



FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

APLICACIÓN Y USO DE MODELOS 4D EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN

CI5502 - Planificación y Control de Proyectos

miguel mora

mimora@ing.uchile.cl



FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

CLASE n1: INTRODUCCIÓN A 4D

CI5502 - Planificación y Control de Proyectos

miguel mora

mimora@ing.uchile.cl

Forma de hacer planos en el tiempo

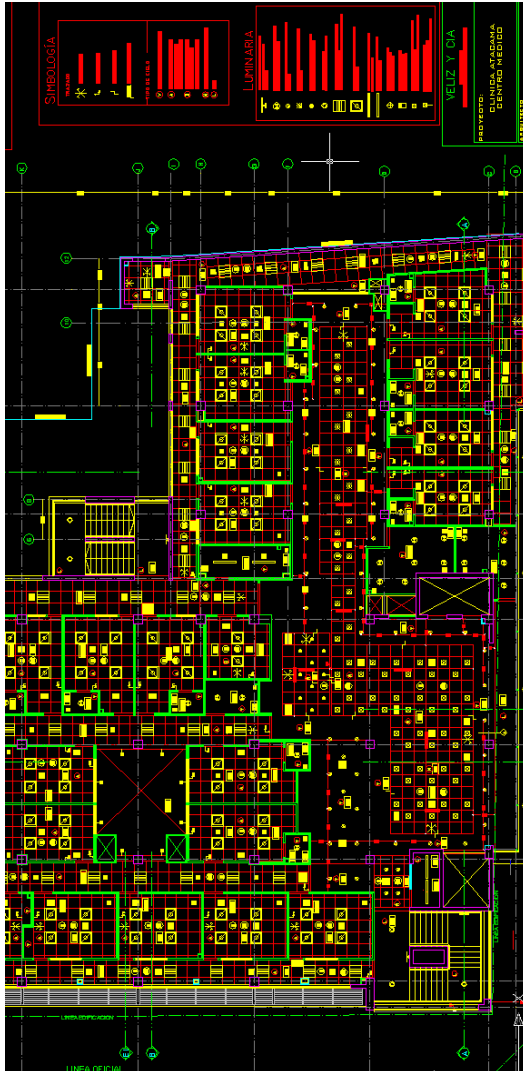


Antes

■ Planos

- ☐ Grandes
- ☐ Ortogonales
- ☐ Poco texto
- ☐ Pocos colores y gráficos

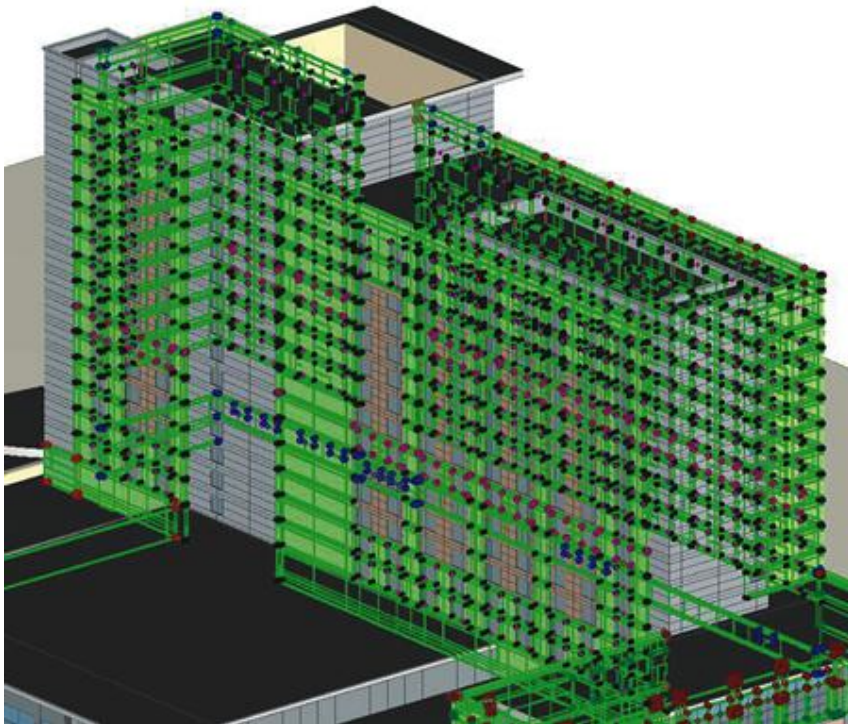
Forma de hacer planos en el tiempo



Hace poco

- CAD (Computer-aided design) 2D
 - Dibujos ortogonales
 - Un poco más de texto
 - más colores y gráficos (sólo en pantalla)

Forma de hacer planos en el tiempo



Ahora

CAD (Computer-aided design) nD

- ☐ Dibujos ortogonales y otras vistas
- ☐ Información asociada a los elementos
- ☐ Colores y gráficos

Modelamiento nD

- Salford University
- Su objetivo es retratar y visualizar el proyecto entero, desde el diseño hasta la construcción, permitiendo así a los usuarios ver y simular el ciclo de vida del proyecto. Esto busca mejorar el proceso de toma de decisiones y el desempeño de construcción permitiendo un análisis “¿Qué pasa si...”

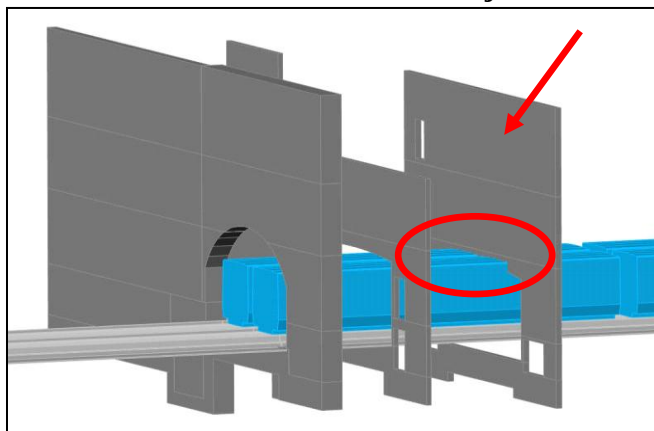
Modelamiento nD - Ejemplos

- 2D Superficie:** Describe y predice la ubicación o lugar.
- 3D Espacio:** Alcance del proyecto en forma digital y visual (espacial).
- 4D Tiempo:** Controla visualmente el avance del proyecto, detecta elementos no planificados.
- 5D Secuencia constructiva y Estrategia de ejecución**
- 6D Cubicación y Cantidad:** Proyección de cantidades para determinar el cumplimiento de algún hito y gestión logística.
- 7D Costo:** Predice costos de actividades o del proyecto a una determinada fecha.
- 8D Seguridad:** Predice situaciones riesgosas.
- 9D Historial de Desempeño:** Muestra porcentajes de avance programado y real, y causas de no cumplimiento de actividades.

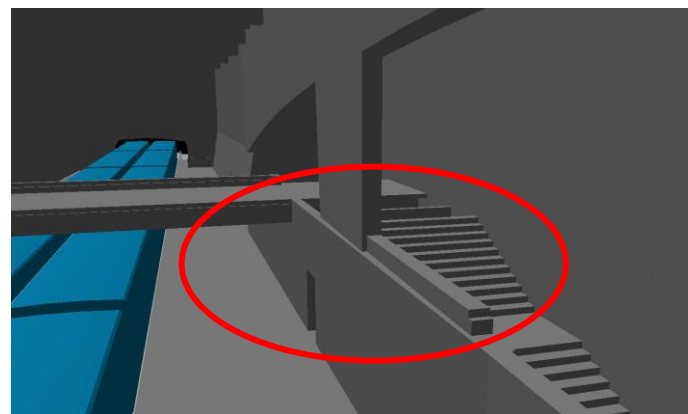
3D: Espacio e interferencias

- Estación Américo Vespucio - Línea 2 del Metro de Santiago
 - Duración del Proyecto: 560 días
 - Costo Presupuestado: 490.175 UF (US\$ 16,9 millones)
 - Cubicación hormigón: 10.222 m³

Muro eje 4 con error de cota



Incongruencia en Planos (2)



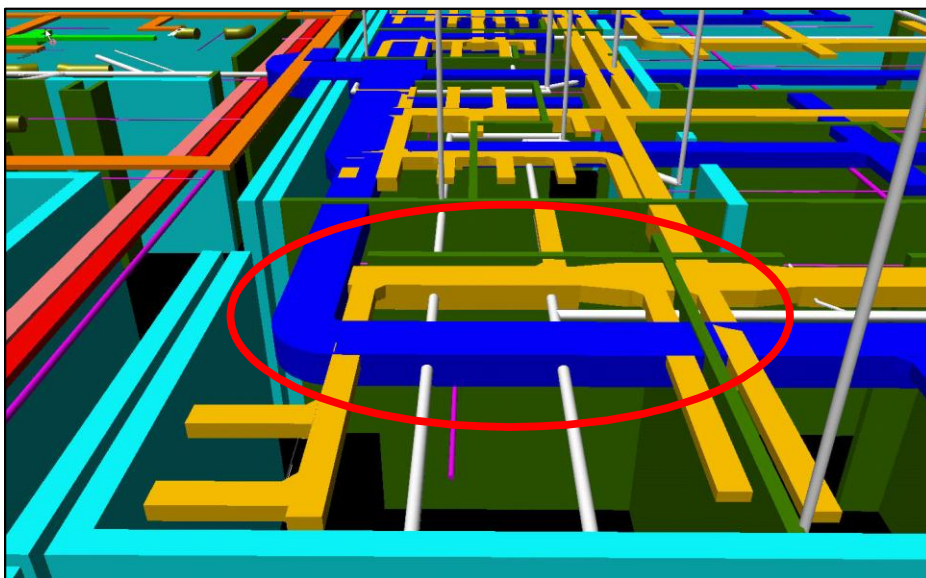
Detalle de encuentro viga-muro (2)

3D: Espacio e interferencias

■ Caso Clínica Dávila

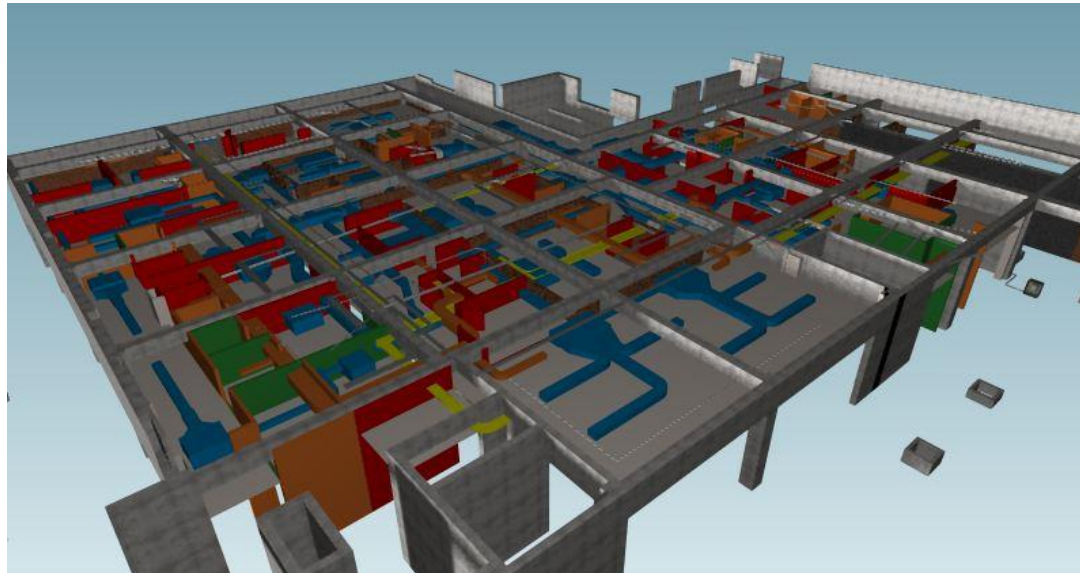
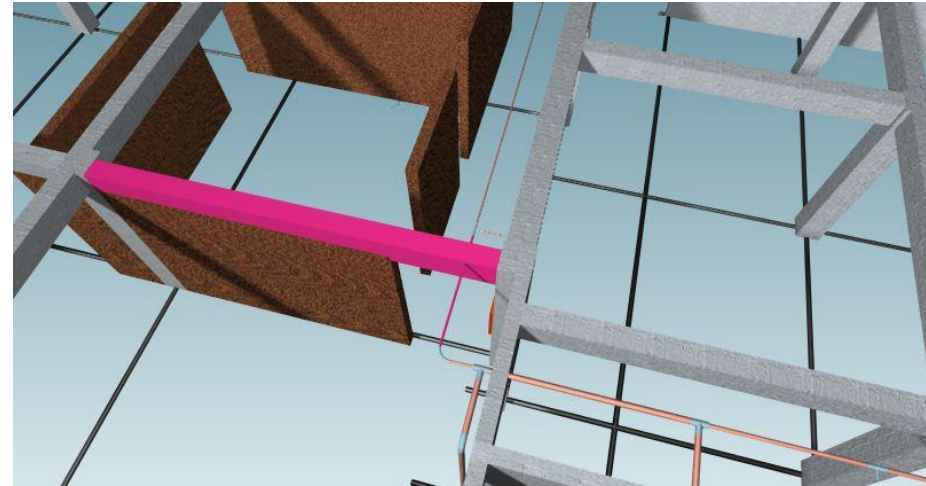
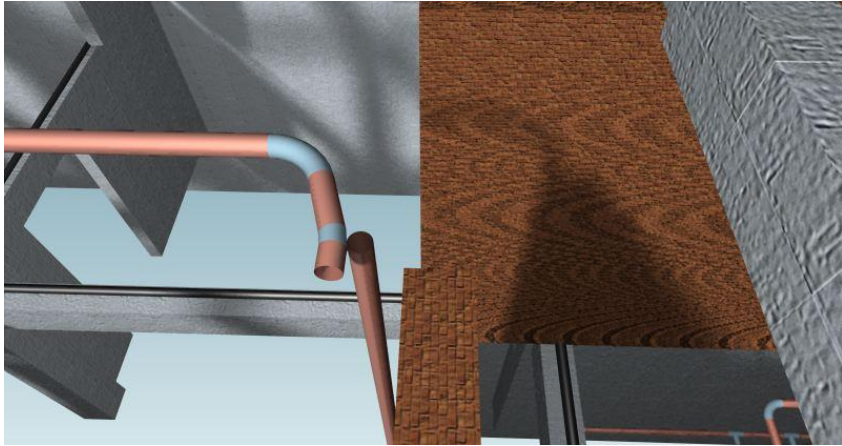
- Duración del Proyecto: 510 días
- Costo Presupuestado: 479.150 UF (US\$ 16,5 millones)

Gestión Instalaciones del Proyecto



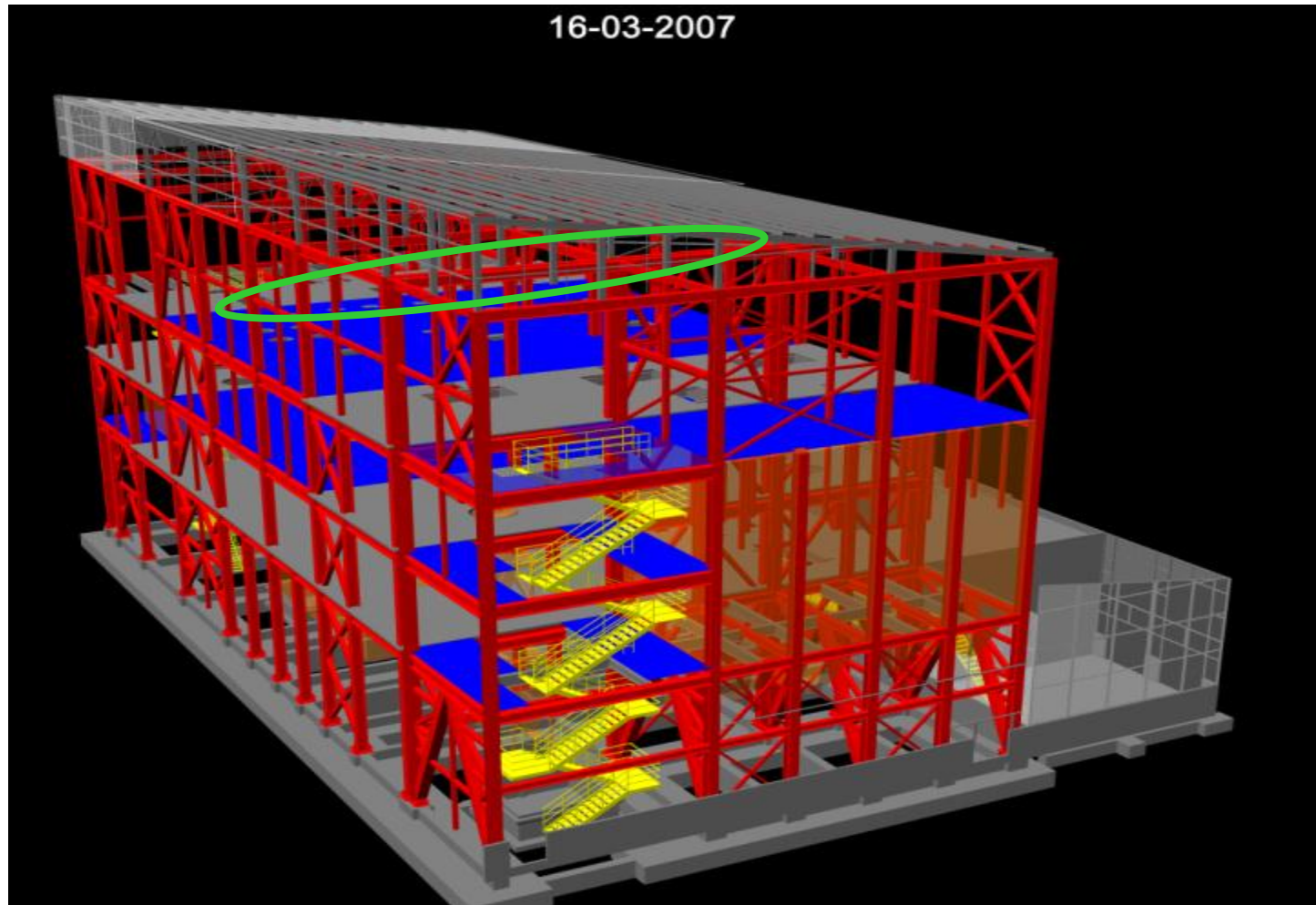
- 287 incongruencias en planos: Interferencias entre elementos
- Ahorro de 17 de millones de pesos en costo de producción y reducción de 20 días en la duración de la obra.

3D: Espacio e interferencias



3D: Espacio e interferencias

■ Notificación de interferencias:
Ejemplo:
Incongruencia en trabajo a ejecutar para nivel 19500 entre ejes 35 y 38.

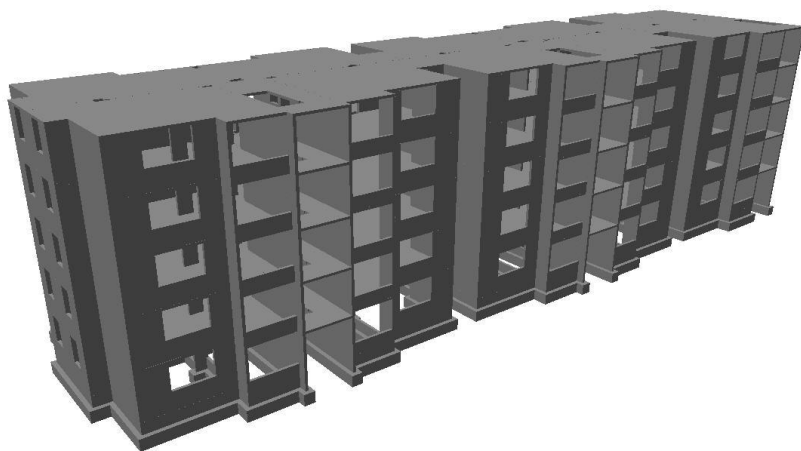


3D: Espacio y Comunicación

■ Caso Condominio San Pablo - Primera Etapa

- Duración del Proyecto: 240 días
- Costo Presupuestado: 36.300 UF (US\$ 1,25 millones)

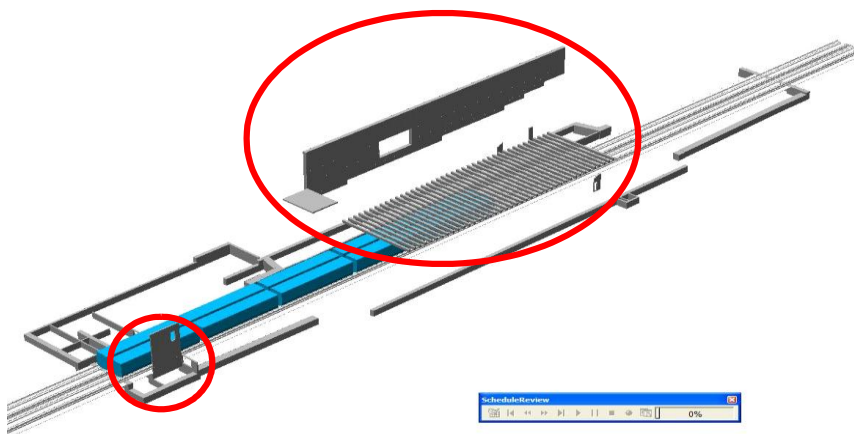
Gestión Obra Gruesa del Proyecto



- Entender y comunicar de una forma sencilla y rápida el alcance de obra

4D: Tiempo

■ Estación Américo Vespucio - Línea 2 del Metro de Santiago (Obra gruesa)



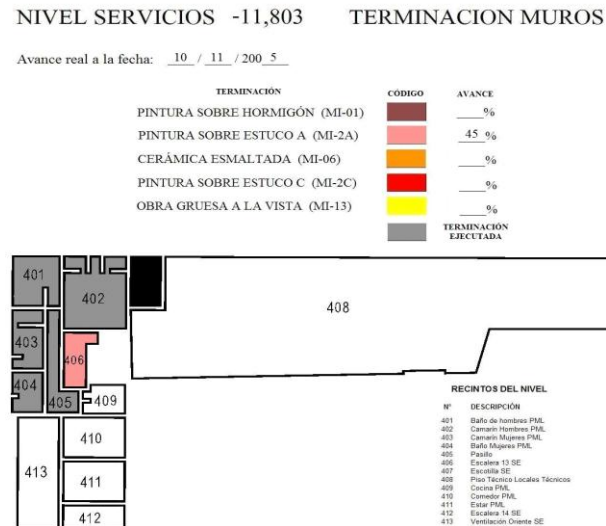
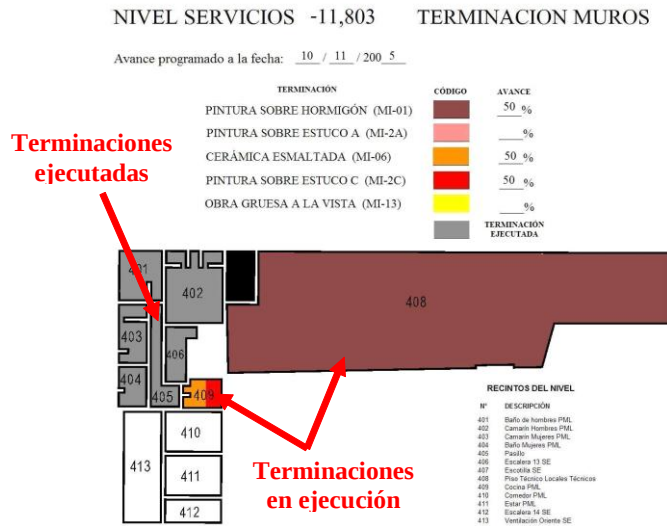
- Volumen hormigón: 389 m3
- 102 millones pesos = US\$ 195.000
- No fueron presupuestados

ESPECIALIDAD	COLOR		TEXTURA	
ENFIERRADURA	AZUL		EN EJECUCIÓN	TRANSPARENTE
			EJECUTADO	SÓLIDO
MOLDAJE	NARANJO		EN EJECUCIÓN	TRANSPARENTE
			EJECUTADO	SÓLIDO
HORMIGÓN	GRIS		EN EJECUCIÓN	TRANSPARENTE
			EJECUTADO	SÓLIDO

- Colores y texturas asignados a especialidades y estados de avance de actividades

4D: Tiempo y control de avance

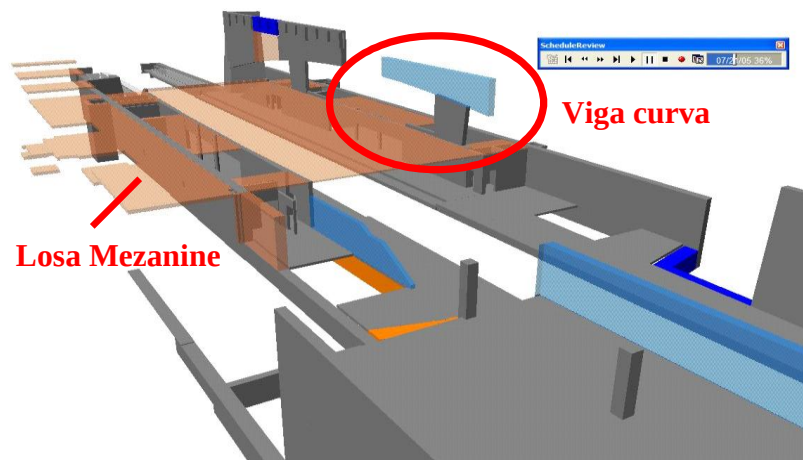
■ Estación Américo Vespucio - Línea 2 del Metro de Santiago (Terminaciones)



- Control Visual del proyecto
- Comparación del avance programado v/s avance real
- Detección de atrasos de actividades
- Forma de trabajo más sencilla y eficaz que hacer control directamente desde el Software de programación

5D: Secuencia constructiva y estrategia de ejecución

- Estación Américo Vespucio - Línea 2 del Metro de Santiago (Obra Gruesa)



5 Incongruencias solucionadas en secuencia constructiva

6D: Cubicación y Cantidad

■ Estación Américo Vespucio - Línea 2 del Metro de Santiago (Obra Gruesa)

No se presupuestó 21 millones de pesos (US\$ 40.385) por la imprecisión en las cubicaciones



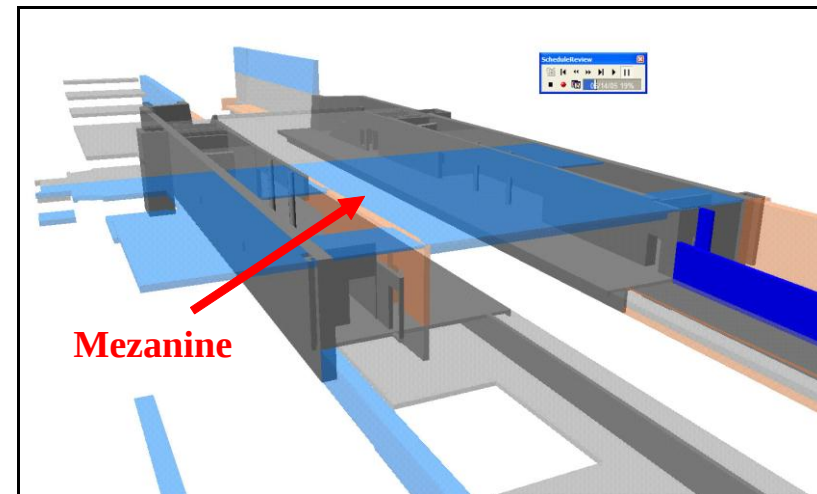
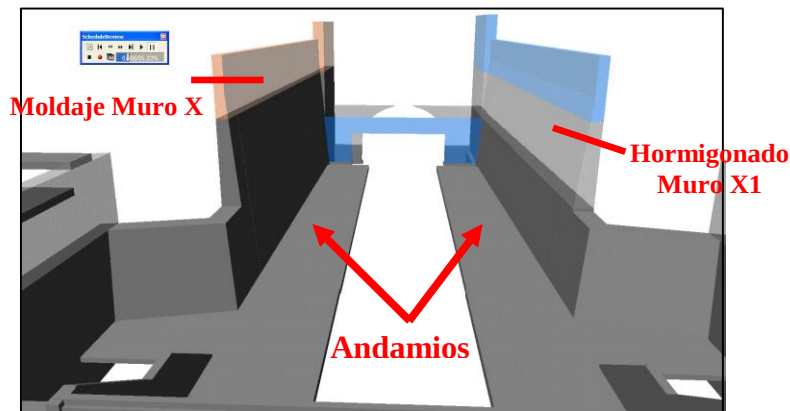
- Predicción de la utilización del hormigón en el tiempo
- Hormigonado excedió capacidad máxima
- Subcontrató sector C del proyecto

Primavera P3: Potencial de organizar y filtrar información de cantidades en forma rápida y confiable

8D: Seguridad

■ Estación Américo Vespucio - Línea 2 del Metro de Santiago (Obra Gruesa)

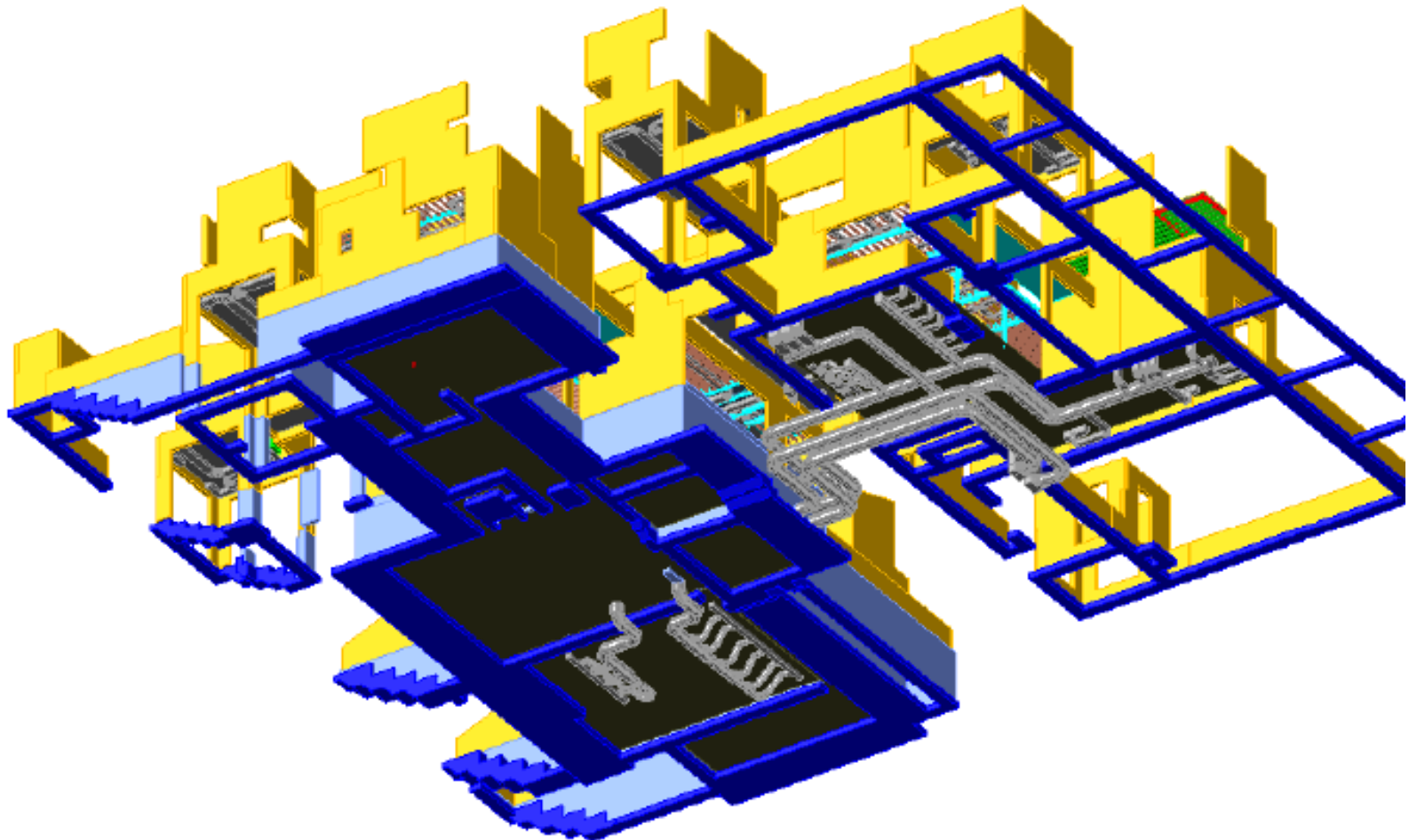
Potencial de predecir visualmente y en 3D los riesgos de accidente durante la ejecución del proyecto.



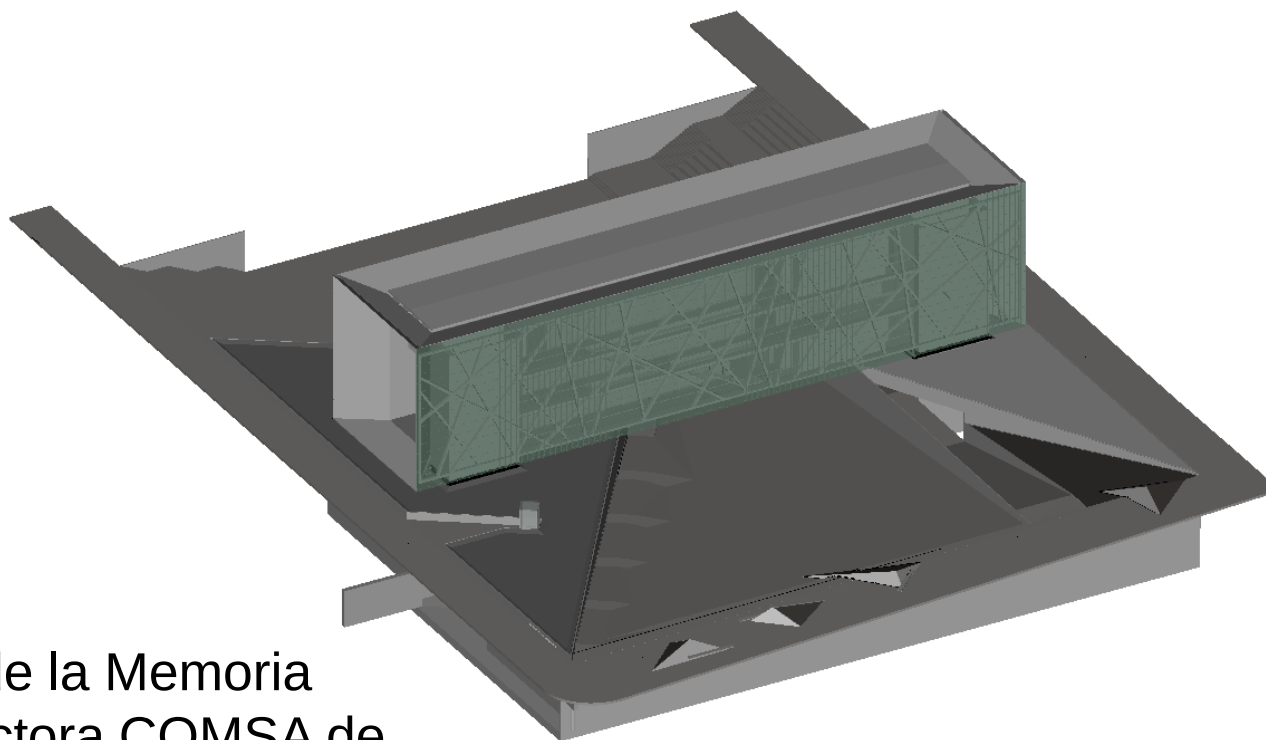
VDC: Virtual Design and Construction

- Stanford University
- Uso de modelos virtuales y multidisciplinarios de proyectos de diseño y construcción, incluyendo modelos de productos, procesos y organizaciones, para apoyar los objetivos de negocio explícitos y públicos

Modelo de Producto



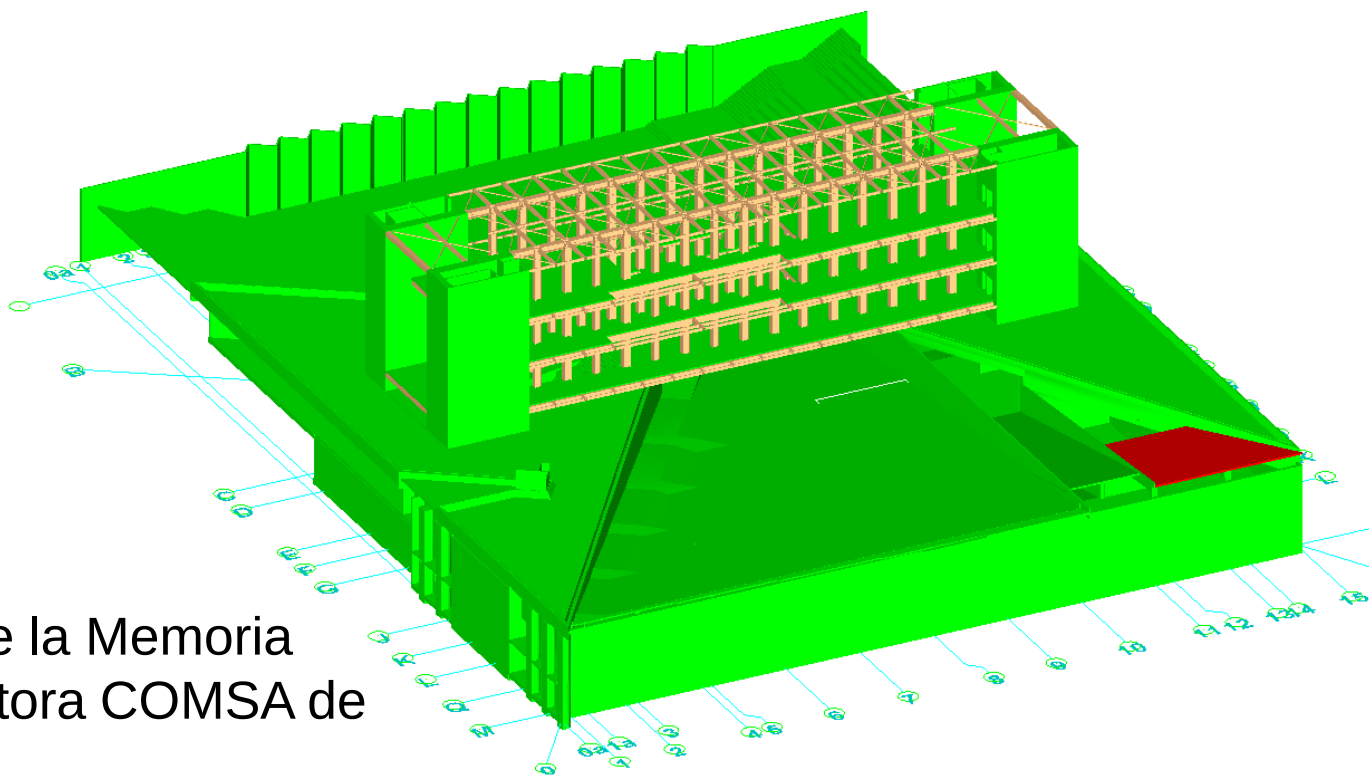
Modelo de Producto



Museo de la Memoria
Constructora COMSA de
Chile

Modelo Arquitectónico
Planificación 4D + Last
Planner

Modelo de Producto

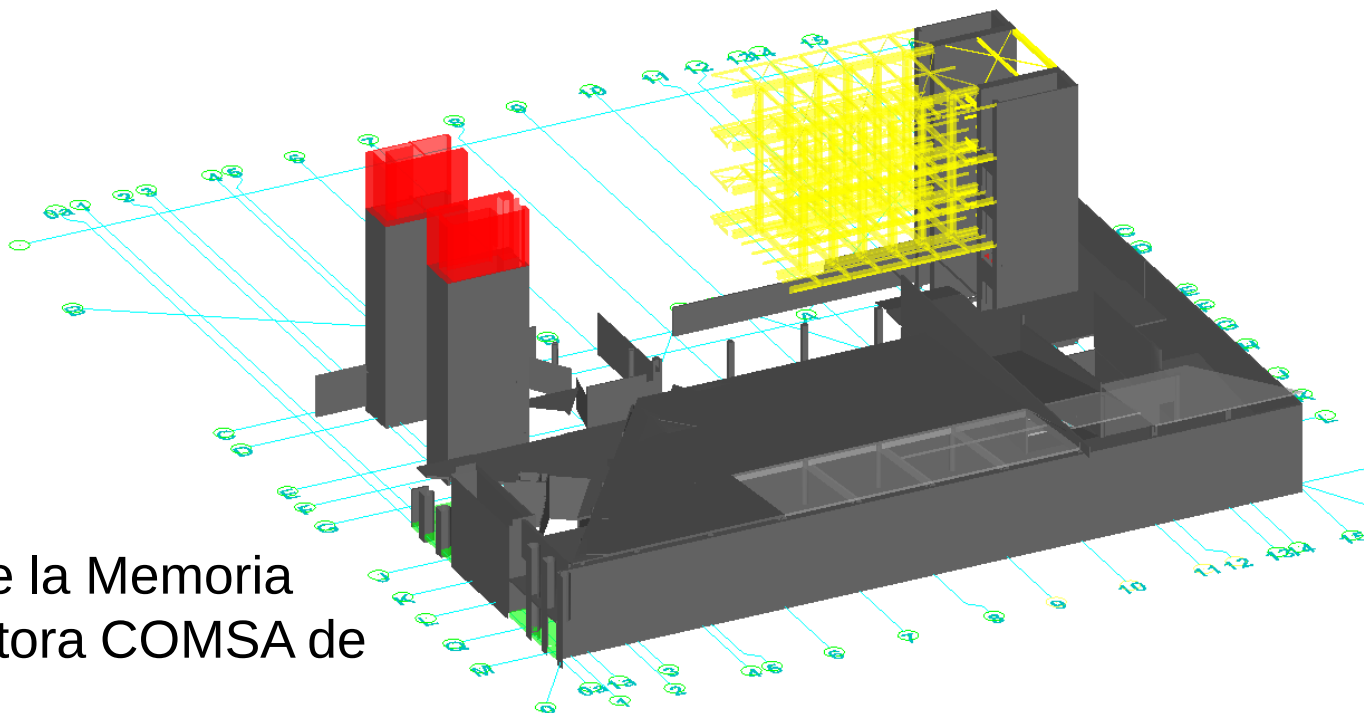


Museo de la Memoria
Constructora COMSA de
Chile

Modelo Obra Gruesa
Planificación 4D + Last
Planner

Modelo de Proceso

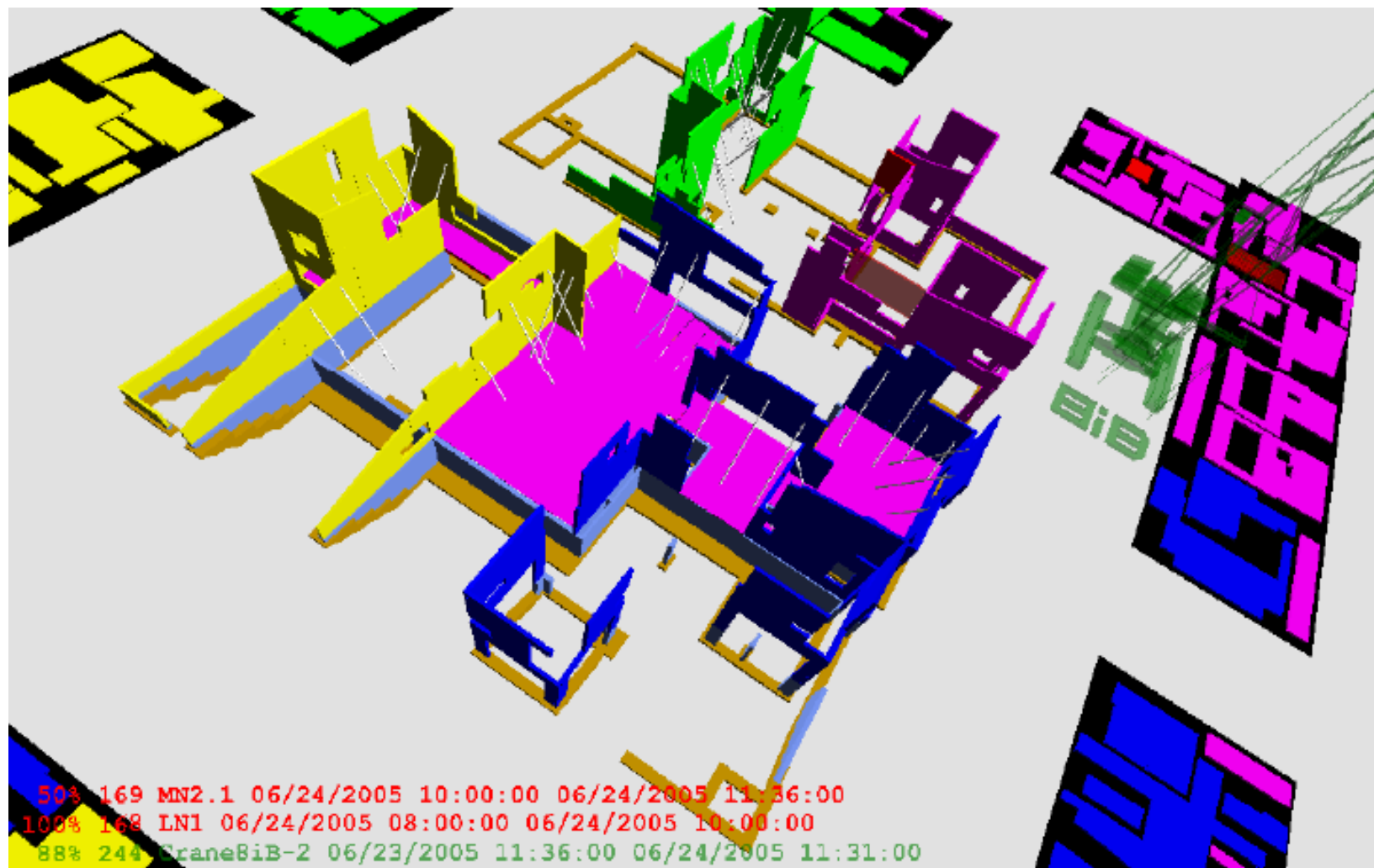
Martes 28 Abril 2009



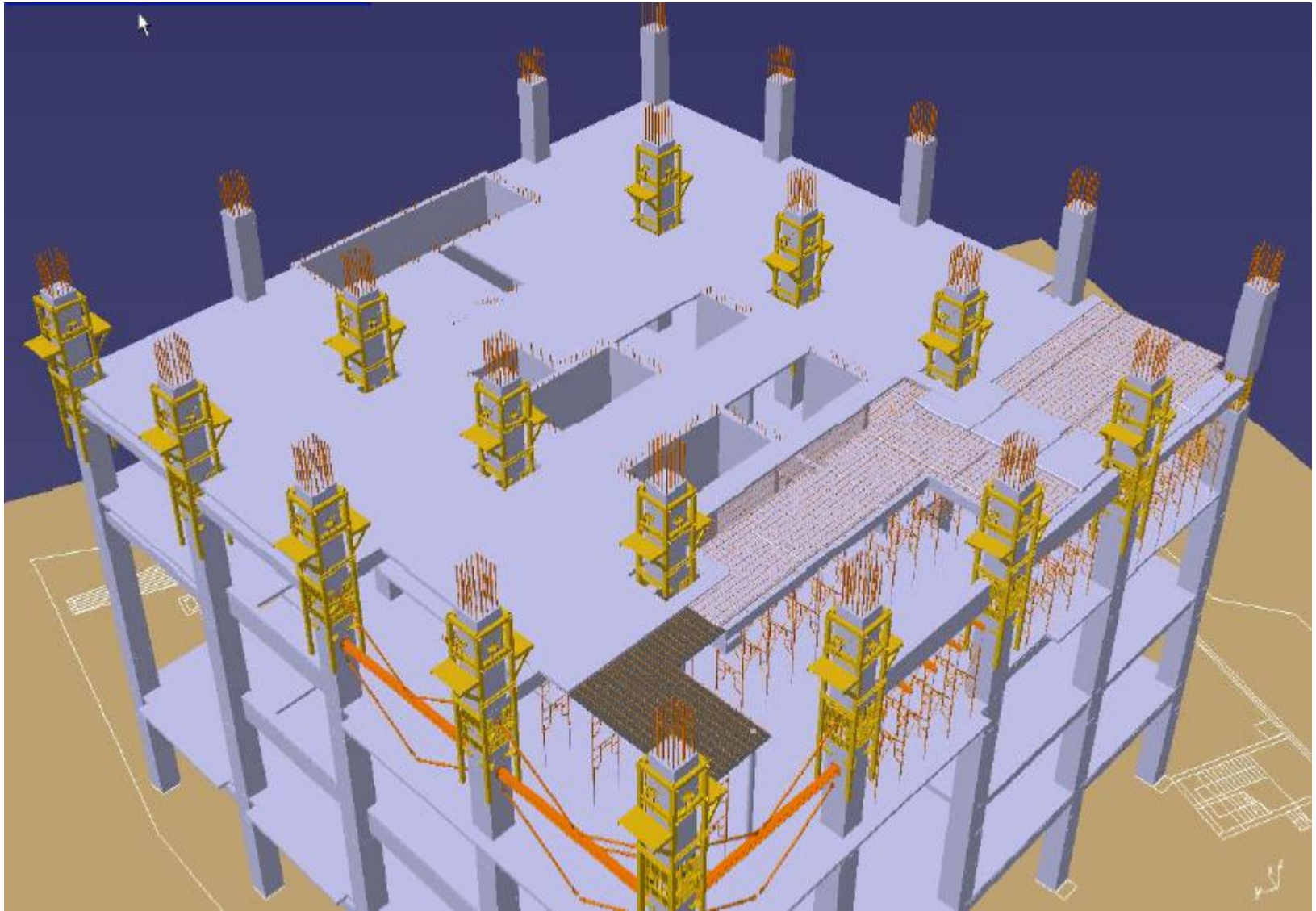
Museo de la Memoria
Constructora COMSA de
Chile

Modelo 4D al 28/04/09
Planificación 4D + Last
Planner

Modelo de Proceso

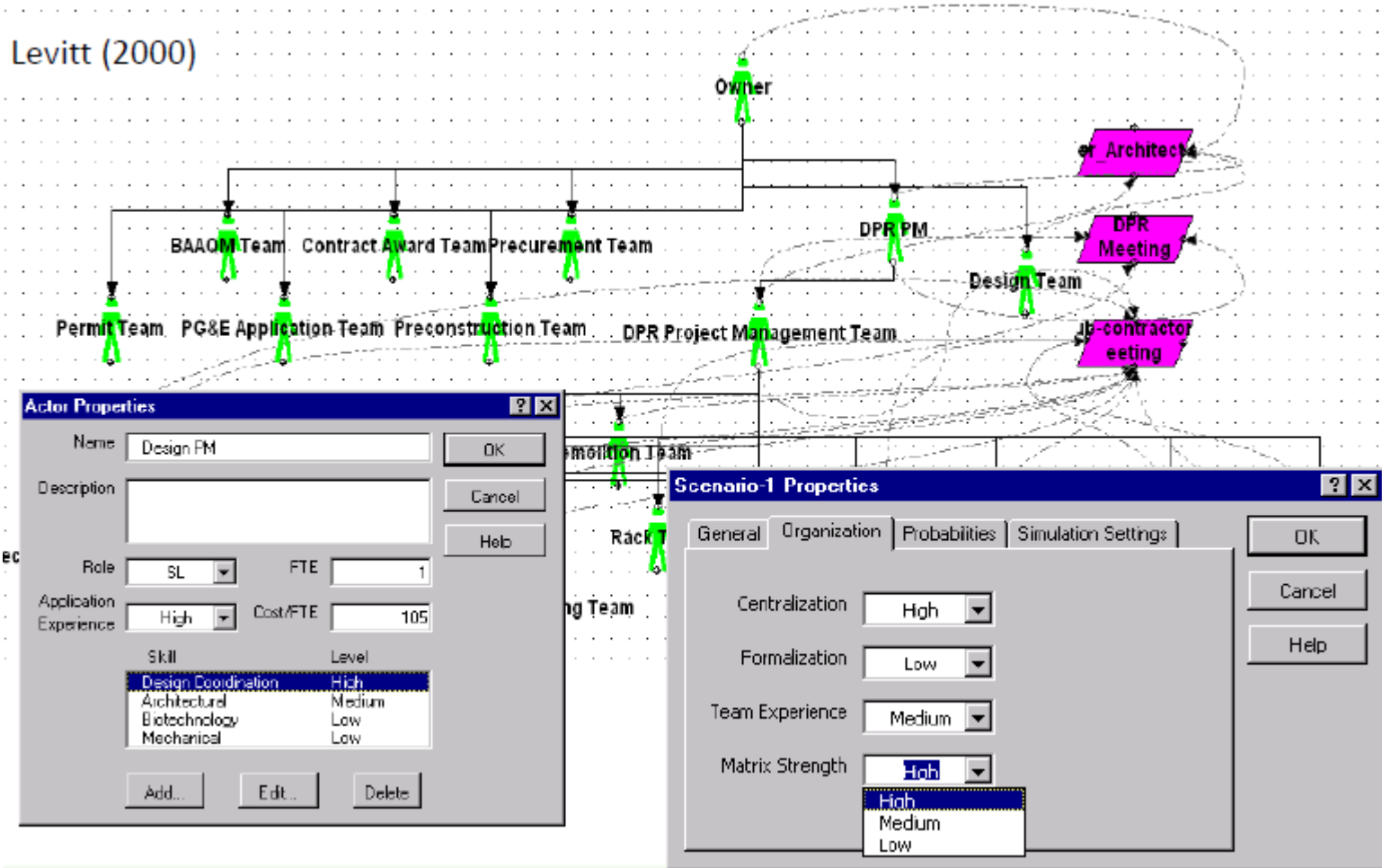


Modelo de Proceso



Modelo Organizacional

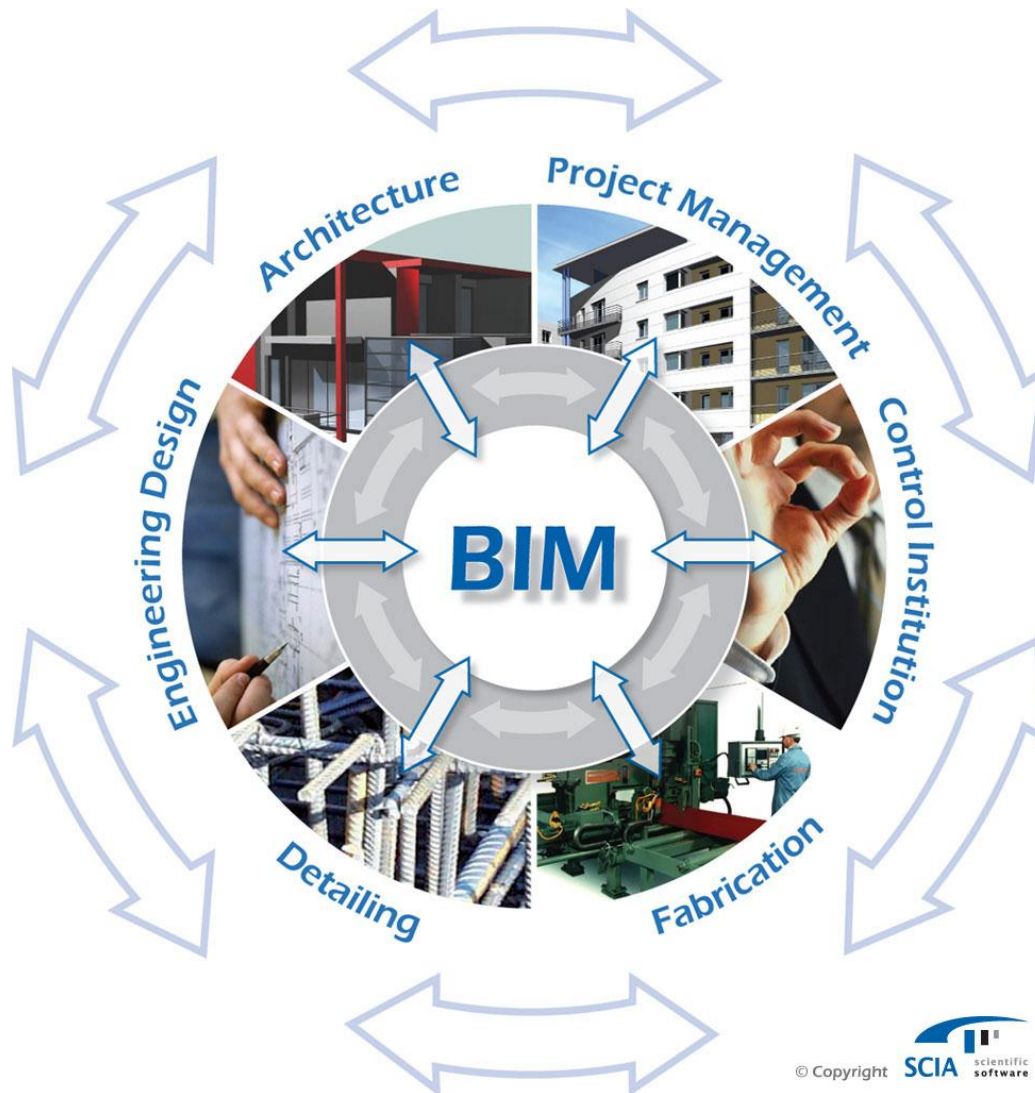
Levitt (2000)



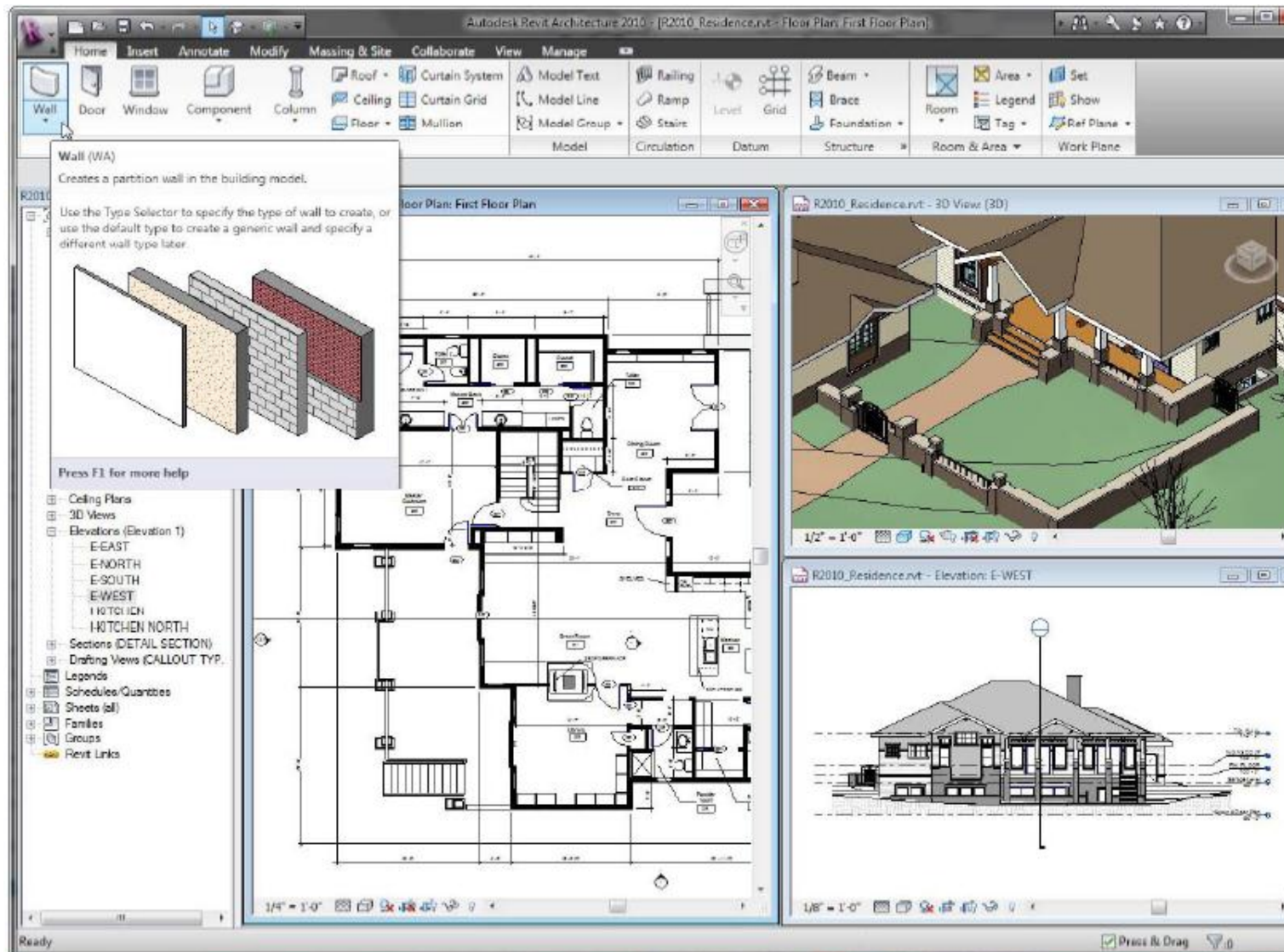
BIM: Building Information Model

- BIM es una representación de las características físicas y funcionales de un proyecto. Un BIM es una fuente de conocimiento compartido de la información de un proyecto conformando una base confiable para la toma de decisiones durante su ciclo de vida (desde la concepción temprana hasta su demolición)
- BIM no es modelamiento 3D, ni uso de software paramétricos (Revit, Archicad, etc.)

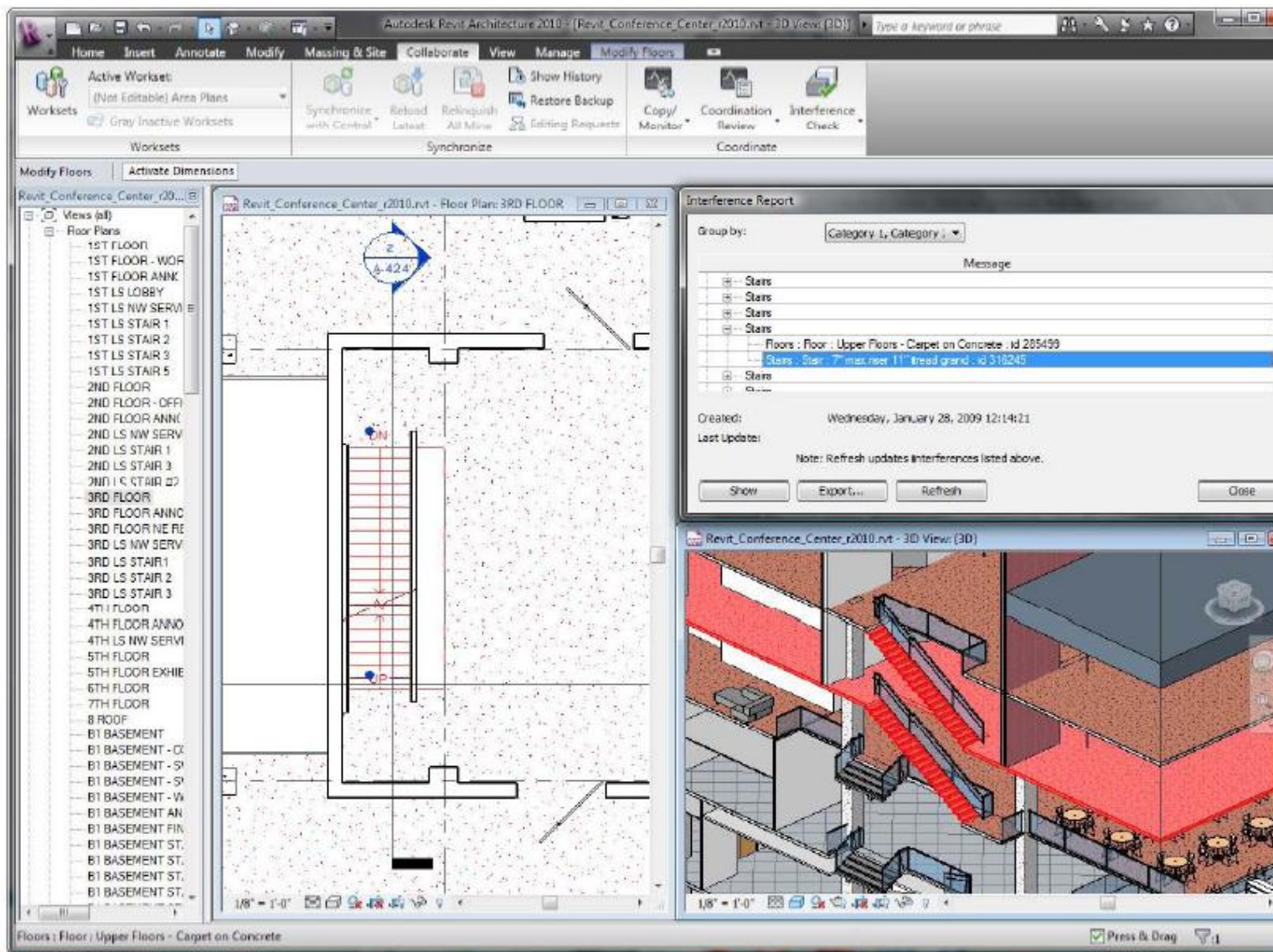
BIM: Building Information Model



Herramientas BIM



Herramientas BIM



Herramientas BIM

Autodesk Revit Architecture 2010 - [R2010_Library_9.rvt - Floor Plan: FIRST FLOOR - COLOR]

Home Insert Annotate Modify Massing & Site Collaborate View Manage

View Properties View Templates Visibility/Graphics Filters Thin Lines

3D View Section Callout Drafting View Duplicate View Elevation Legends Plan Views Schedules Scope Box New Sheet Title Block Matchline

Activate Deactivate Switch Windows Close Hidden Replicate Cascade Tile User Interface

Graphics Create Sheet Composition Windows

R2010_Library_9.rvt - Project Browser

- Views (all)
- Floor Plans
 - Document Core
 - F3.02-1
 - F203-4
 - F203-5
 - F203-6
 - FIRST FLOOR - FIRST FLOOR - RM**
 - FIRST FLOOR - FR
 - FIRST FLOOR - FU
 - Foundation Datum
 - GROUND FLOOR
 - GROUND FLOOR
 - GROUND FLOOR
 - Level 1 Core
 - Level 2 Core
 - room
 - ROOF - FRAMING
 - ROOF - FRAMING
 - Roof Core
 - SECOND FLOOR
 - SECOND FLOOR - SECOND FLOOR -
 - SECOND FLOOR - SECOND FLOOR -
 - SECOND FLOOR -
 - Site
 - Star Base
 - T.D. COLUMN
 - TYPICAL FLOOR P
 - x301-1
 - x301-2
 - x301-3
 - x301-4
 - x301-5
 - x301-6
 - x302-1
 - x302-2
 - x302-3
 - x302-5
 - x303-1
 - x303-2
 - x303-3
 - x303-5
 - x311-1
 - x311-2
 - x311-3
 - x311-5
 - x401-01
 - x401-02

R2010_Library_9.rvt - Floor Plans FIRST FLOOR - COLOR

R2010_Library_9.rvt - Schedule Room Schedule

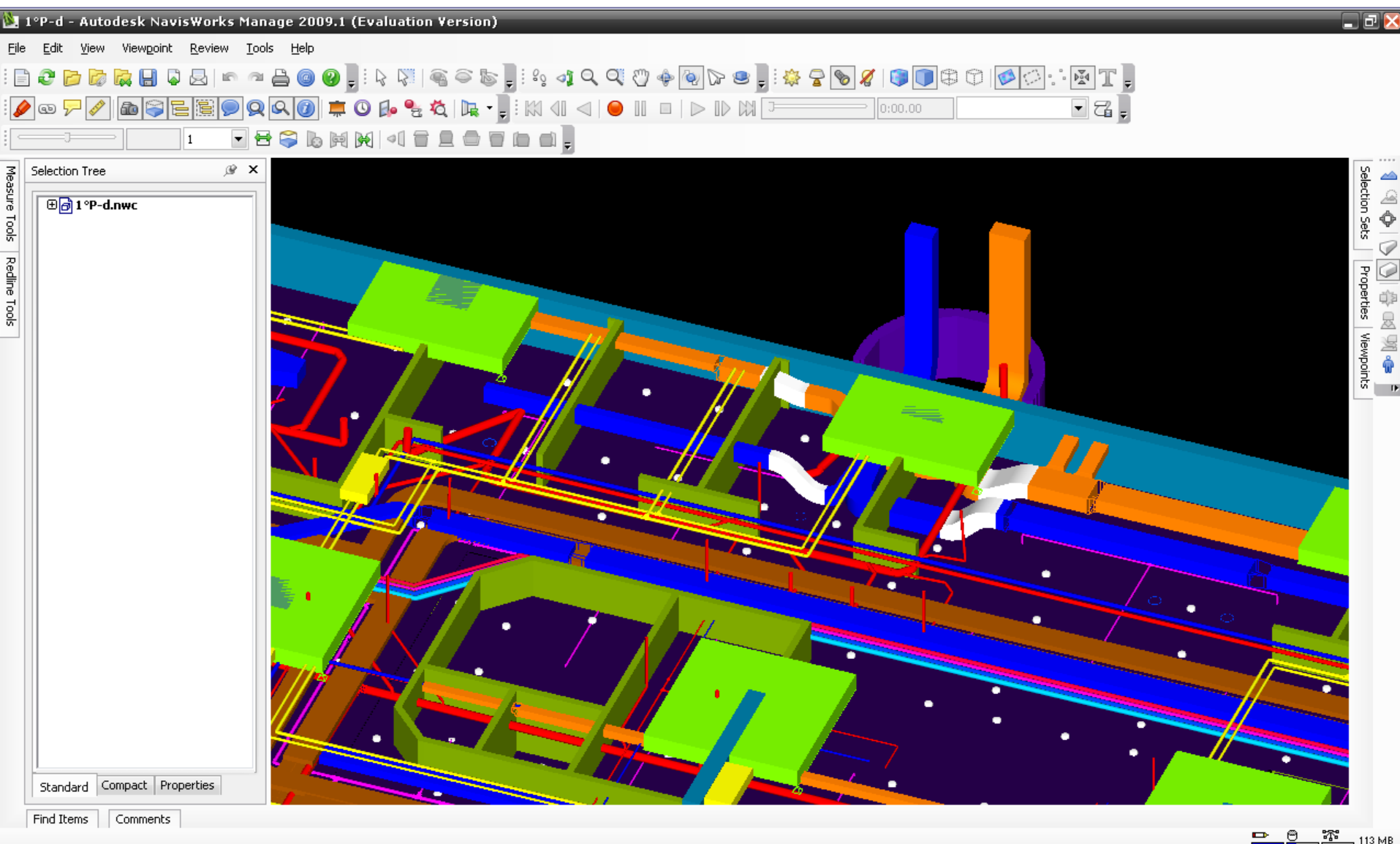
Number	Name	Floor Finish	Parameter	Area
GROUND FLOOR				
002	CTRL RM		38' - 9 9/16"	80.15
004	READING/RES.	CP-4	70' - 7 21/32"	333.73
009	COPY		23' - 7 21/32"	34.19
011	MATL		95' - 0 15/16"	452.29
014	STUDY RM		136' - 4 5/32"	359.25
015	STUDY RM		39' - 10 3/8"	99.32
017	CLOS.		27' - 4 9/16"	40.26
018	ELEC		29' - 7 5/8"	45.08
020	OFFICE	CP-5	80' - 3 5/8"	193.48
021	OFFICE	CP-5	55' - 5 5/8"	185.57
023	LAMINATION		58' - 3 15/16"	210.50
024	JAN	RF-4	20' - 0 1/2"	24.88
025	W. TLT		101' - 8 1/4"	334.81
029	D. ACAD SUPP		51' - 4"	183.33
030	D. DEV OFFICE		111' - 9 1/2"	403.73
031	LEARNING DEV. LAB		151' - 3 3/16"	1164.24
032	TEST ROOM	CP-4	50' - 0 11/16"	153.31
033	TEST ROOM		46' - 5 15/16"	127.79
034	TEST ROOM		46' - 5 15/16"	127.79
038	PRE-FUNCT	CP-2	370' - 8 9/32"	3034.70
041	CONF/MTG	CP-6	67' - 4 10/32"	118.71
042	OFFICE		39' - 1 3/4"	95.73
043	OFFICE		39' - 9 3/4"	98.92
044	OFFICE		39' - 1 3/4"	95.73
045	FAC. AUTH. LAB	CP-4	76' - 0 5/16"	357.32
046	CORR		202' - 4 3/8"	589.48
FIRST FLOOR				
02	STAIR		63' - 4 1/2"	199.36
2	STAIR		63' - 2 7/16"	190.98
100	VESTEULE	CT-1	59' - 8 3/4"	291.24
101	STOR.	RF-9	31' - 8 1/4"	54.14
104	STOR.		28' - 4 1/2"	38.40
105	WORK		75' - 11"	278.84
106	REF. LIBRARIAN	CP-4	52' - 9 1/8"	148.07
107	REF. WORK	CP-4	48' - 0 1/8"	150.12
108	GROUP STUDY	CP-4	58' - 5 1/4"	207.59
109	GROUP STUDY	CP-4	57' - 8 3/4"	197.74
111	READING		142' - 11 1/2"	1258.76
112	REF. COLL.		77' - 9 5/32"	1208.02

1/8" = 1'-0"

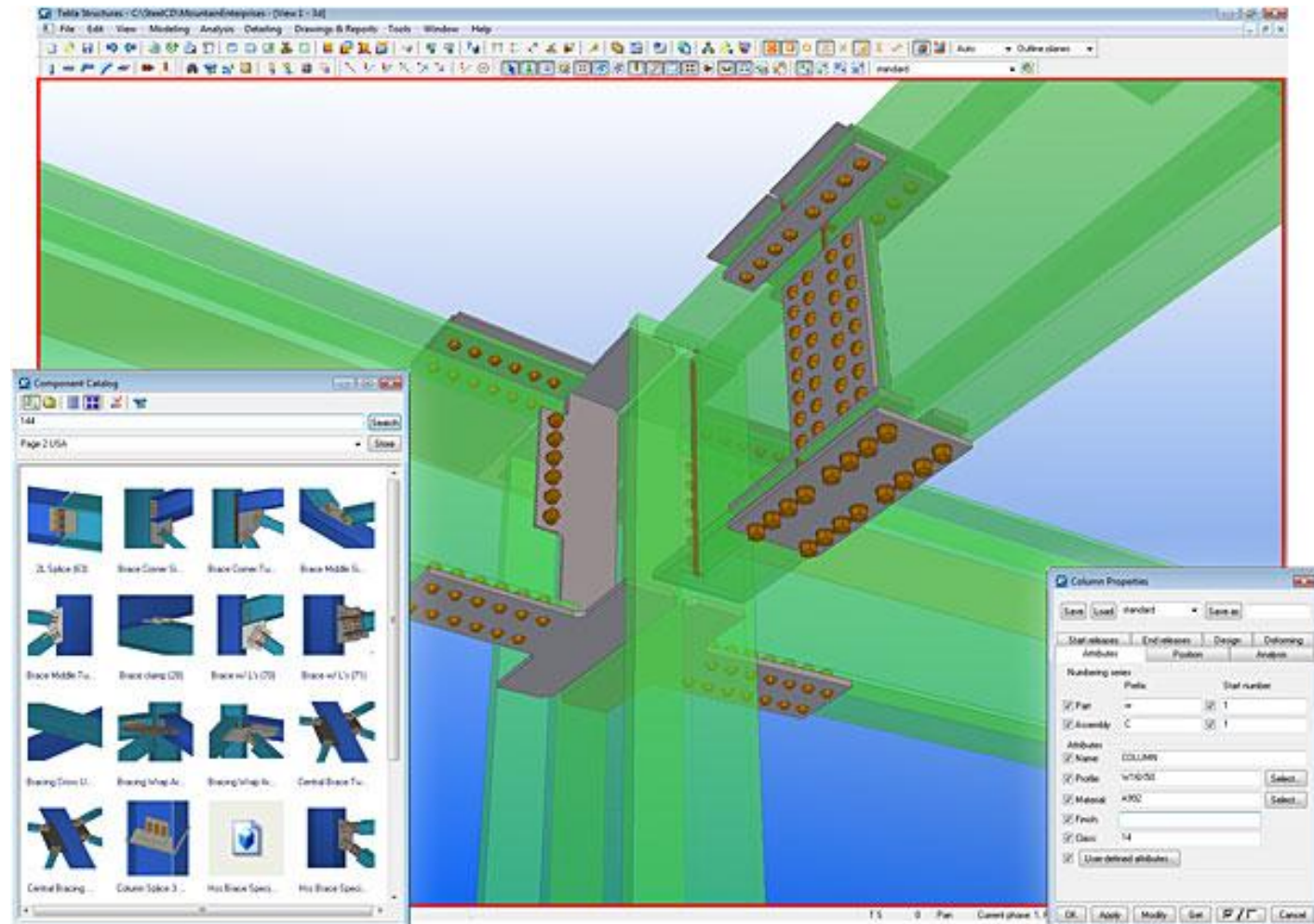
Click to select, TAB for alternates, CTRL adds, SHIFT unselects.

Editable Only Press & Drag

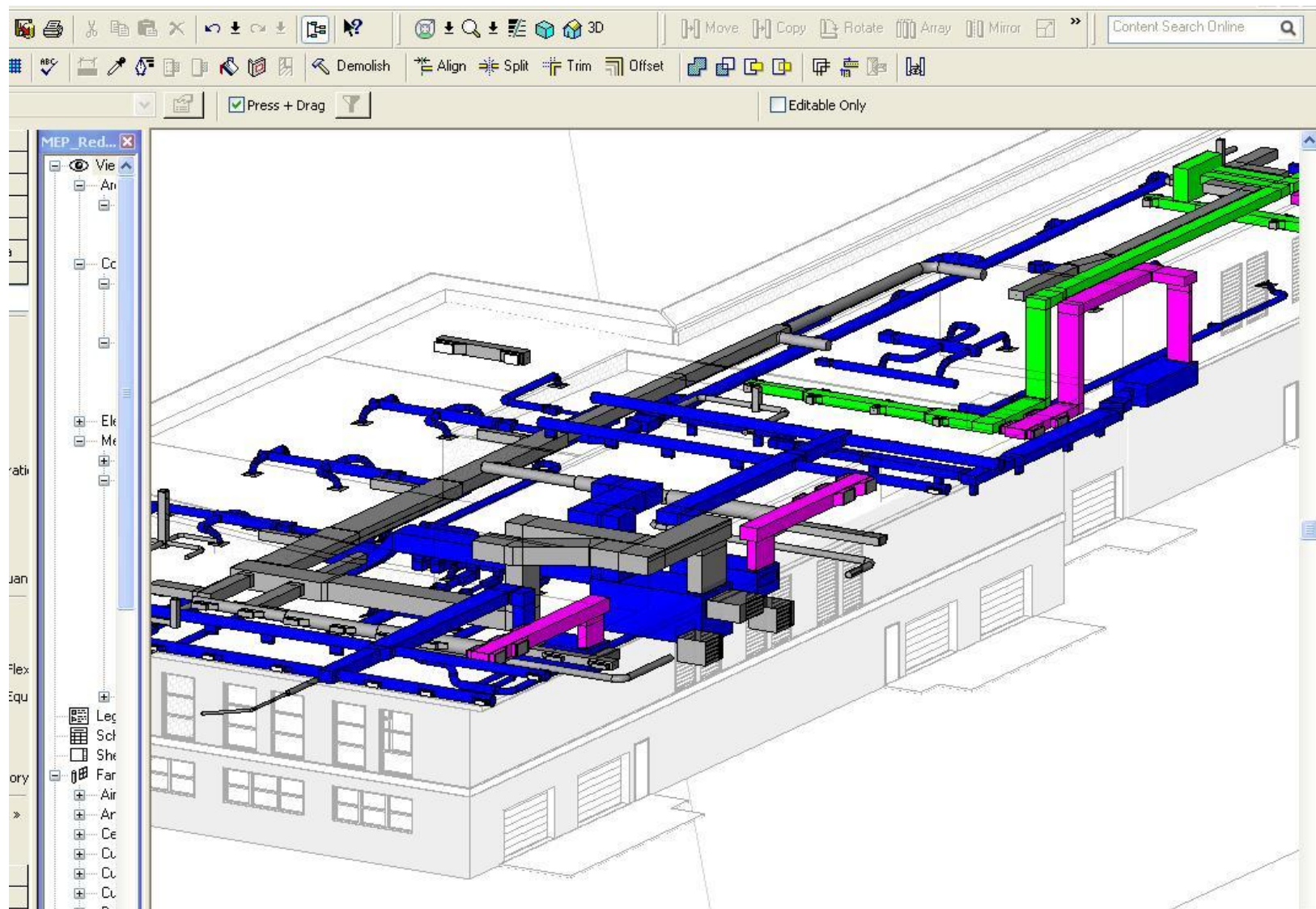
Herramientas BIM



Herramientas BIM



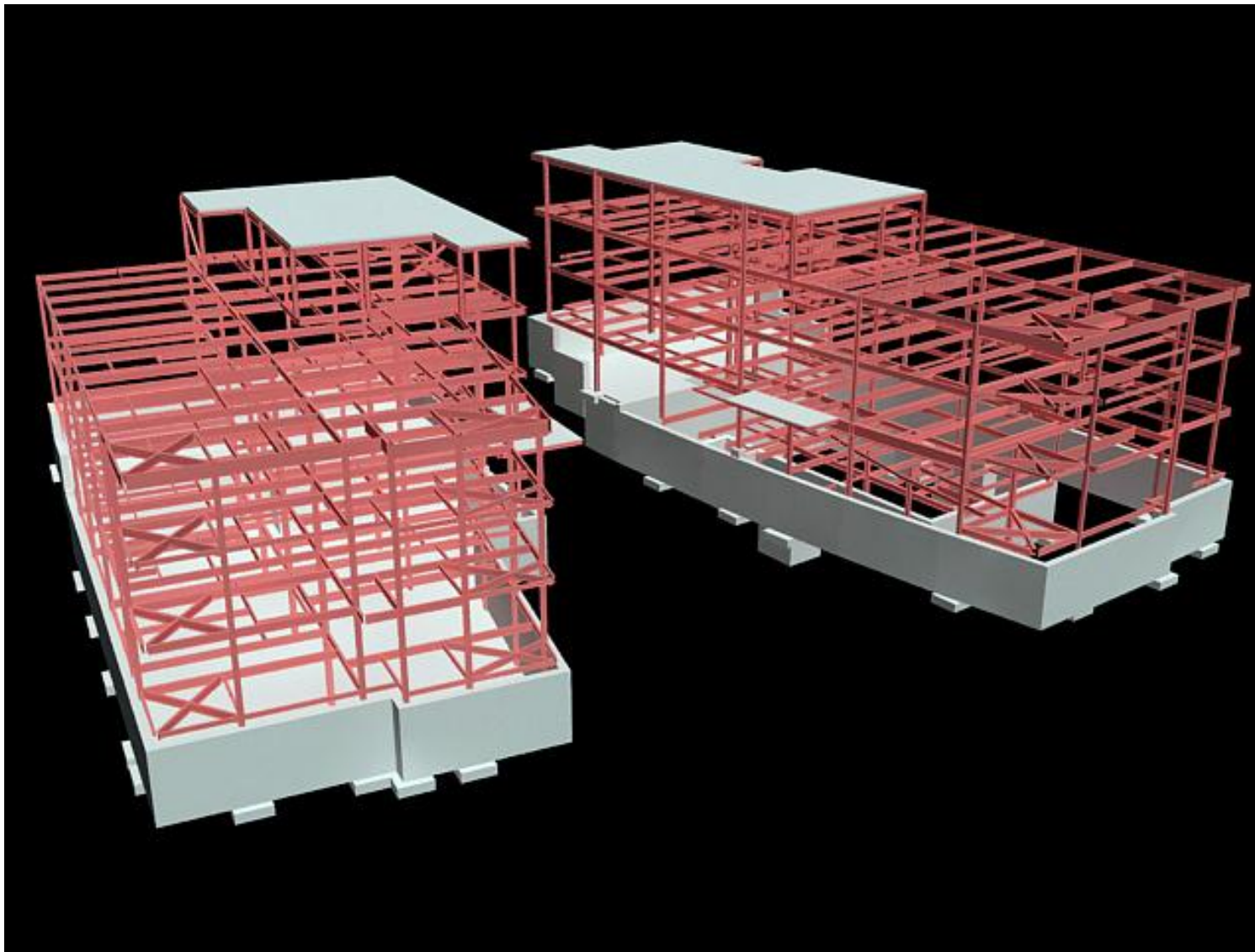
Herramientas BIM



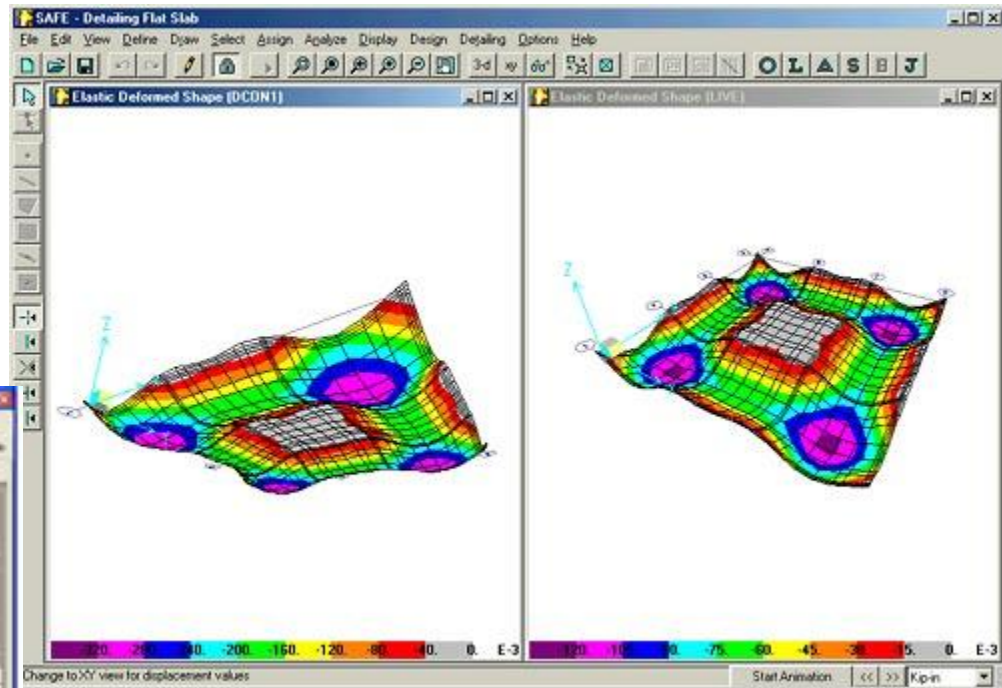
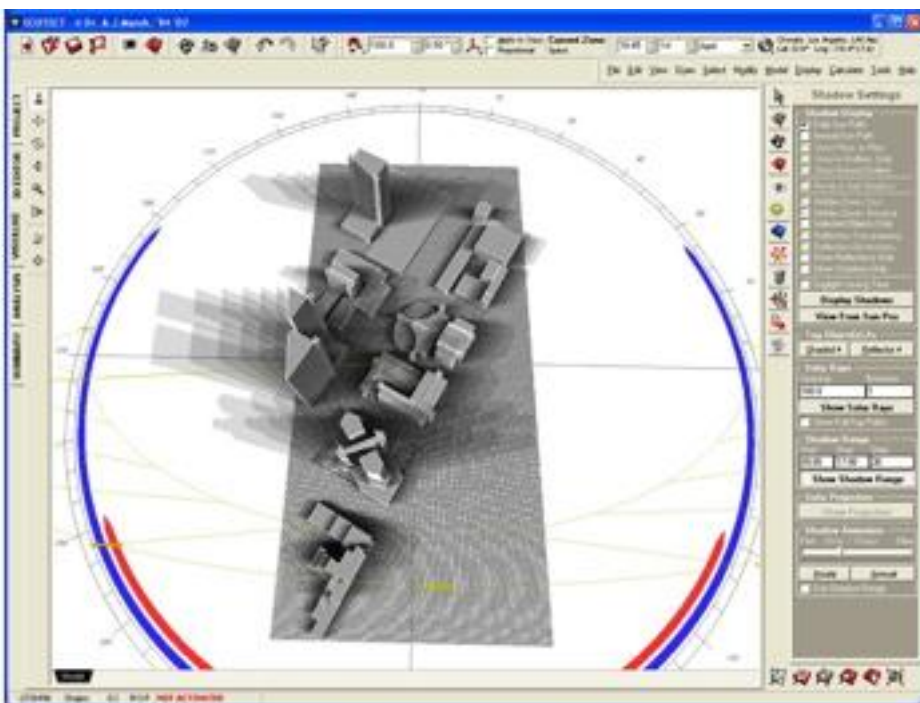
Herramientas BIM



Herramientas BIM



Herramientas BIM



Beneficios de la tecnología

- Mejor entendimiento del proyecto por parte del mandante, diseñadores y constructores
- Menores reprocesos de diseño
- Coordinación de especialidades
 - Detección de colisiones
 - Actualización periódica del modelo
- Entrega de un modelo que podrá ser utilizado por el cliente en la operación

Beneficios de la tecnología

■ Manejo de información asociada

- ☐ Definición de parámetros y asociación a elementos
- ☐ Encontrar fácilmente los elementos
- ☐ Hacer conteos o sumas de propiedades
- ☐ Creación de documentación final más fácil
- ☐ Vistas 3D con rotaciones, creación de isométricos
- ☐ Especificaciones asociadas a elementos
- ☐ Estimaciones de costo exactas
- ☐ Interoperabilidad con CAD

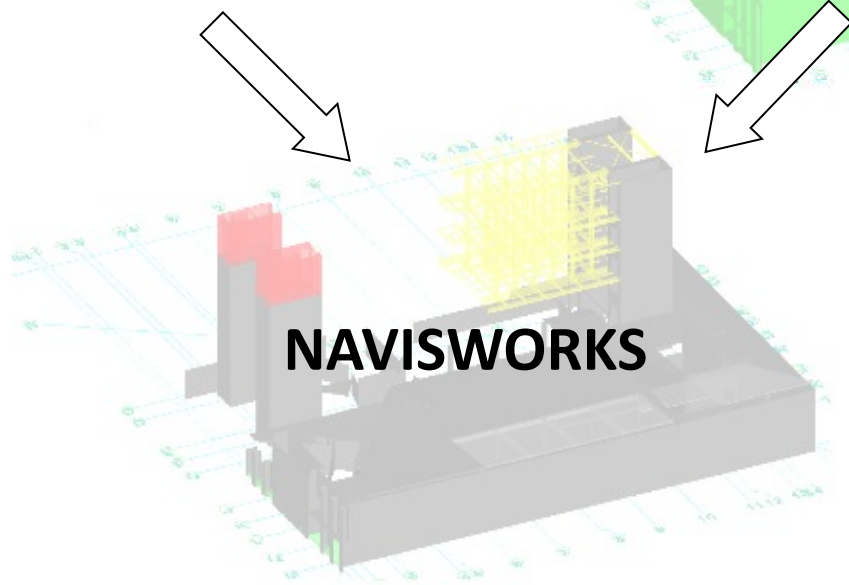
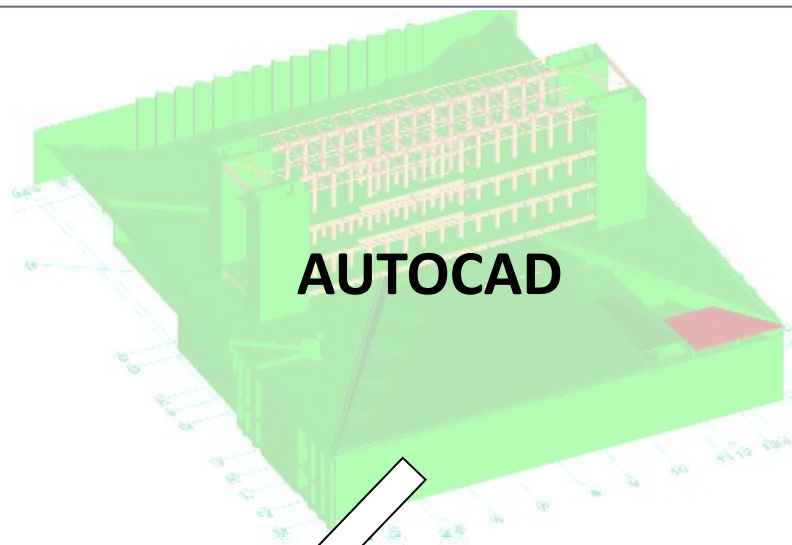
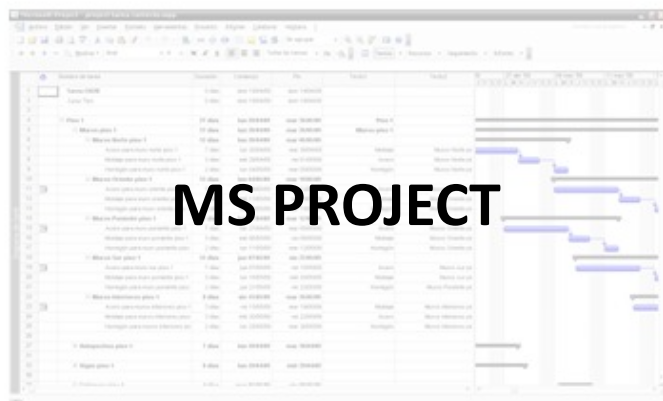
Modelamiento 4D: ¿Qué es?

- 3D es un modelo de producto, en el que se representa tridimensionalmente la obra. Permite visualizar como será la construcción final.
- A través de 4D se pueden complementar los modelos 3D, agregándole la programación de la construcción (la cuarta dimensión, el tiempo). Permite visualizar el avance en períodos de tiempo intermedios.

Modelamiento 4D: Beneficios

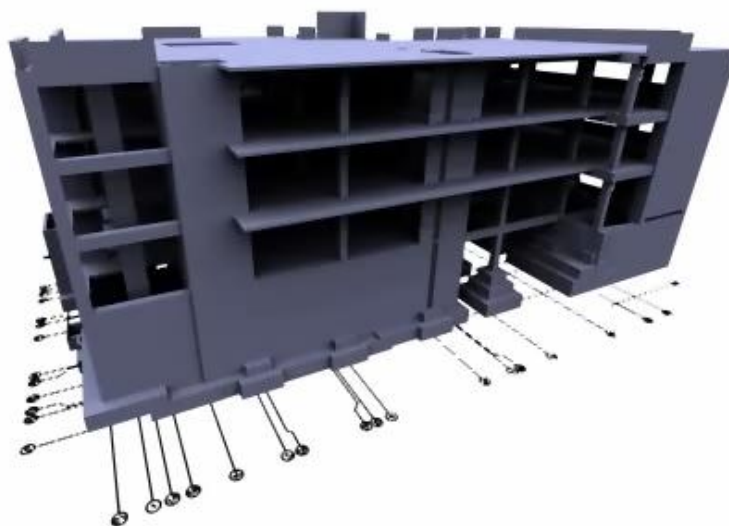
- Mejoras continuas al plan maestro
- Aumento de la transmisión de los objetivos del proyecto
- Mayor conciencia de trabajos y atrasos
- Mejor entendimiento del proyecto
- Entendimiento de riesgos presentes o por venir
- Disminución de los tiempos de reunión

Modelamiento 4D: ¿Cómo se hace?



Modelamiento 4D: Etapa 1 - Modelación 3D

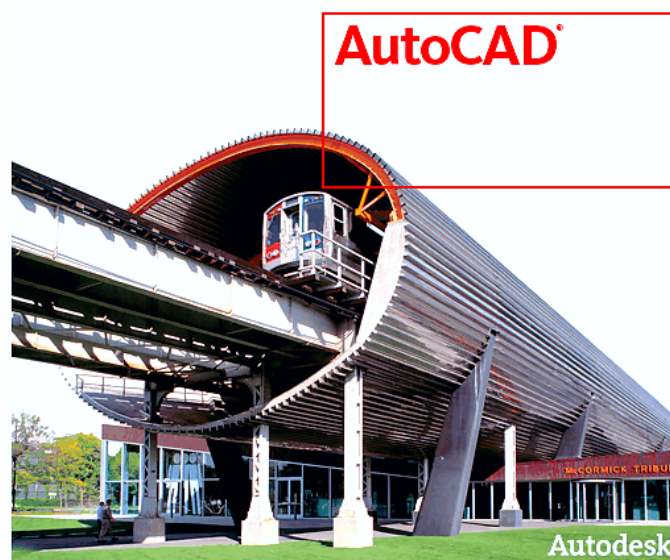
Modelación y composición en 3 dimensiones (3D), de los elementos 2D presentes en el plano.



Etapa 1 - Modelación 3D

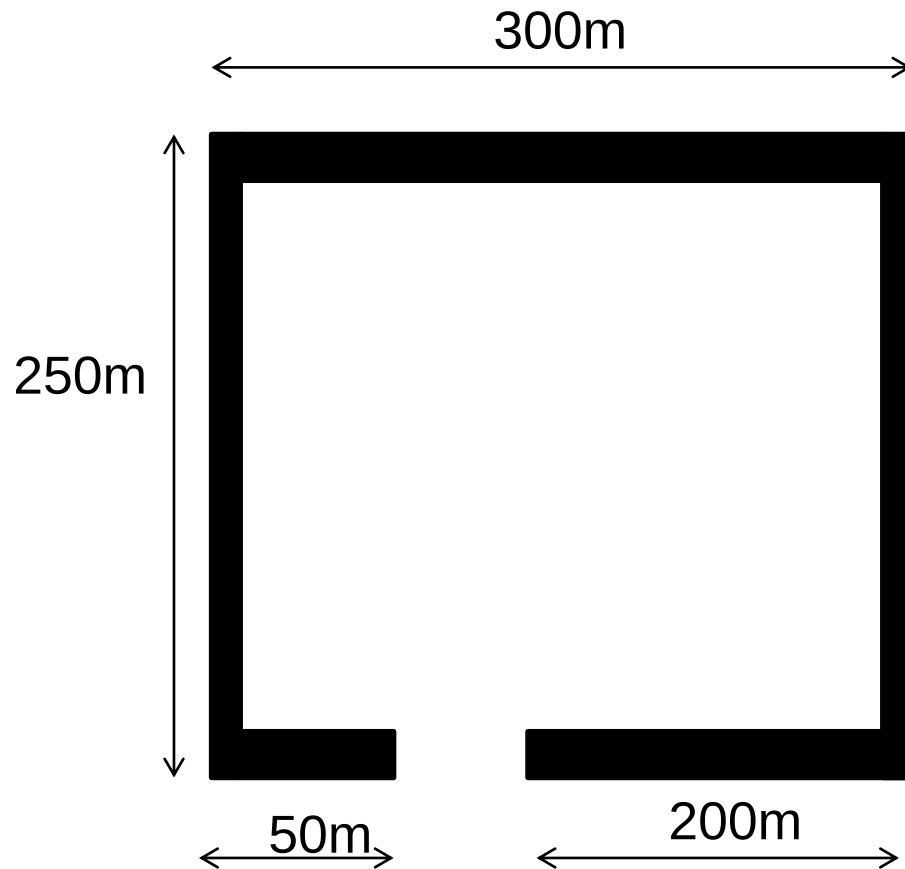
Requerimientos:

- Planos 2D (Plantas y Elevaciones)
- Planificación (o noción de cómo se construirá)
- Autodesk AutoCAD



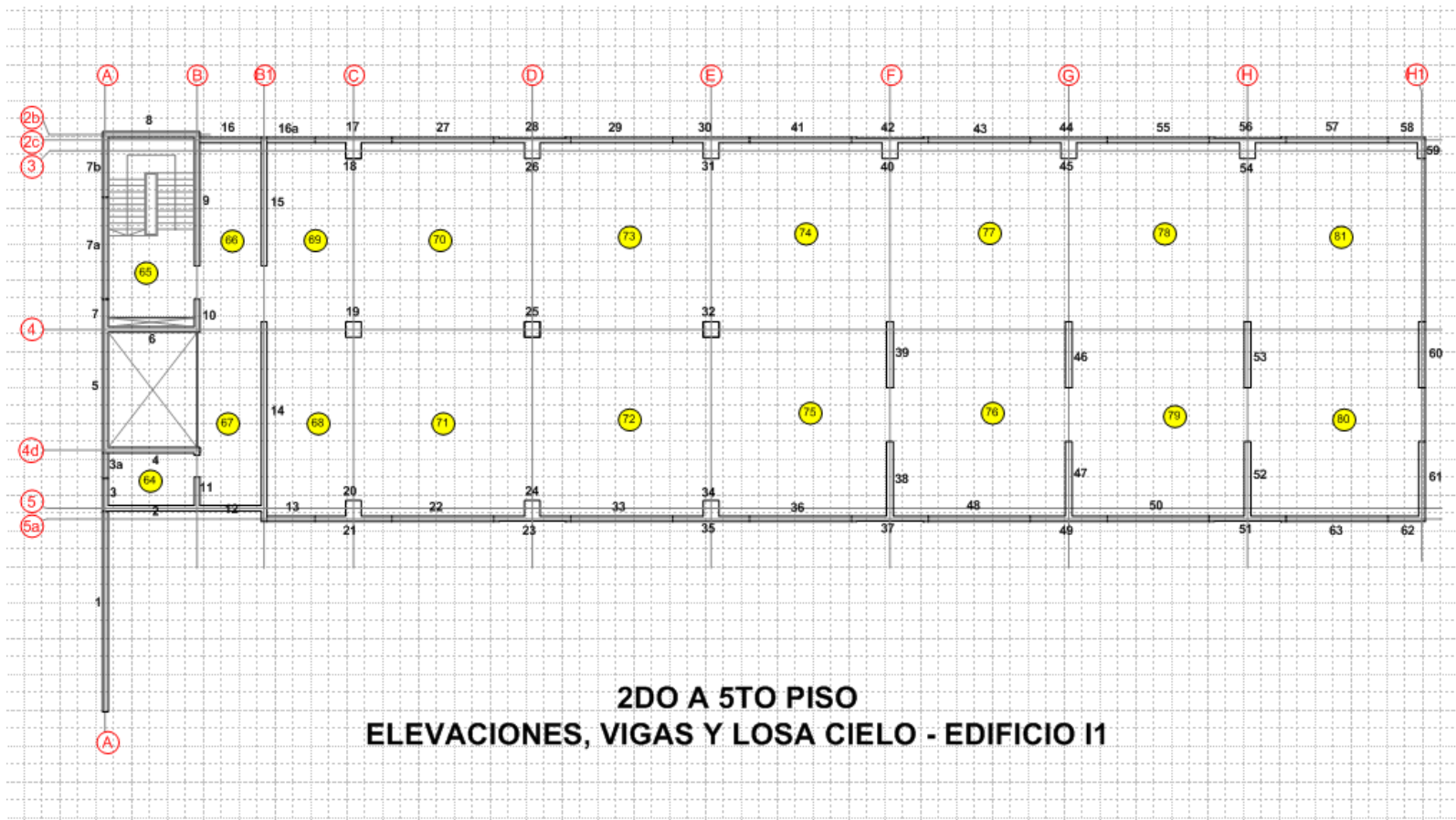
Etapa 1 - Modelación 3D: ¿Cómo dibujar en 3D?

Ejemplo n°1: Cerco de muros de hormigón



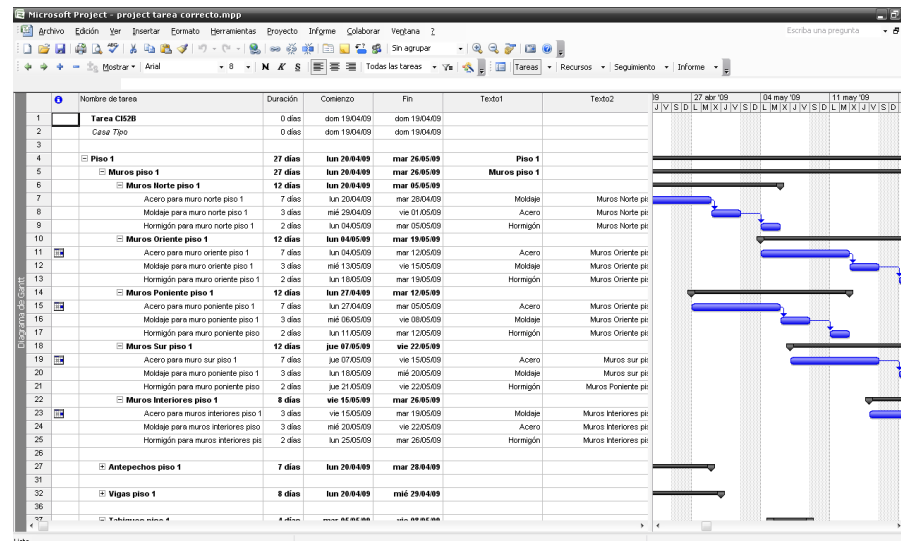
Etapa 1 - Modelación 3D: ¿Cómo dibujar en 3D?

Ejemplo n°2: Edificio de 10 pisos



Modelamiento 4D: Etapa 2 - Planificación

Se debe ajustar el programa maestro (lista de actividades y tareas del proyecto, duraciones, relaciones secuenciales, etc) a los elementos del modelo 3D



Etapa 2 - Planificación

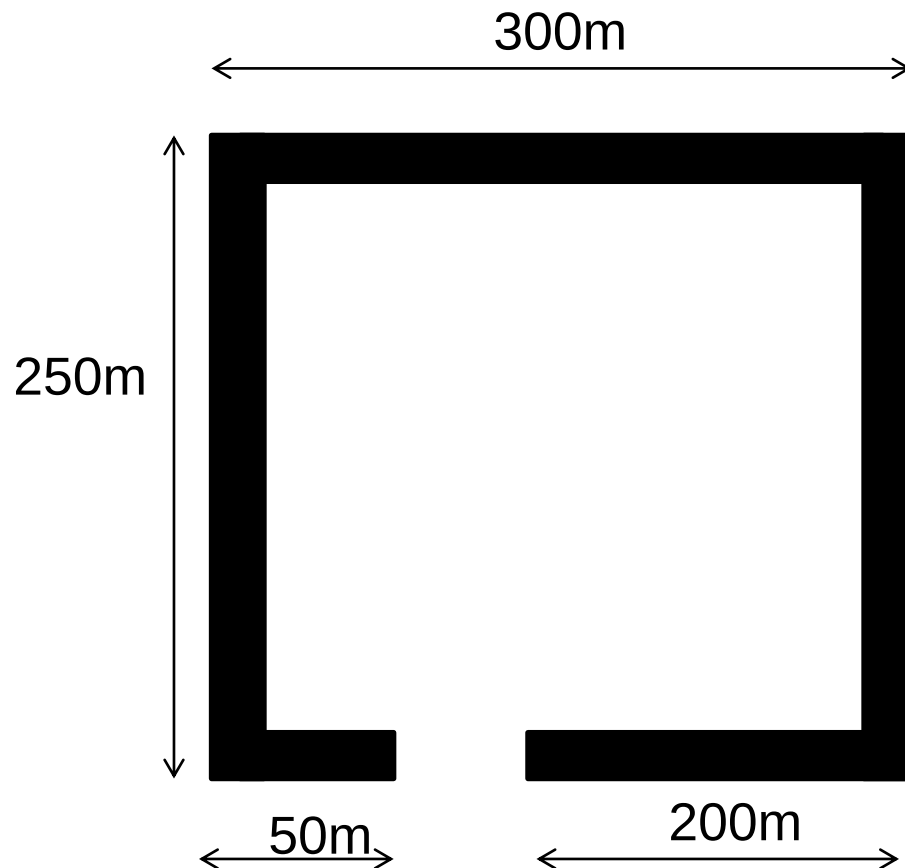
Requerimientos:

- Planificación inicial
- MS Project



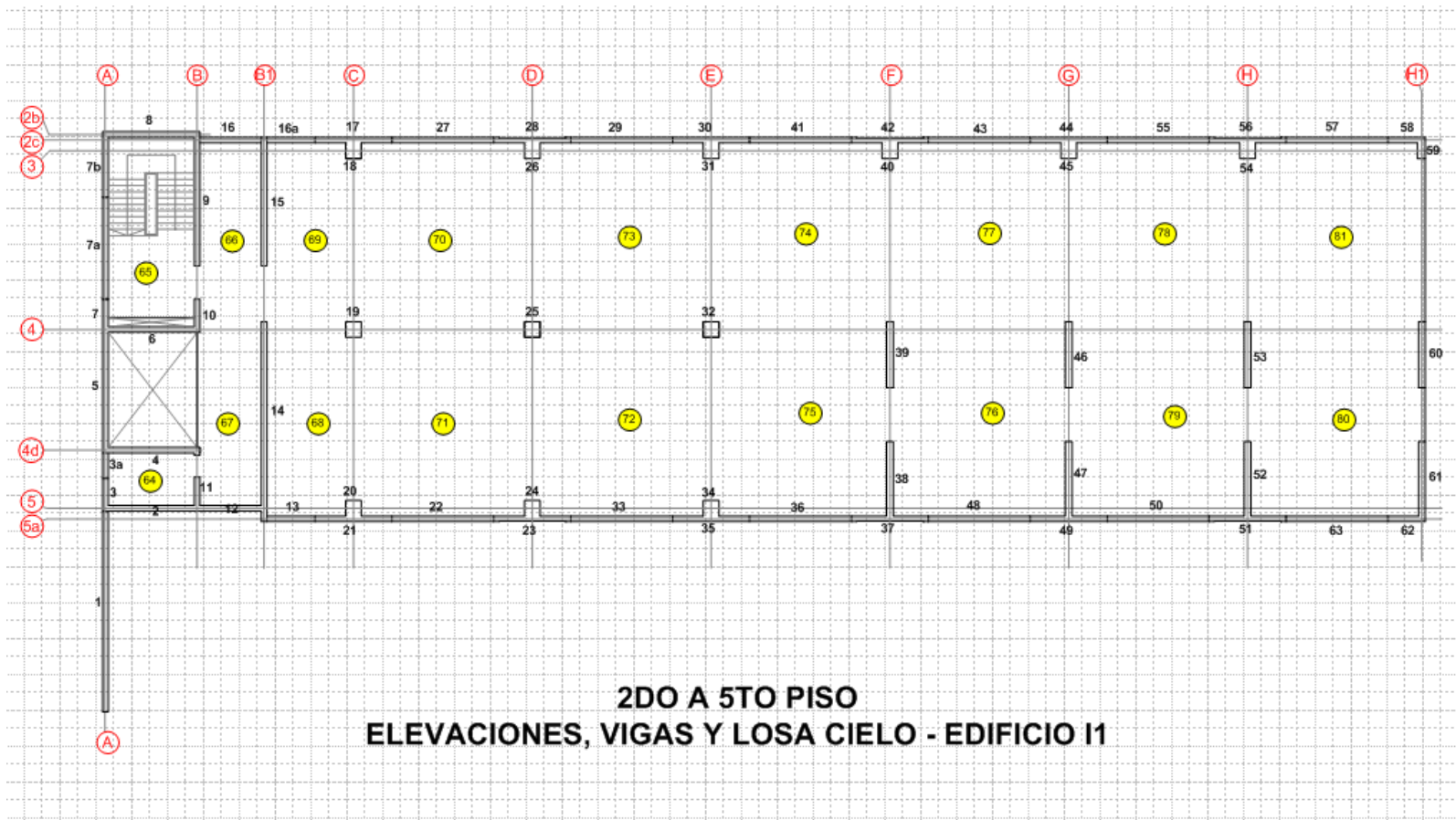
Etapa 2 - Planificación: ¿Cómo planificar para el dibujo 3D?

Ejemplo n°1: Cerco de muros de hormigón



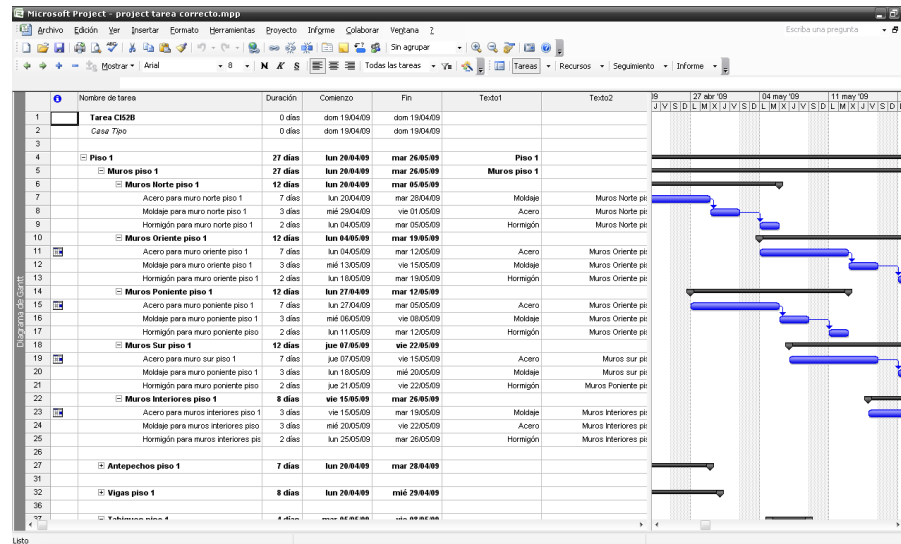
Etapa 2 - Planificación: ¿Cómo planificar para el dibujo 3D?

Ejemplo n°2: Edificio de 10 pisos



Modelamiento 4D: Etapa 3 - Modelo 4D

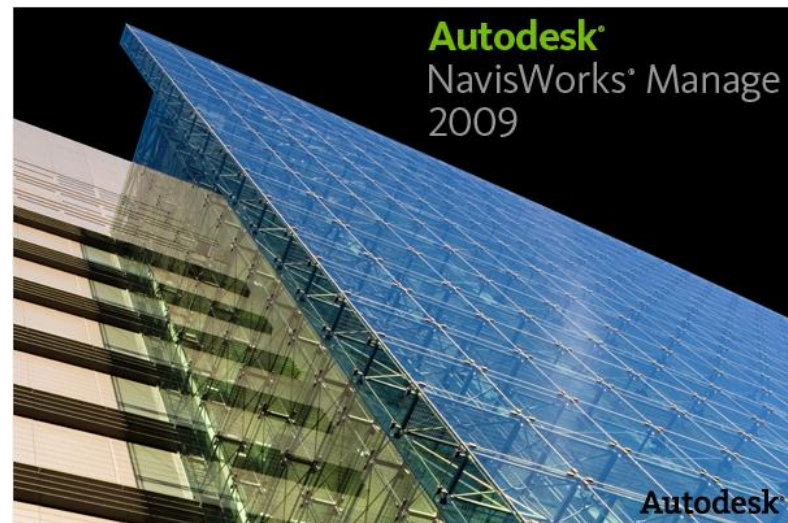
El modelo 3D del proyecto se vincula al Programa de Construcción del proyecto



Etapa 3 - Modelo 4D

Requerimientos:

- Modelo 3D
- Planificación ajustada al modelo
- Autodesk Navisworks



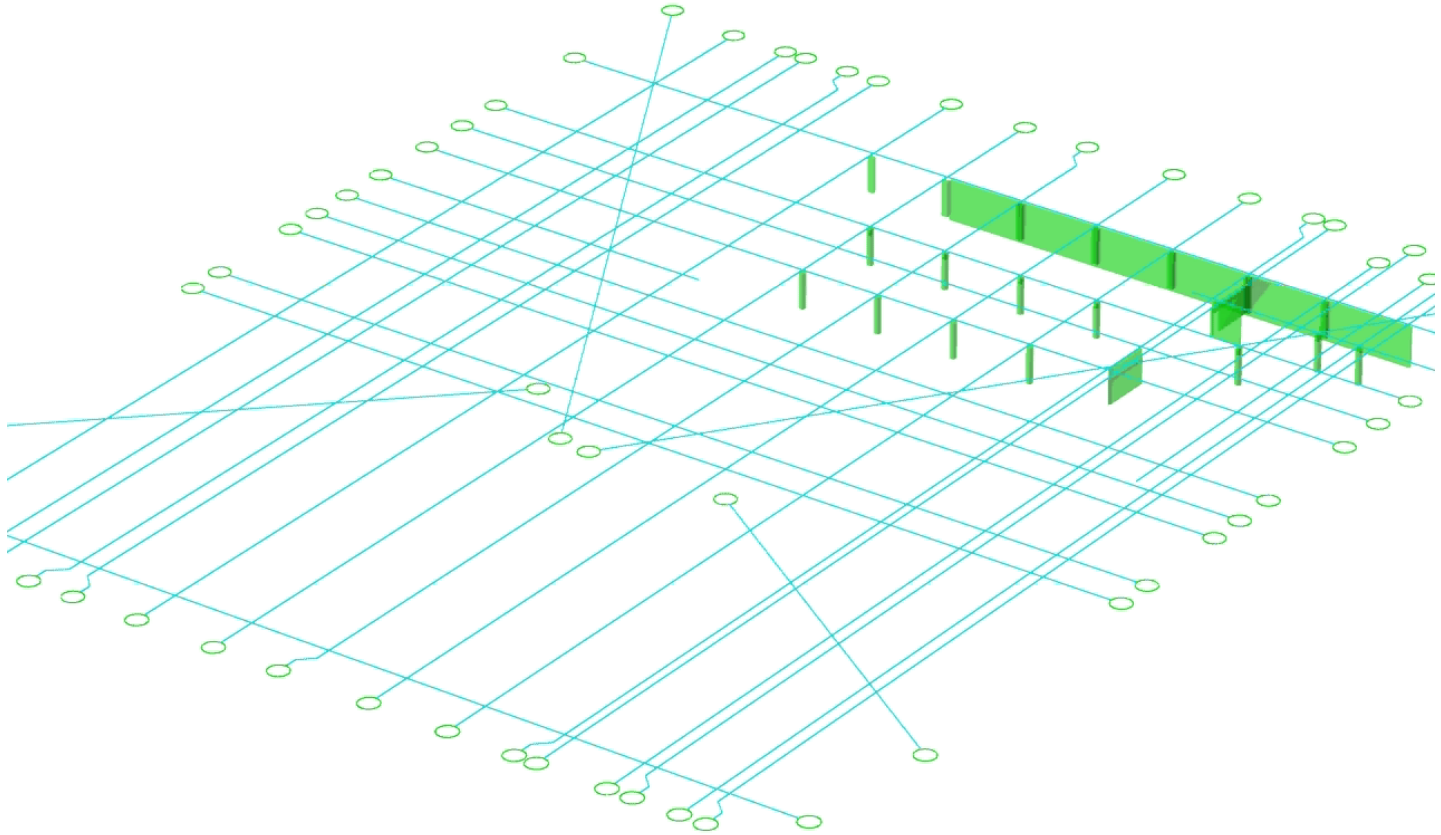
Modelamiento 4D: Iteraciones entre las etapas

En el proyecto pueden existir (existen) cambios tanto en el modelo como en la planificación

⇒ Se debe iterar entre las 3 etapas para:

- Actualizar el modelo
- Segmentar el modelo
- Mejorar el plan
- Desmenuzar el plan

Ejemplo n°1: Modelo Inicial



Ejemplo n°1: Modelo después de 3 meses de iterar

- (video: 4D museo de la memoria.mpg)

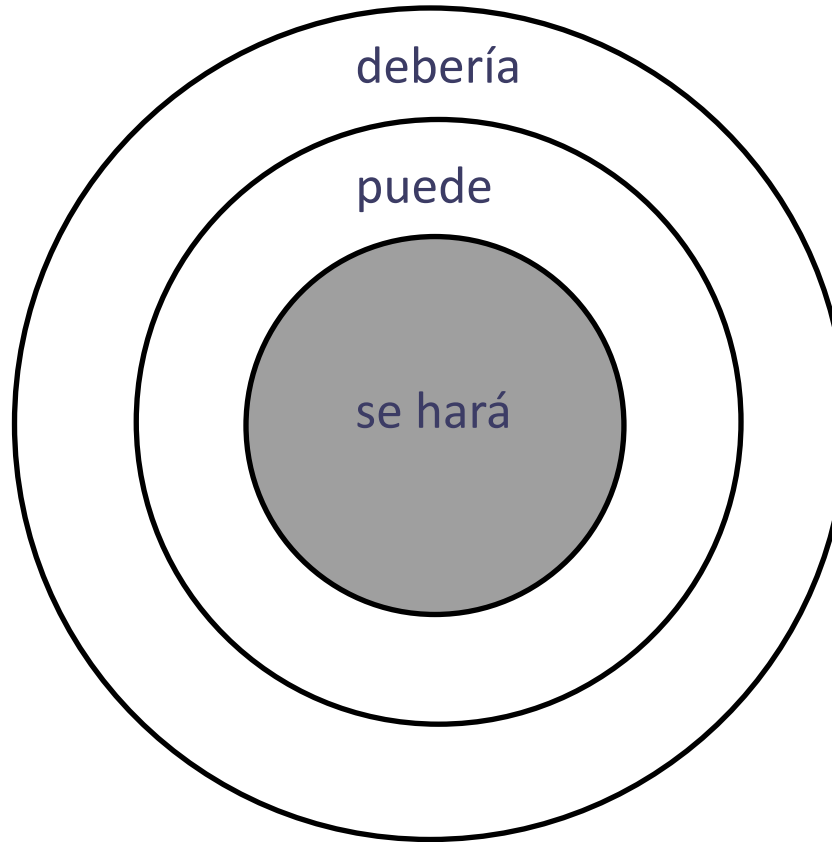
Ejemplo n°2: Modelo inicial disgregado

- (video: 4D clinica davila.mpg)

Programas necesarios

- Autodesk Navisworks Manage 2009

Last Planner System



*ALARCON, L. F., & Campero, M. (2003). *Administración de Proyectos Civiles*.

Last Planner System

- plan maestro
- programa de fase
- plan intermedio (lookahead)
- planificación semanal

Tarea n1

- Creación de modelo 4D

Próxima clase

- Creación de modelo 4D



FACULTAD DE CIENCIAS
FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
UNIVERSIDAD DE CHILE

CLASE n1: INTRODUCCIÓN A 4D

CI5502 - Planificación y Control de Proyectos

miguel mora

mimora@ing.uchile.cl