 Vista arquitectónica en 3D incluyendo la estructura de acero.

Para elaborar los cortes se creó una vista en donde se unieron todos los constructores y elementos que conforman al proyecto completo, en sus 3 Niveles y con esto se obtuvieron los cortes y las fachadas correspondientes, con el comando de *2D Section/Elevation*, con el cual se generan de manera automática y sólo se les tienen que hacer algunas ediciones y complementarlos con las respectivas referencias como son los Ejes, las cotas, letreros y los niveles (ver Figura 4-44).

La facilidad que se tiene al generar los cortes de manera semi-automática, permite que se puedan hacer más cantidad de cortes para explicar de forma más clara el proyecto, ya que no se dedicará demasiado tiempo al dibujo de estos cortes y sí permitirá revisar diferentes áreas para poder definir los datos para la construcción y analizar si existen interferencias o elementos que se deban solucionar previo a su ejecución.

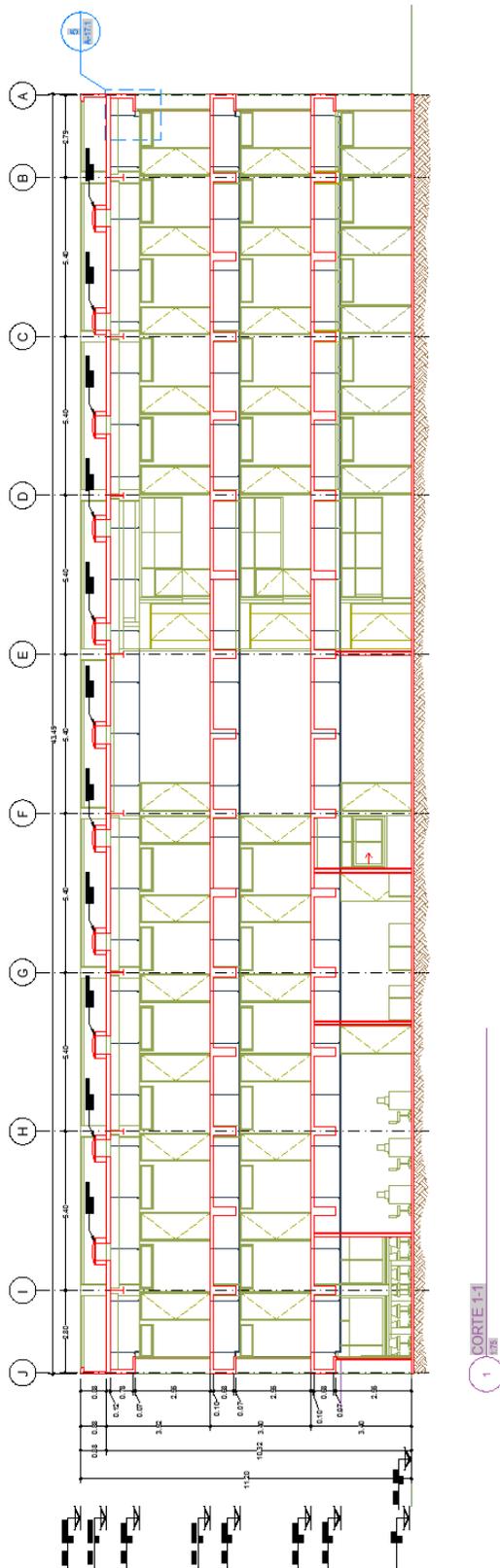


Figura 4-44 Corte Longitudinal 1-1

De los cortes se pueden obtener detalles a mayor escala para definir algunos puntos importantes para la construcción, como podemos verlo indicado en el Corte Longitudinal 1-1 (ver Figura 4-44), en color azul y en donde incluye el número de detalle y el Plano en el cual se puede localizar (ver Figura 4-45).

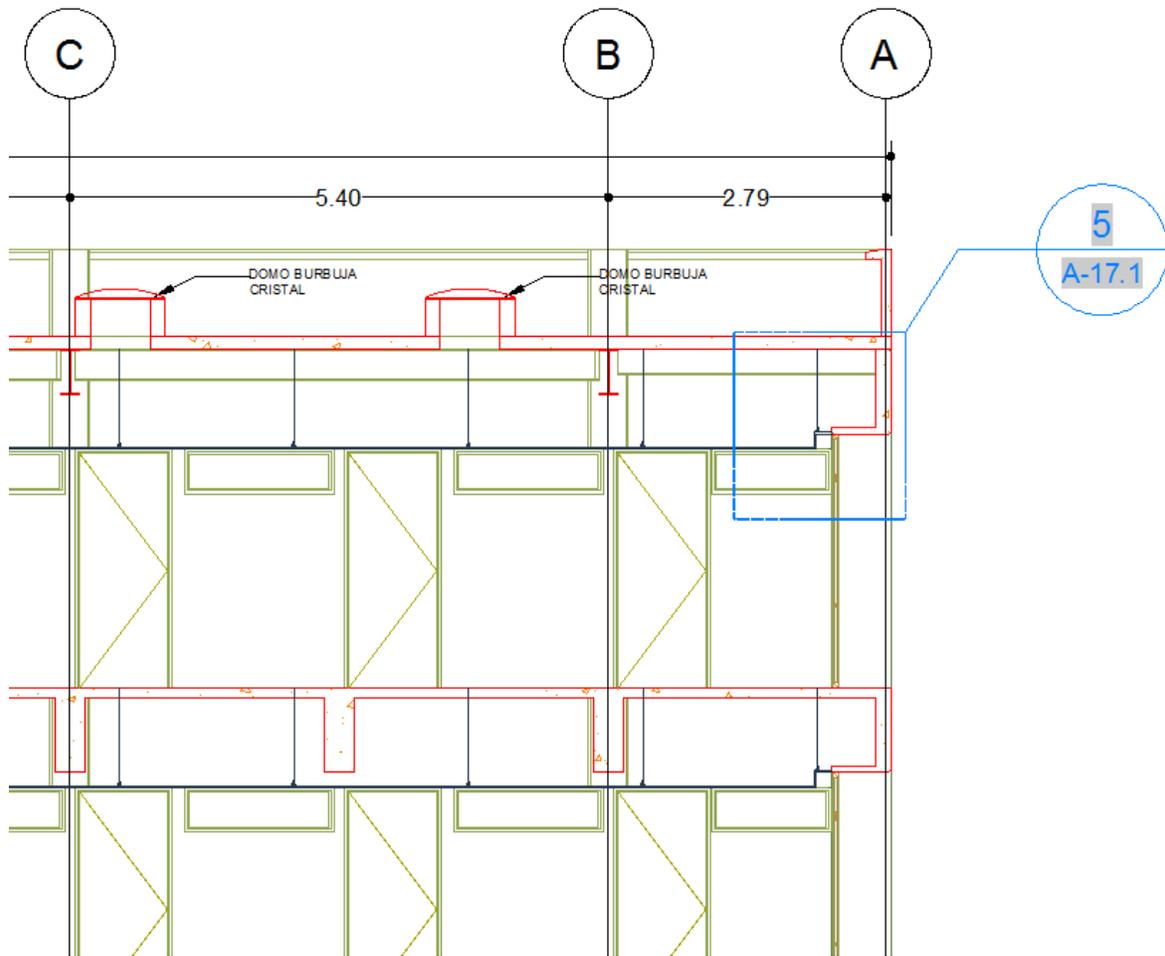


Figura 4-45 localización de detalle en Corte Longitudinal 1-1

El resultado del detalle se hace a mayor escala y se le pone más información de las especificaciones pero, de la misma manera que los cortes, el detalle se obtiene automáticamente del corte y por lo mismo coincide totalmente con éste. Sólo se le agregan algunos detalles para complementar la información, como cotas y especificaciones (ver Figura 4-46).

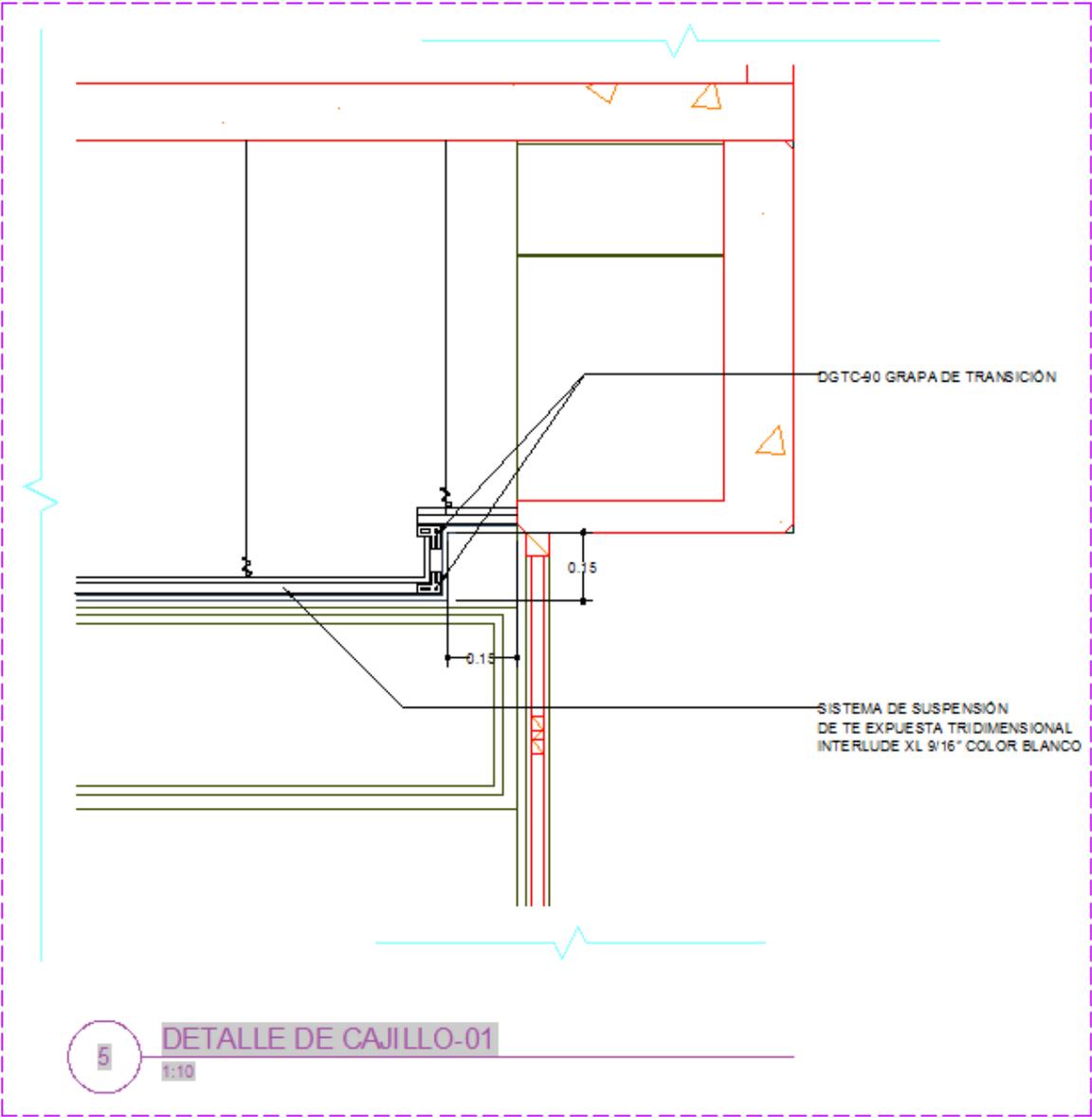


Figura 4-46 Detalle de cajillo.

A continuación el corte transversal 2-2 que se hizo por la zona de las escaleras (ver Figura 4-47).

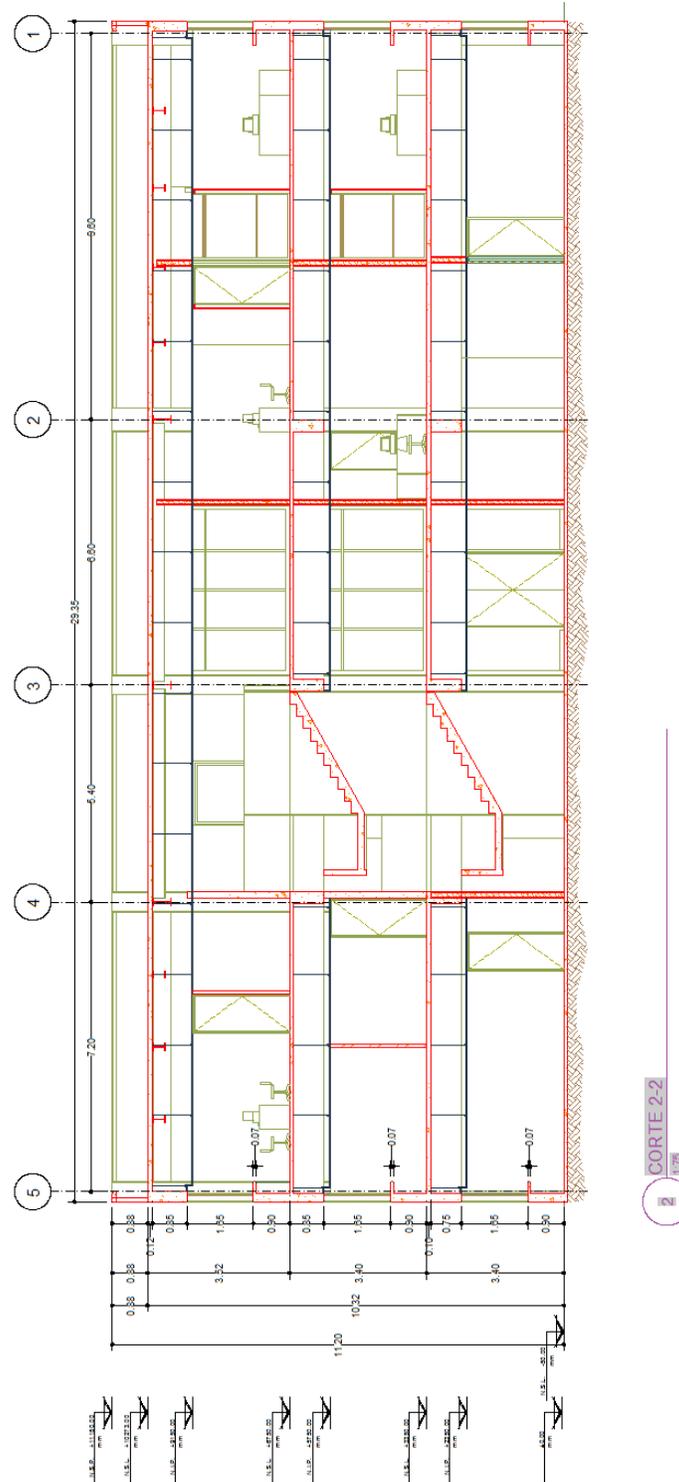


Figura 4-47 Corte transversal 2-2

Las fachadas también se obtuvieron con el mismo comando y se les hicieron los ajustes y se adicionó la información correspondiente (ver Figura 4-48).

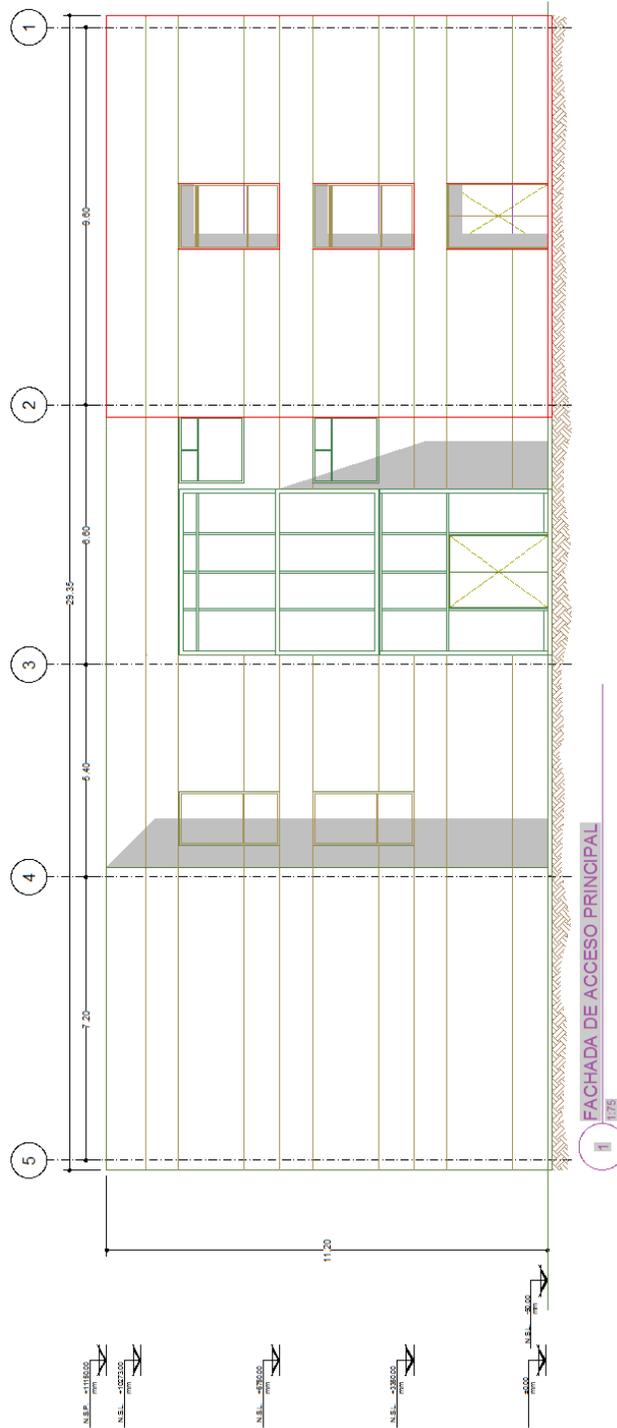


Figura 4-48 Fachada de acceso principal

Es importante mencionar que al colocar los niveles, el programa AutoCAD Architecture solicita que se defina el Nivel ± 0.00 y a partir de allí los niveles que se insertan calcularán automáticamente la elevación correspondiente, ya sea superior al Nivel ± 0.00 o por debajo de éste. Esto se aplica a los cortes y fachadas (ver Figura 4-50 y Figura 4-51).

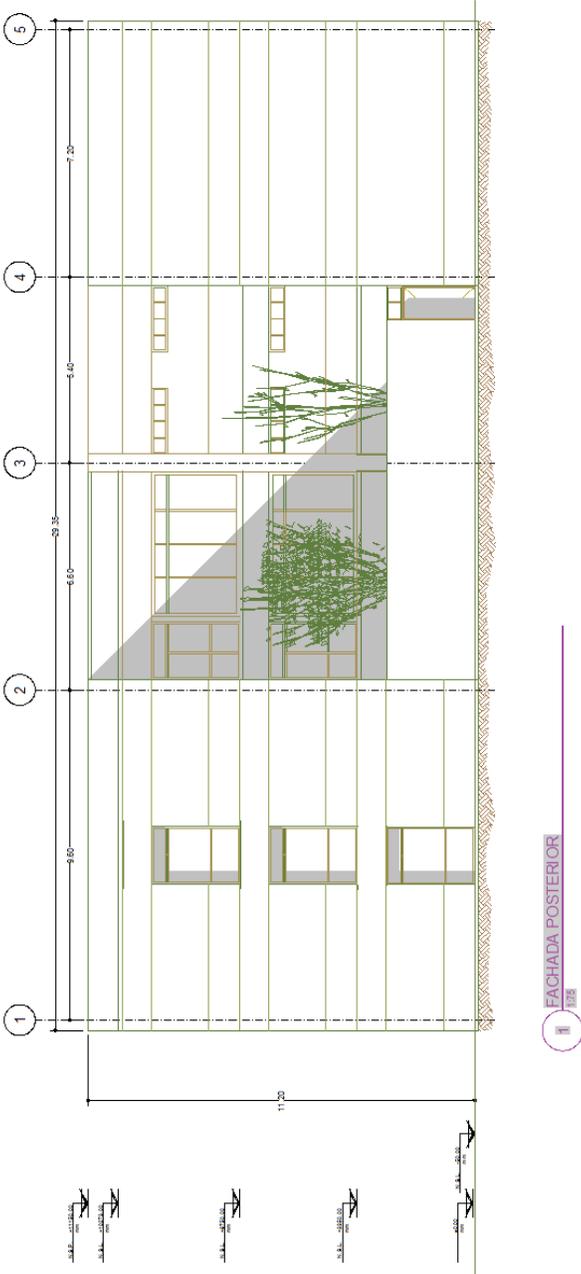


Figura 4-50 Fachada Posterior

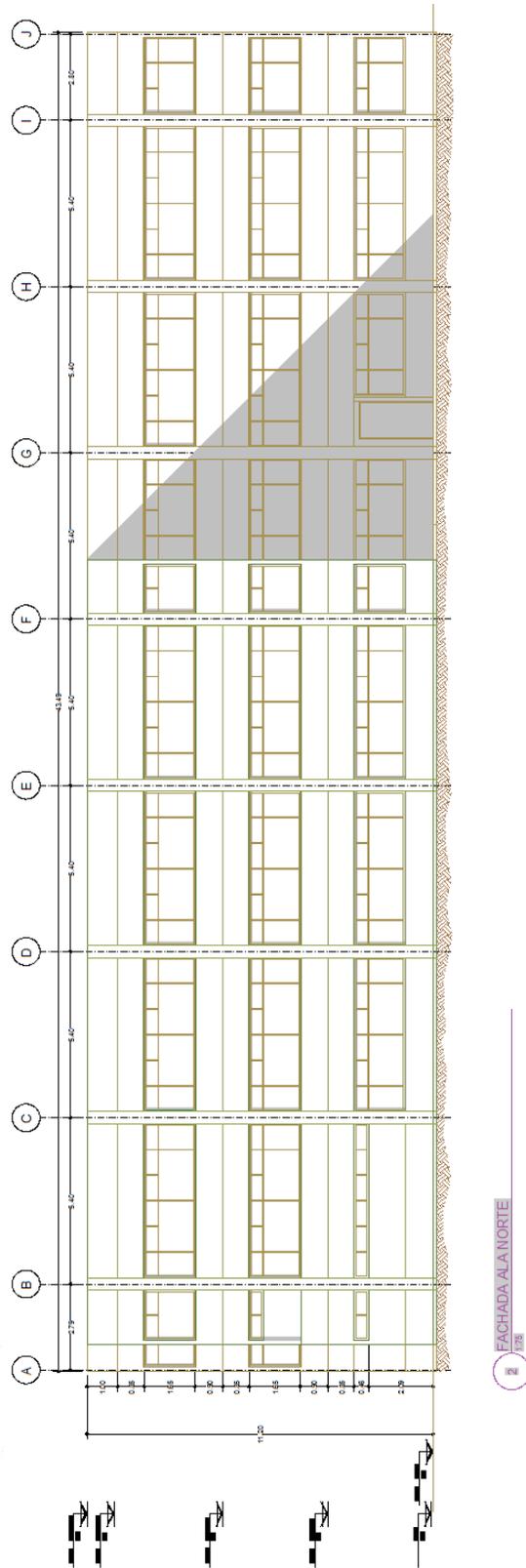


Figura 4-51 Fachada Ala Norte

En las Plantas también se indican los detalles que se generarán, mismos que nuevamente son automáticos y, como se obtienen del modelo, coinciden perfectamente en dimensiones y posición. Se puede ver el indicador en la Planta en color azul (ver Figura 4-52).



Figura 4-52 Planta Baja Ala Sur Sección 1 localizando detalle 1.

Se pueden hacer los detalles a mayor escala en planta para definir todos los objetos constructivos y poner las especificaciones necesarias (ver Figura 4-53).

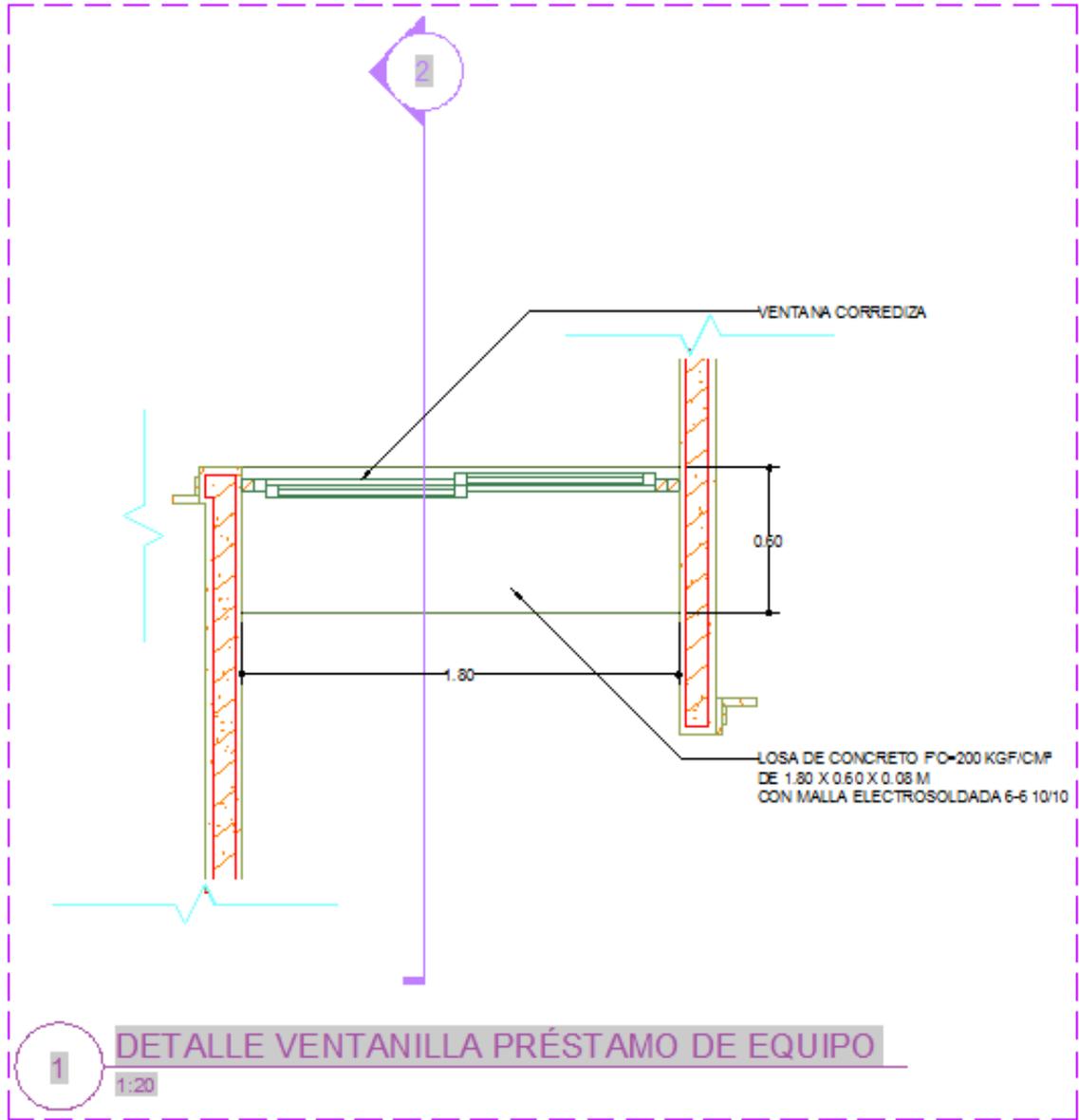


Figura 4-53 Planta del detalle 1

Del detalle en planta se pueden obtener los cortes o elevaciones necesarios para definir perfectamente la zona u objeto que se está detallando (ver Figura 4-54).

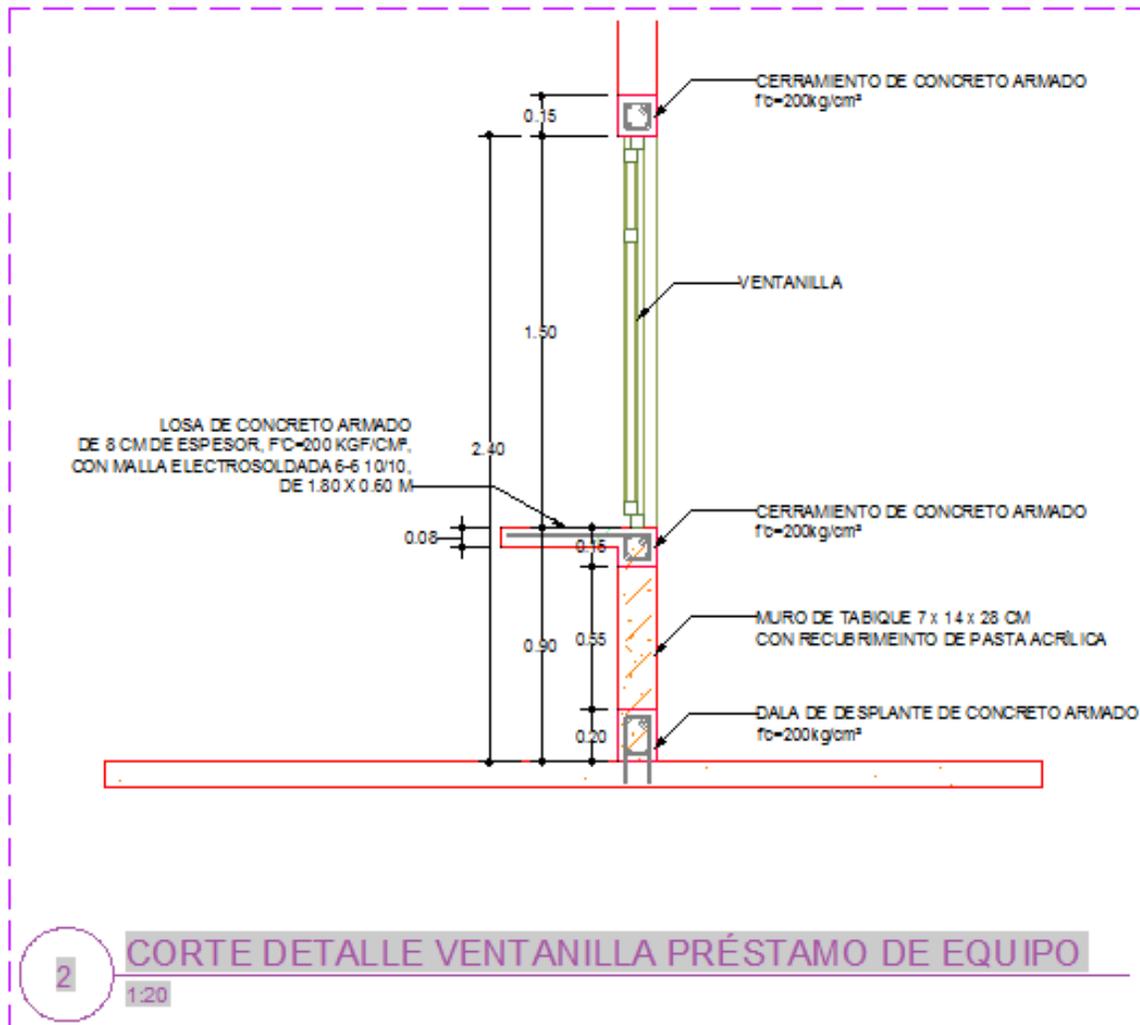


Figura 4-54 Corte del detalle 1

El modelo completo del edificio contiene toda la información necesaria para su construcción, como se puede observar en las siguientes figuras, tanto de la obra terminada (ver Figura 4-55), como del modelo 3D elaborado en AutoCAD Architecture (ver Figura 4-56).



Figura 4-55 Fotografía del edificio ya construido

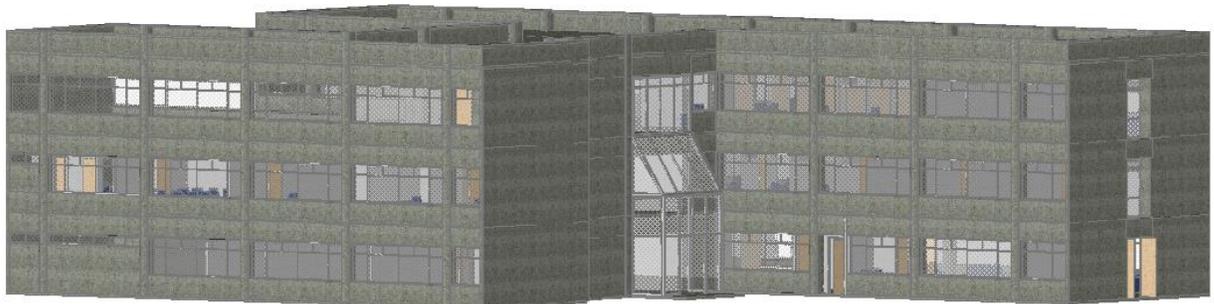


Figura 4-56 Modelo completo de edificio del cual se hizo el trabajo

En las siguientes figuras se puede apreciar otro ángulo de la misma edificación tanto en la realidad (ver Figura 4-57), como en el modelo tridimensional (ver Figura 4-58).



Figura 4-57 Edificio ya construido

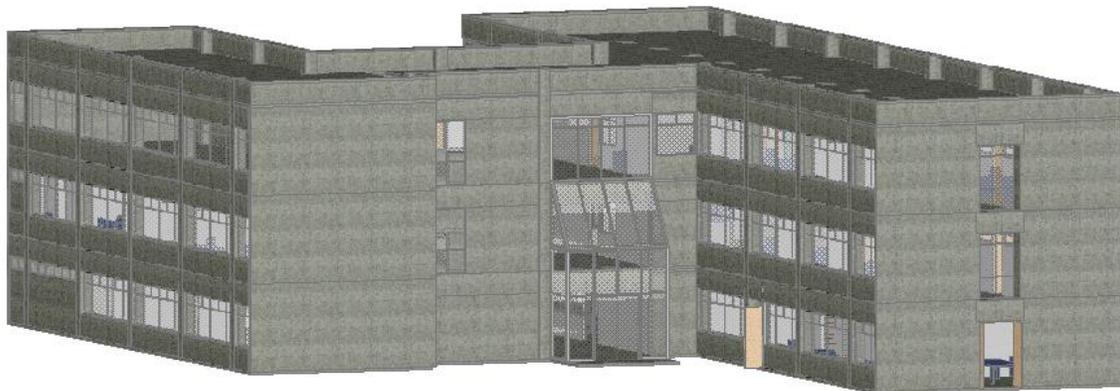


Figura 4-58 Modelo general del edificio completo

CONCLUSIONES DEL CAPÍTULO.

En este capítulo se describió cómo se aplicaron las tecnologías de los modelos de información BIM en un proyecto de edificación, en donde se corroboró la facilidad para definir algunas condiciones desde el proyecto para que al construir se realizaran más fácilmente.

Se pudo confirmar que los cambios que se realizaban al proyecto original durante la ejecución de la obra, por diversos factores y necesidades de los usuarios; se podían actualizar muy rápido y con un gran detalle en el proyecto original y con esto proporcionar la información requerida en los planos correspondientes, para la continuidad y fluidez de la construcción.

Otros puntos que permite visualizar el modelo tridimensional son las alturas de los diferentes muros, al coincidir o no con los elementos estructurales, también la dimensión en alturas y posición vertical de las ventanas para su cuantificación y costo de todos ellos.

Se confirmó la ventaja de obtener los cortes, fachadas y detalles constructivos del modelo 3D, por su rapidez y también su veracidad al coincidir perfectamente con los planos de conjunto.

CONCLUSIONES GENERALES.

Con el trabajo realizado en esta tesis, se pudo comprobar que efectivamente la aplicación de las Tecnologías de Información BIM facilitan el desarrollo del proyecto ejecutivo y también se logran mejores resultados en cuanto a la elaboración de detalles, cortes y fachadas, que coinciden perfectamente con las plantas, ya que se obtuvieron del modelo tridimensional.

También se pudo corroborar la facilidad en la realización de cambios y ajustes durante la construcción y la ayuda que proporciona el modelo 3D para definir nuevas alternativas y así generar los planos correspondientes de una manera rápida y veraz, con lo cual se puede continuar la construcción sin mayores retrasos.

Al tener el modelo tridimensional se pudieron definir diferentes características de los elementos constructivos como las alturas de los muros y la interacción que tienen con los elementos estructurales. También el modelo sirve para la distribución de las redes de instalaciones y revisar interferencias con la estructura, lo que permite tomar decisiones.

Se comprobó que el modelo permite interactuar entre las diferentes disciplinas y el modelo que se genera se puede utilizar también para el diseño y cálculo estructural.

Además, con las tablas de contenido *Schedules*, se puede tener fácilmente la cuantificación de objetos y/o materiales con datos exactos, de una forma muy precisa y rápida y de esta manera poder tener el catálogo de conceptos necesario para poder elaborar el presupuesto correspondiente y prever la procuración de los materiales.

Como se describió en el capítulo 4, para esta tesis se aplicaron las tecnologías de modelos de información BIM utilizando el programa AutoCAD Architecture, el cual se comparó con el programa Revit, también de Autodesk en el Capítulo 3, que es más actual y tiene varias ventajas sobre Architecture, por lo cual se recomendaría que en futuras investigaciones se aplique Revit y también se haga la interacción con AutoCAD MEP para el trazo de instalaciones en el modelo 3D.

Se sugiere que cuando se realiza una tesis como la presente, se lleve paralelamente una bitácora de cambios, en donde se describan las modificaciones y el motivo por el cual se realizaron. También se pueden guardar versiones anteriores de algunas vistas como control para poder hacer una comparativa, pero se debe tener cuidado de no almacenar muchas versiones de alternativas que puedan llegar a confundir cuál es la versión correcta y definitiva.

BIBLIOGRAFÍA.

1. TOLOSA DZUL FREDDY ADRIÁN, “Análisis de los aspectos técnicos de los programas de precios unitarios en la licitación de obras”. Tesis maestría, 2004. Facultad de Ingeniería, UNAM. México, D.F.
2. Bocchino William A. “Sistemas de información para la administración”. 1era edición, Trillas. México, D.F. 1975.
3. DÍAZ DÍAZ SALVADOR M EN I: “Apuntes para la clase de Administración de la construcción Página Internet UNAM, 2005” <http://cozumel.fi-a.unam.mx/~dcayeros> cap. II Administración, cap. III Planeación y cap. XV Contratación. México, Noviembre-2007.
4. MICROSOFT CORPORATION: “Manual de Usuario para Microsoft Project 2000” (Administración de proyectos con resultados profesionales). Estados Unidos de Norteamérica.
5. KLASTORIN, TED: “Administración de Proyectos”. Editorial Alfaomega. Cuarta reimpresión. México, Junio 2007.
6. DÍAZ INFANTE DE LA MORA LUIS ARMANDO ING. “Curso de Edificación”, Ed. Trillas, Tercera Reimpresión. México, Julio 2004.
7. SUÁREZ SALAZAR Carlos Ing. “Costo y tiempo en edificación”, Ed. Limusa, SA de CV. Decimosegunda reimpresión: 1990, México.
8. EDDY KRYGIEL, PHIL READ & JAMES VANDEZANDA. “Mastering Autodesk Revit Architecture 2011”, Autodesk Official Training Guide. Ed. Wiley Publishing, Inc. 2010. Estados Unidos de Norteamérica.
9. PAUL F. AUBIN “Mastering Autodesk Architectural Desktop 2007”, THOMSON Ed. Delmar Learning. Canadá, 2007.

10. AutoCAD Architecture 2009 y 2011, Autodesk. Programa de cómputo.

REFERENCIAS DE INTERNET.

1. http://www.iesdionisioaguado.org/joomla/index.php?option=com_content&task=view&id=295&Itemid=96 Madrid, España 3-Julio-2007
2. <http://www.geocities.com/sfraul2003/definicion.html> 3-Julio-2007
3. <http://www.uv.mx/iiesca/mcgg/sistemas.ppt#292,3,SISTEMA> Flor Lucila Delfín Pozos Sistemas de información I. México, 7- Noviembre - 2006.
4. Carrión, J. (2005). Gestión del Conocimiento. <http://www.jlgcue.es/gestion2.htm> Estudio de una plataforma para la Gestión del Conocimiento en las Matemáticas en México, José Luis García Cué, José Antonio Santizo Rincón, Colegio de Postgraduados, México, Domingo J. Gallego Gil, Universidad Nacional de Educación a Distancia, España, 30 - Marzo - 2011.
5. Davenport 2001.
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lad/rios_s_ag/capitulo2.pdf México, 30 - Marzo - 2011.
6. Russell L Ackoff 2000.
http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lad/rios_s_ag/capitulo2.pdf México, 30 - Marzo - 2011.
7. http://axitia.com/html/administracion_del_conocimient.html
México, 11- Abril -2011.
8. http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/ramirez_s_a/capitulo3.pdf México, Julio-2009

APÉNDICE I. PLANOS CONSTRUCTIVOS DEL PROYECTO.

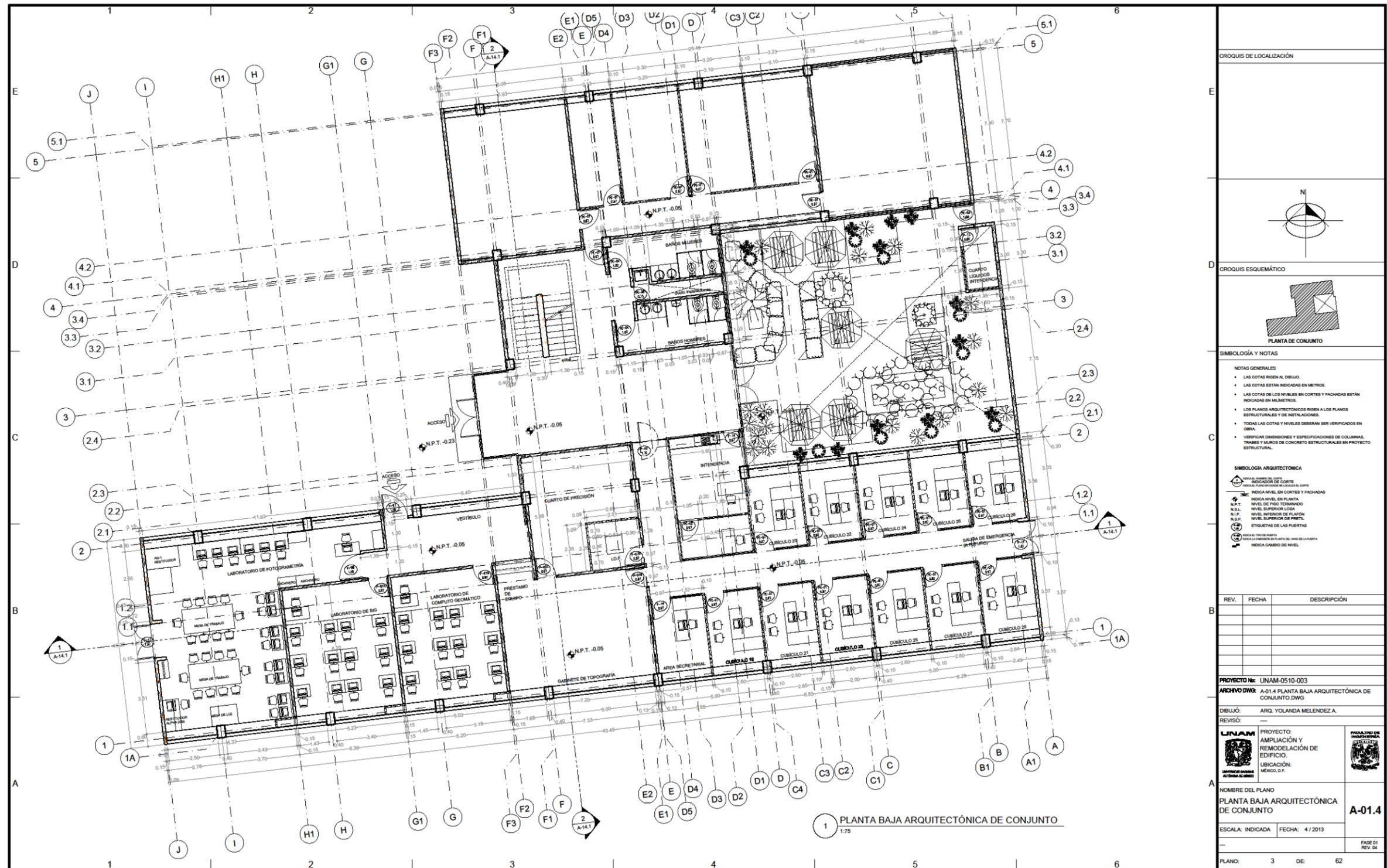
Una vez definido el proyecto en los diferentes constructores, elementos y vistas, se preparó toda la información necesaria para la ejecución de la construcción, se crearon los planos correspondientes, que se hacen a través de los *Sheets* y es en donde se complementa la información con el pie de plano, las notas necesarias, especificaciones, simbologías y cuadros que expliquen de forma clara cada uno de los planos del proyecto completo. Estos *sheets* contienen las referencias externas de las vistas que se deben incluir dependiendo de la especialidad de la que se está generando el plano.

A continuación se incluyen algunos planos representativos del proyecto de diferentes especialidades.

RELACIÓN DE PLANOS:

1. Plano A-01.4 Planta arquitectónica de conjunto de la Planta Baja, ya remodelada (*ver Figura 4-59*).
2. Plano A-09.3 Planta arquitectónica de conjunto del Nivel 2 (*ver Figura 4-60*).
3. Plano A-14.1 Arquitectónico incluyendo los cortes Longitudinal 1-1 y transversal 2-2 (*ver Figura 4-61*).
4. Plano A-18.1 Detalles de los baños 01, indicando todas las especificaciones para su construcción, dimensiones y altura de colocación de planchas para lavabos, ubicación de muebles y accesorios, despiece de acabados en pisos y muros, etc. (*ver Figura 4-62*).

5. Plano AL-07.1 Planta Nivel 2 albañilería Ala Sur (Sección - 02); con la localización de los castillos, alturas de muros y de colocación de plafones y el detalle de castillos y dalas *(ver Figura 4-63)*.
6. Plano AC-19.1 Planta de Acabados Nivel 2 Ala Norte y Central, despiece de los pisos. Incluye la tabla de acabados en muros, plafones, pisos y zoclos *(ver Figura 4-64)*.
7. Plano CN-03.1 Planta Nivel 2 Cancelería de conjunto, localización del tipo de cancelas en las plantas *(ver Figura 4-65)*.
8. Plano CN-07.1 Detalles de cancelería del Nivel 2 con dimensiones y especificaciones *(ver Figura 4-66)*.
9. Plano CH-04.1 Detalles de carpintería y herrería de la Planta Baja *(ver Figura 4-67)*.
10. Plano DM-01.4 Planta Baja de Conjunto, demoliciones en donde se incluyen demoliciones y desmontajes. En este proyecto en la Planta Baja fue el área de mayor demolición *(ver Figura 4-68)*.



CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

E

D

C

B

A

PLANTA DE CONJUNTO

SIMBOLOGÍA Y NOTAS

NOTAS GENERALES

- LAS COTAS SIGEN AL DIBUJO.
- LAS COTAS ESTÁN INDICADAS EN METROS.
- LAS COTAS DE LOS NIVELES EN CORTES Y FACHADAS ESTÁN INDICADAS EN MILÍMETROS.
- LOS PLANOS ARQUITECTÓNICOS SIGEN A LOS PLANOS ESTRUCTURALES Y DE INSTALACIONES.
- TODAS LAS COTAS Y NIVELES DEBERÁN SER VERIFICADOS EN OBRA.
- VERIFICAR DIMENSIONES Y ESPECIFICACIONES DE COLUMNAS, TRAVES Y MURDOS DE CONCRETO ESTRUCTURALES EN PROYECTO ESTRUCTURAL.

SIMBOLOGÍA ARQUITECTÓNICA

- ◊ NIVEL AL NOMBRE DEL CORTES
- ◊ INDICADOR DE CORTES
- ◊ INDICADOR DE CORTES EN LOCALIZACIÓN
- ◊ INDICA NIVEL EN CORTES Y FACHADAS
- N.P.T. NIVEL DE PISO TERMINADO
- M.S.L. NIVEL SUPERIOR LUISA
- N.I.P. NIVEL INFERIOR DE PLAZÓN
- N.S.P. NIVEL SUPERIOR DE PRETEL
- ETIQUETAS DE LAS PUEBTAS
- ◊ NIVEL AL TRAZO PAREJA
- ◊ NIVEL AL CAMBIO DE PLANTA DEL INTERIOR DE LA PAREJA
- ◊ INDICA CAMBIO DE NIVEL

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN

PROYECTO No: UNAM-0510-003

ARCHIVO DWG: A-01.4 PLANTA BAJA ARQUITECTÓNICA DE CONJUNTO.DWG

DIBUJÓ: ARQ. YOLANDA MELENDEZ A.

REVISÓ: ---

UNAM PROYECTO: AMPLIACIÓN Y REMODELACIÓN DE EDIFICIO. UBICACIÓN: MÉXICO, D.F.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

NOMBRE DEL PLANO
PLANTA BAJA ARQUITECTÓNICA DE CONJUNTO

A-01.4

ESCALA: INDICADA FECHA: 4 / 2013

PLANO: 3 DE: 62 FASE 01 REV. 04

Figura 4-59 Plano A-01.4 Planta arquitectónica de conjunto de la Planta Baja.



Figura 4-60 Plano A-09.3 Planta arquitectónica de conjunto del Nivel 2.

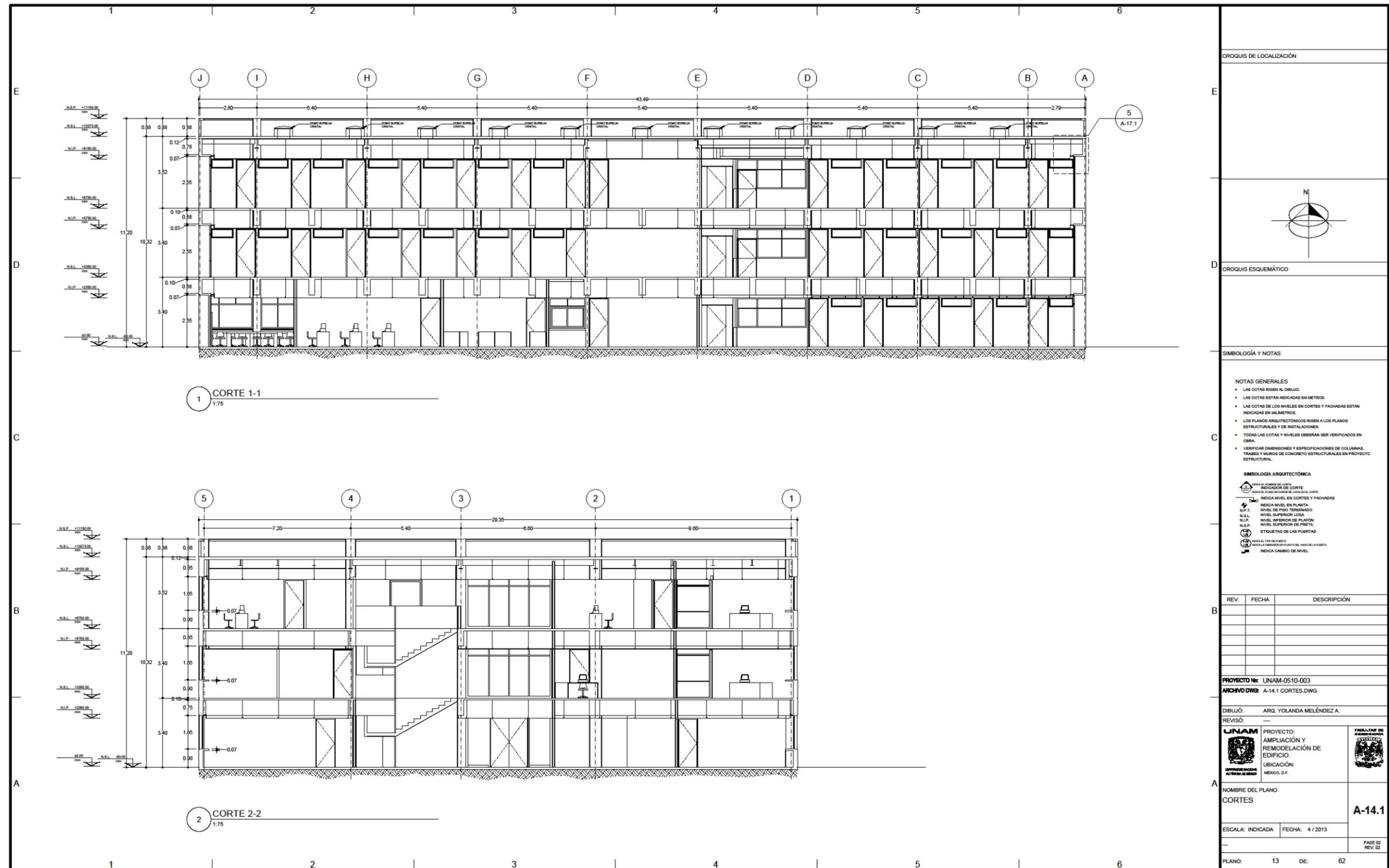


Figura 4-61 Plano A-14.1 Arquitectónico Cortes

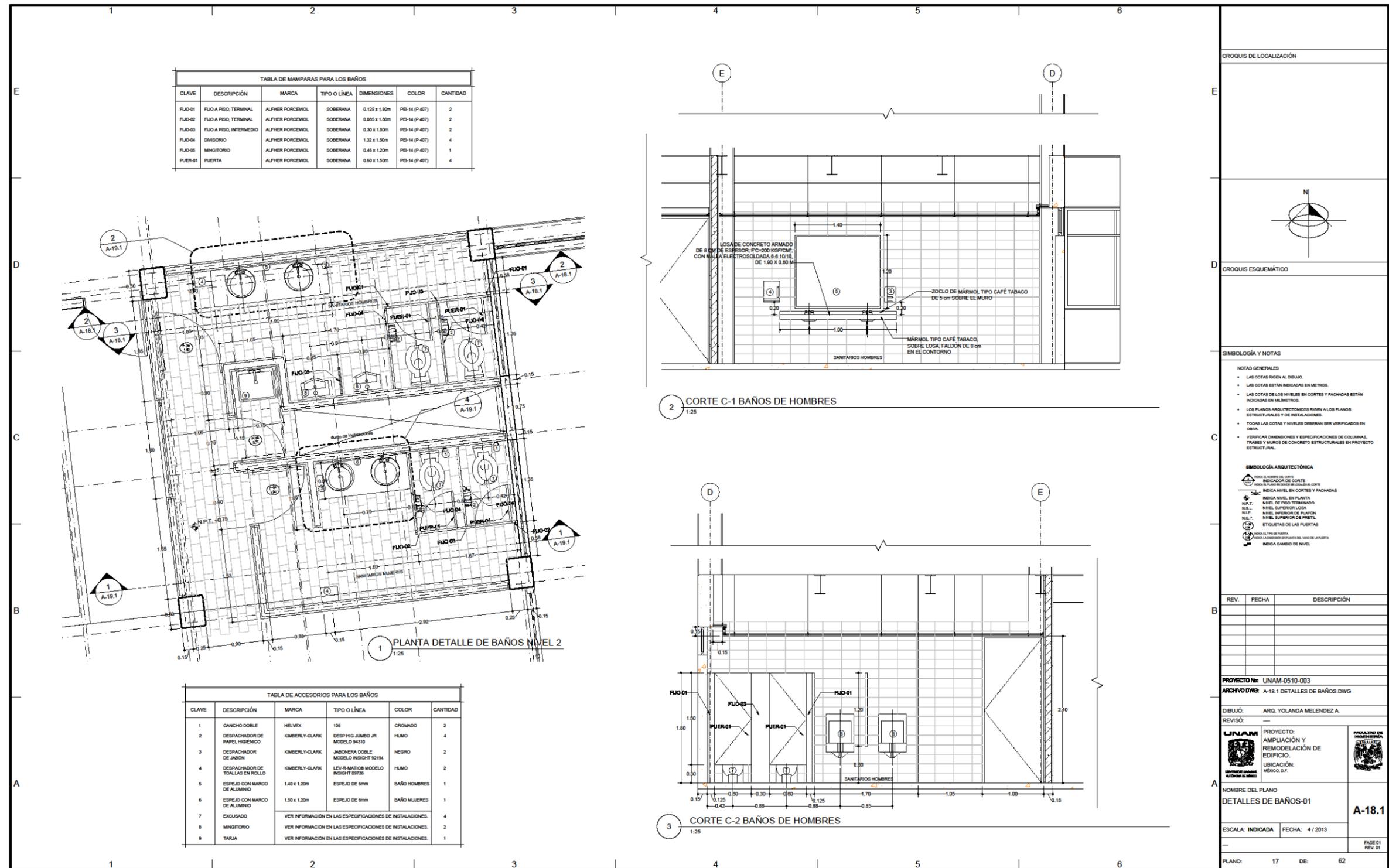


Figura 4-62 Plano A-18.1 Detalles de los baños 01.

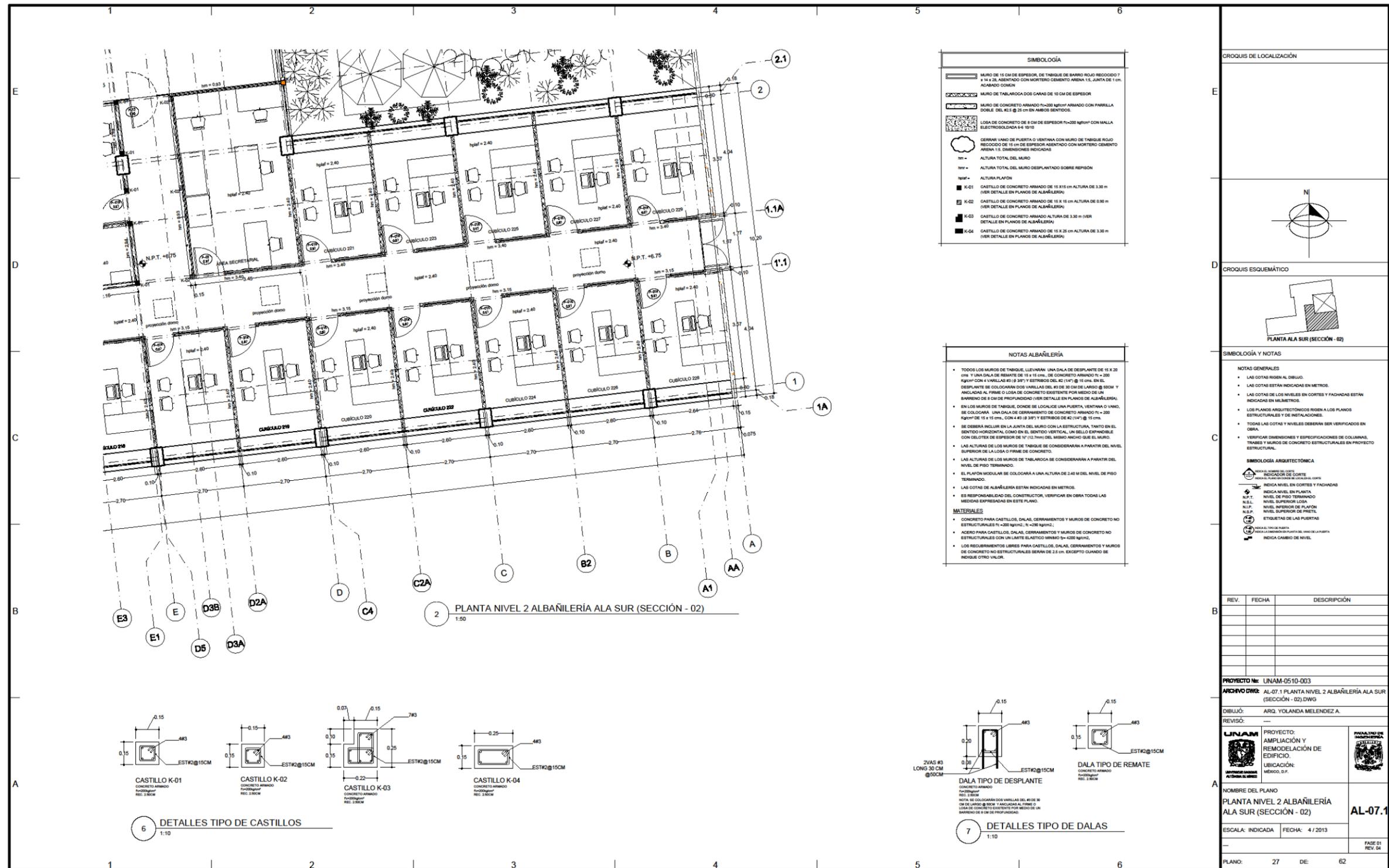


Figura 4-63 Plano AL-07.1 Planta Nivel 2 albañilería Ala Sur (Sección - 02)

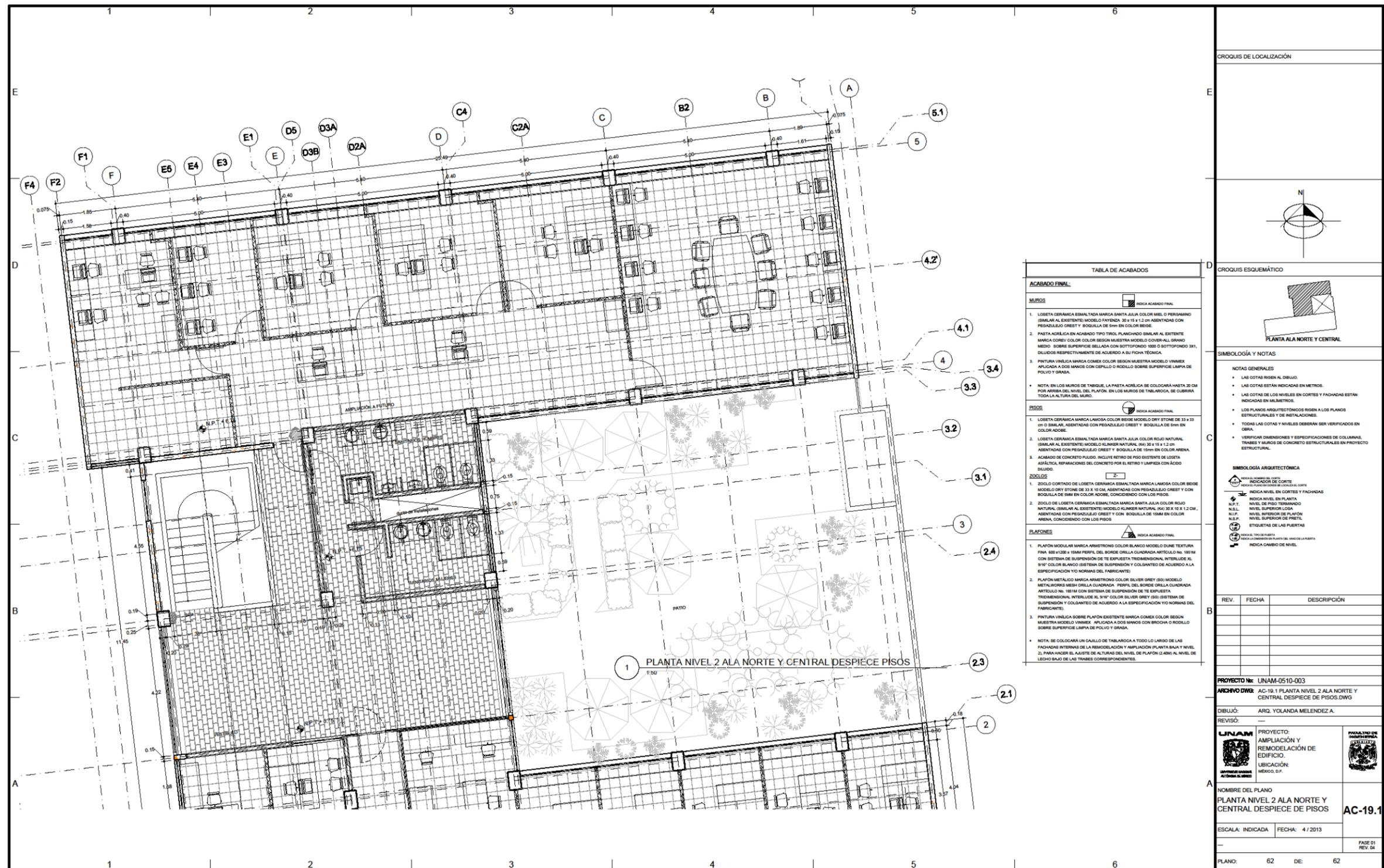
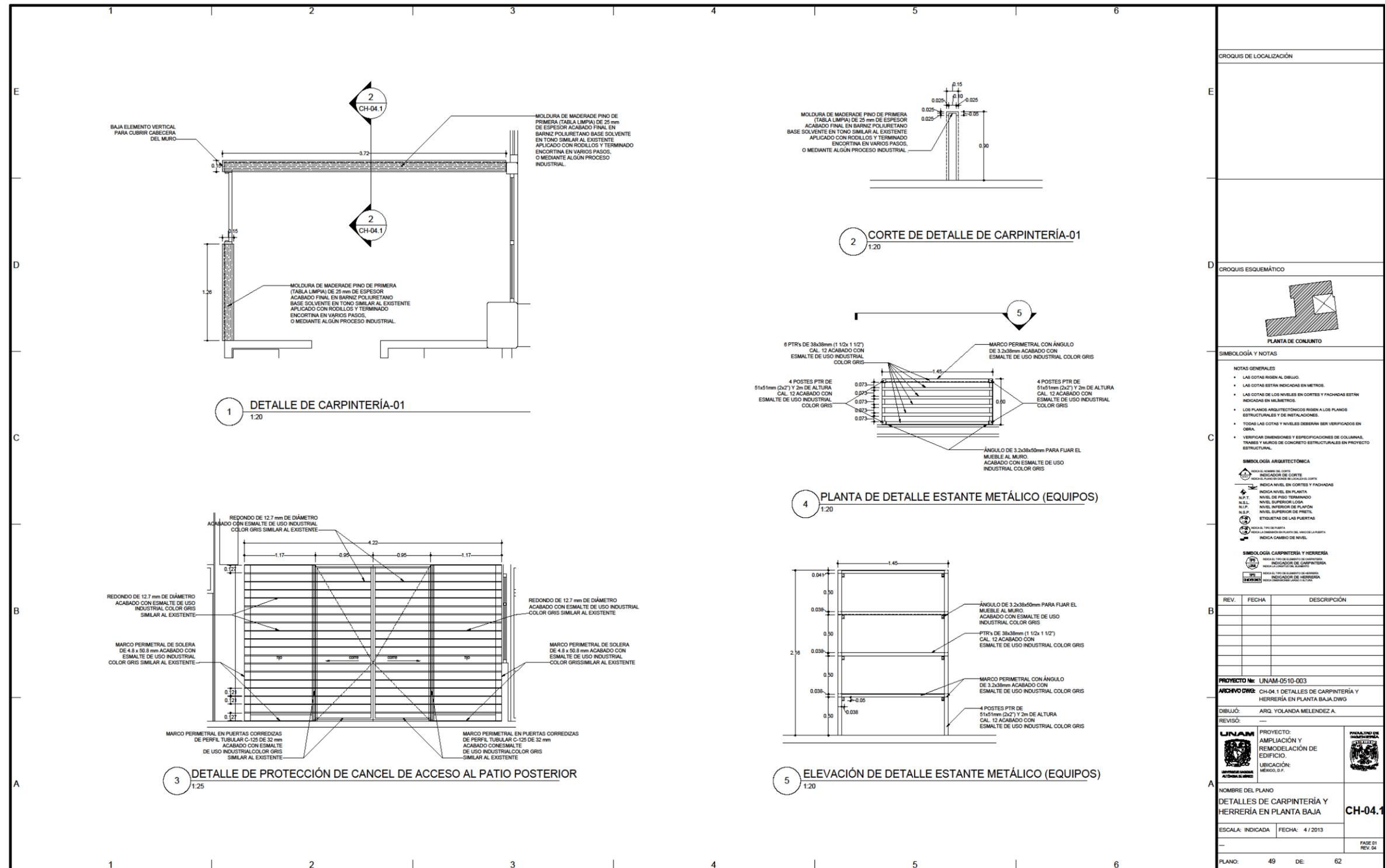


Figura 4-64 Plano AC-19.1 Acabados Nivel 2 Ala Norte y Central Despiece de los pisos.



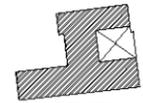
CROQUIS DE LOCALIZACIÓN		
CROQUIS ESQUEMÁTICO		
SIMBOLOGÍA Y NOTAS		
<p>NOTAS GENERALES</p> <ul style="list-style-type: none"> • LAS COTAS SIGEN AL DIBUJO. • LAS COTAS ESTÁN INDICADAS EN METROS. • LAS COTAS DE LOS NIVELES EN CORTES Y FACHADAS ESTÁN INDICADAS EN MILÍMETROS. • LOS PLANOS ARQUITECTÓNICOS SIGEN A LOS PLANOS ESTRUCTURALES Y DE INSTALACIONES. • TODAS LAS COTAS Y NIVELES DEBERÁN SER VERIFICADOS EN OBRA. • VERIFICAR DIMENSIONES Y ESPECIFICACIONES DE COLUMNAS, TRAVES Y MURDO DE CONCRETO ESTRUCTURALES EN PROYECTO ESTRUCTURAL. <p>NOTAS CANCELERÍA</p> <ul style="list-style-type: none"> • TODA LA CANCELERÍA Y HERRERIA DEBERÁ SER SIMILAR A LA EXISTENTE, TANTO EN CARACTERÍSTICAS, ACABADOS Y DIMENSIONES, LO CUAL SE DEBERÁ COTEJAR EN EL SITIO. 		
REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN
<p>PROYECTO N°: UNAM-0510-003</p> <p>ARCHIVO DWG: CN-07.1 DETALLES DE CANCELERÍA EN NIVEL 2-03.DWG</p> <p>DIBUJÓ: ARQ. YOLANDA MELENDEZ A.</p> <p>REVISÓ: ---</p>		
	<p>PROYECTO: AMPLIACIÓN Y REMODELACIÓN DE EDIFICIO.</p> <p>UBICACIÓN: MÉRICO, D.F.</p>	
<p>NOMBRE DEL PLANO DETALLES DE CANCELERÍA EN NIVEL 2-03</p>		<p>CN-07.1</p>
<p>ESCALA: INDICADA</p>	<p>FECHA: 4 / 2013</p>	<p>FASE 01 REV. 04</p>
<p>PLANO: 42</p>	<p>DE: 62</p>	

Figura 4-66 Plano CN-07.1 Detalles de cancelería del Nivel 2.



CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

CROQUIS ESQUEMÁTICO



PLANTA DE CONJUNTO

SIMBOLOGÍA Y NOTAS

- NOTAS GENERALES**
- LAS COTAS SIGEN AL DIBUJO.
 - LAS COTAS ESTÁN INDICADAS EN METROS.
 - LAS COTAS DE LOS NIVELES EN CORTES Y FACHADAS ESTÁN INDICADAS EN MILIMETROS.
 - LOS PLANOS ARQUITECTÓNICOS SIGEN A LOS PLANOS ESTRUCTURALES Y DE INSTALACIONES.
 - TODAS LAS COTAS Y NIVELES DEBERÁN SER VERIFICADOS EN OBRA.
 - VERIFICAR DIMENSIONES Y ESPECIFICACIONES DE COLUMNAS, TRINCES Y BARRIOS DE CONCRETO ESTRUCTURALES EN PROYECTO ESTRUCTURAL.
- SIMBOLOGÍA ARQUITECTÓNICA**
- ◻ INDICADOR DE CORTES
 - ◻ INDICADOR DE NIVEL EN CORTES Y FACHADAS
 - ◻ INDICADOR DE NIVEL EN PLANTA
 - N.S.P. NIVEL DE FINIS TERMINADO
 - N.S.L. NIVEL SUPERIOR LOSA
 - N.I.P. NIVEL INFERIOR DE PLAFÓN
 - N.S.P. NIVEL SUPERIOR DE PRETEL
 - ETIQUETAS DE LAS PUERTAS
 - INDICADOR DE PUERTA
 - INDICADOR DE CAMBIO DE NIVEL

- SIMBOLOGÍA CARPINTERÍA Y HERRERÍA**
- INDICADOR DE CARPINTERÍA
 - INDICADOR DE HERRERÍA

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN

PROYECTO N°: UNAM-0510-003

ARCHIVO DWG: CH-04.1 DETALLES DE CARPINTERÍA Y HERRERÍA EN PLANTA BAJA.DWG

DIBUJÓ: ARQ. YOLANDA MELENDEZ A.

REVISÓ: ---



PROYECTO: AMPLIACIÓN Y REMODELACIÓN DE EDIFICIO.

UBICACIÓN: MÉXICO, D.F.

NOMBRE DEL PLANO: DETALLES DE CARPINTERÍA Y HERRERÍA EN PLANTA BAJA

CH-04.1

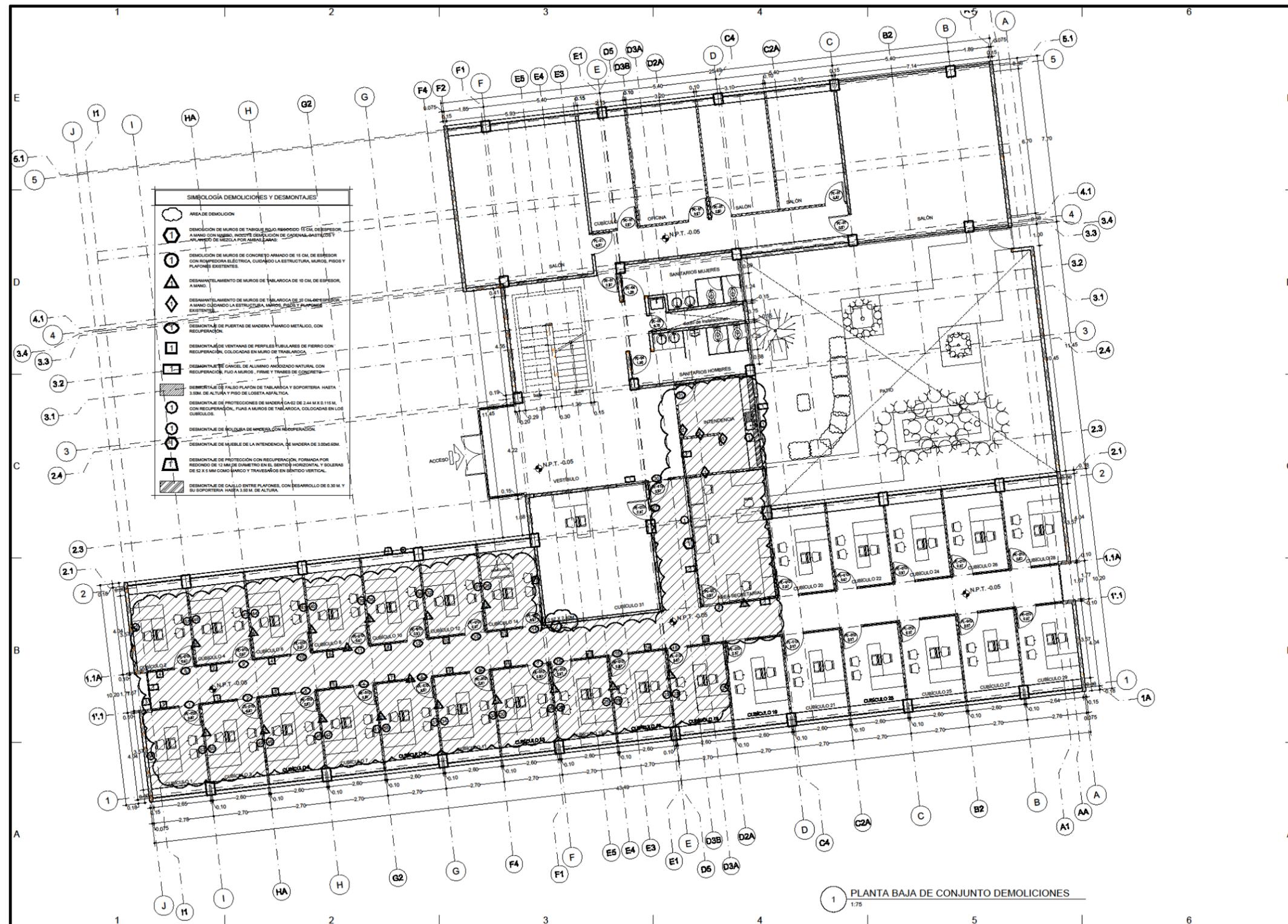
ESCALA: INDICADA

FECHA: 4 / 2013

FLANO: 49 DE: 62

FASE 01 REV. 04

Figura 4-67 Plano CH-04.1 Detalles de carpintería y herrería en Planta Baja.



CROQUIS DE LOCALIZACIÓN

CROQUIS ESQUEMÁTICO

PLANTA DE CONJUNTO

SIMBOLOGÍA Y NOTAS

NOTAS GENERALES

- LAS COTAS RISER AL DIBUJO.
- LAS COTAS ESTÁN INDICADAS EN METROS.
- LAS COTAS DE LOS NIVELES EN CORTES Y FACHADAS ESTÁN INDICADAS EN MILÍMETROS.
- LOS PLANOS ARQUITECTÓNICOS RISER A LOS PLANOS ESTRUCTURALES Y DE INSTALACIONES.
- TODAS LAS COTAS Y NIVELES DEBERÁN SER VERIFICADOS EN OBRA.
- VERIFICAR DIMENSIONES Y ESPECIFICACIONES DE COLUMNAS, TRABES Y MUROS DE CONCRETO ESTRUCTURALES EN PROYECTO ESTRUCTURAL.

SIMBOLOGÍA ARQUITECTÓNICA

- INDICADOR DE CORTES
- INDICA NIVEL EN CORTES Y FACHADAS
- N.P.T. INDICA NIVEL EN PLANTA
- N.S.L. NIVEL DE PISO TERMINADO
- N.S.P. NIVEL SUPERIOR LOGIA
- N.S.P. NIVEL INFERIOR DE PLAZÓN
- N.S.P. NIVEL SUPERIOR DE PRETE
- ETIQUETAS DE LAS PUERTAS
- INDICADOR DE TRAZO DE PUERTA
- INDICADOR DE CAMBIO DE NIVEL

REV.	FECHA	DESCRIPCIÓN

PROYECTO Nº: UNAM-0510-003
 ARCHIVO DWG: DM-01.4 PLANTA BAJA DE CONJUNTO DEMOLICIONES Y DESMONTAJES.DWG
 DIBUJÓ: ARG. YOLANDA MELENDEZ A.
 REVISÓ: —

LINAM PROYECTO: AMPLIACIÓN Y REMODELACIÓN DE EDIFICIO.
 UBICACIÓN: MÉXICO, D.F.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA Y GEOGRAFÍA

NOMBRE DEL PLANO: PLANTA BAJA DE CONJUNTO DEMOLICIONES Y DESMONTAJES **DM-01.4**

ESCALA: INDICADA FECHA: 4 / 2013 FASE 01 REV. 04

PLANO: 19 DE: 62

1 PLANTA BAJA DE CONJUNTO DEMOLICIONES
1:75

Figura 4-68 Plano DM-01.4 Planta Baja Conjunto Demoliciones.

Como se comentó anteriormente, del modelo tridimensional se obtuvieron los planos en 2D, mismos que se proporcionaron a las ingenierías de instalaciones, tanto eléctrica, hidrosanitaria y de voz y datos, para que pudieran trabajar su especialidad en estos planos haciendo la localización de las salidas y los ramales correspondientes, estos planos también sirven para la definición de los planos estructurales, ya que la información proporcionada por esta especialidad se incluyó en los planos generales, de tal manera que se integró la información correcta de los elementos estructurales en cada una de las especialidades.

Lo más recomendable es que en los proyectos todas las especialidades trabajen con modelos BIM, para que la interacción sea mejor y se pueda hacer los ajustes de forma más eficiente y así definir mejor todo lo necesario para poder realizar la construcción con mayor fluidez.