

# BIM 4D Programación de Obra

## BIM 5D estimaciones de Costos



[www.darco.com.mx](http://www.darco.com.mx)



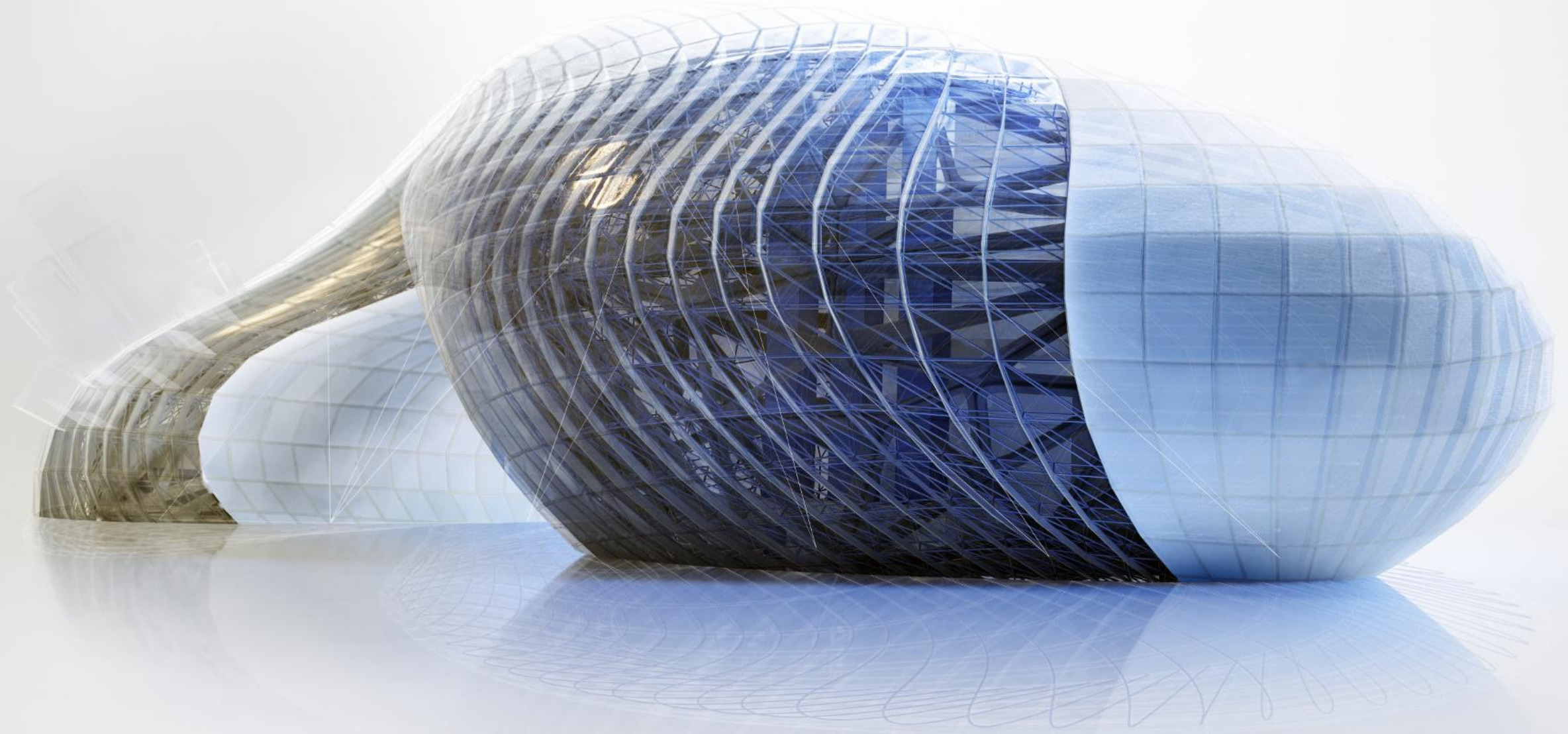
# Temas

- BIM 4D en la programación de Obra
- Simulación BIM 4D
- BIM 5D en las estimaciones de costos





# BIM 4D en la programación de Obra





## BIM 4D en la programación de obra

La programación y la planificación de las tareas involucradas en la fase de construcción es fundamental en el proceso constructivo, de esto depende obtener la calidad y eficiencia establecidas en el proyecto. Son fundamentales para una construcción de alta calidad, con seguridad y eficiencia.



<https://www.autodesk.com/autodesk-university>

### Línea de tiempo y modelo BIM

La simulación BIM 4D vincula la línea de tiempo con el modelo BIM, permitiendo:

- Visualizar como se desarrollará el proyecto.
- Realizar la comprobación de la viabilidad de las diferentes opciones que optimizarán el mismo.
- Optimizar la planificación, gestión del proyecto y ejecución en obra.
- Lograr un continuo flujo de trabajo y reducir tiempos muertos.
- Practicar secuencias (simular) cuantas veces sea necesario antes de iniciar la ejecución en obra.

## Línea de tiempo y modelo BIM

La simulación BIM 4D vincula la línea de tiempo con el modelo BIM, permitiendo:

- Conocer al instante la repercusión de los cambios.
- Comunicar de forma clara y transparente.
- Facilitar el intercambio colaborativo.
- Realizar un control y seguimiento de la ejecución de la obra.
- Descubrir problemas o conflictos espaciales antes de que comience la construcción y durante toda la duración de la fase.
- Liderar el proyecto con un claro apoyo a la toma de decisiones.
- Mantener el proyecto dentro de los objetivos de costo, tiempo, seguridad y calidad.

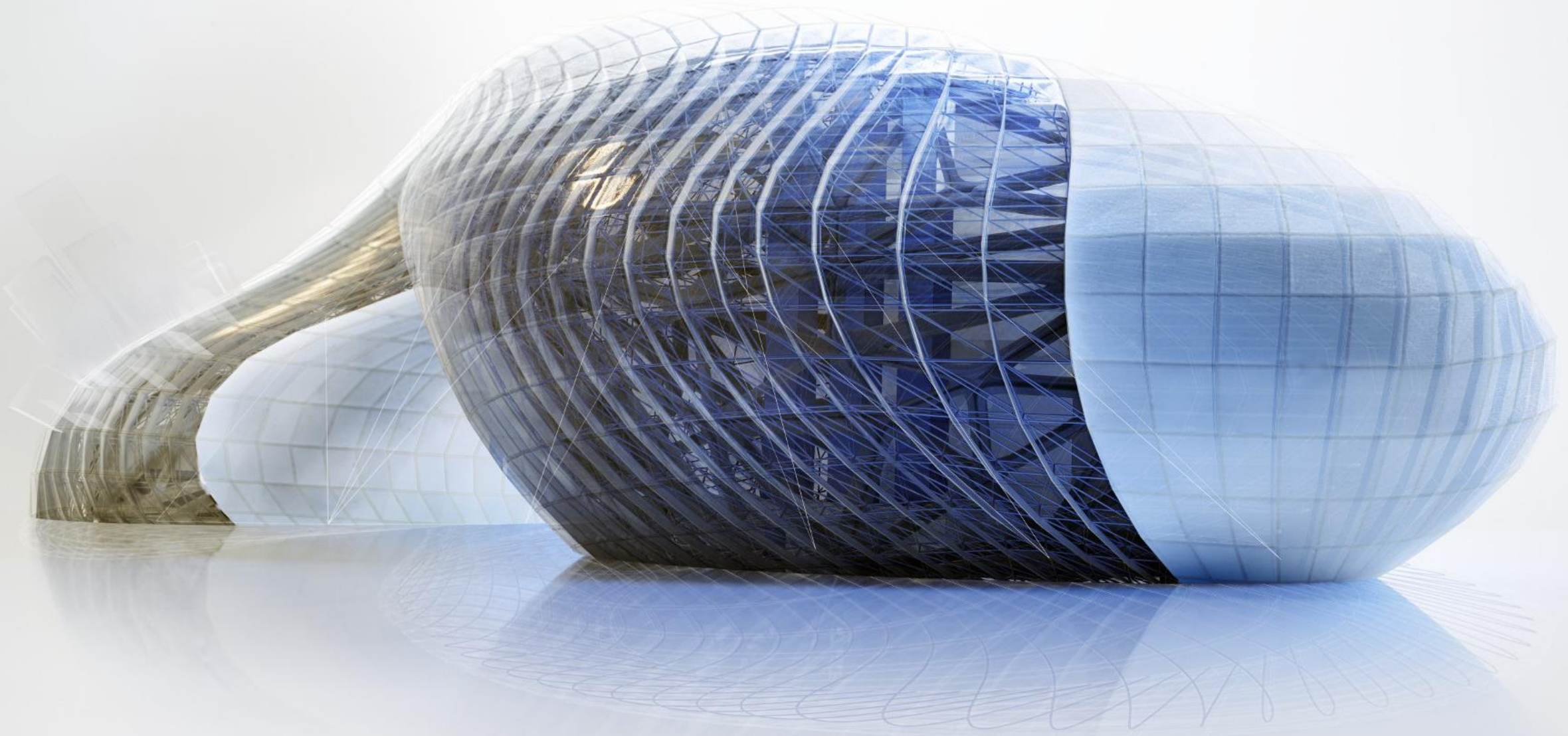
### Conclusiones

Los sistemas de planificación 4D llevan implícito el concepto de espacio-tiempo, por lo que de forma natural ayudan a planificar las actividades que transcurren de forma sucesiva en una misma zona de trabajo.

BIM 4D es una solución natural en la detección de problemas en la fase de construcción, sin embargo, no existe actualmente un programa BIM que pueda gestionar por sí sólo el modelo 3D y al mismo tiempo planificar y/o gestionar los costos u otros aspectos o subsistemas que intervienen en la construcción. Es necesario combinar distintas plataformas para obtener los resultados esperados.



# Simulación BIM 4D



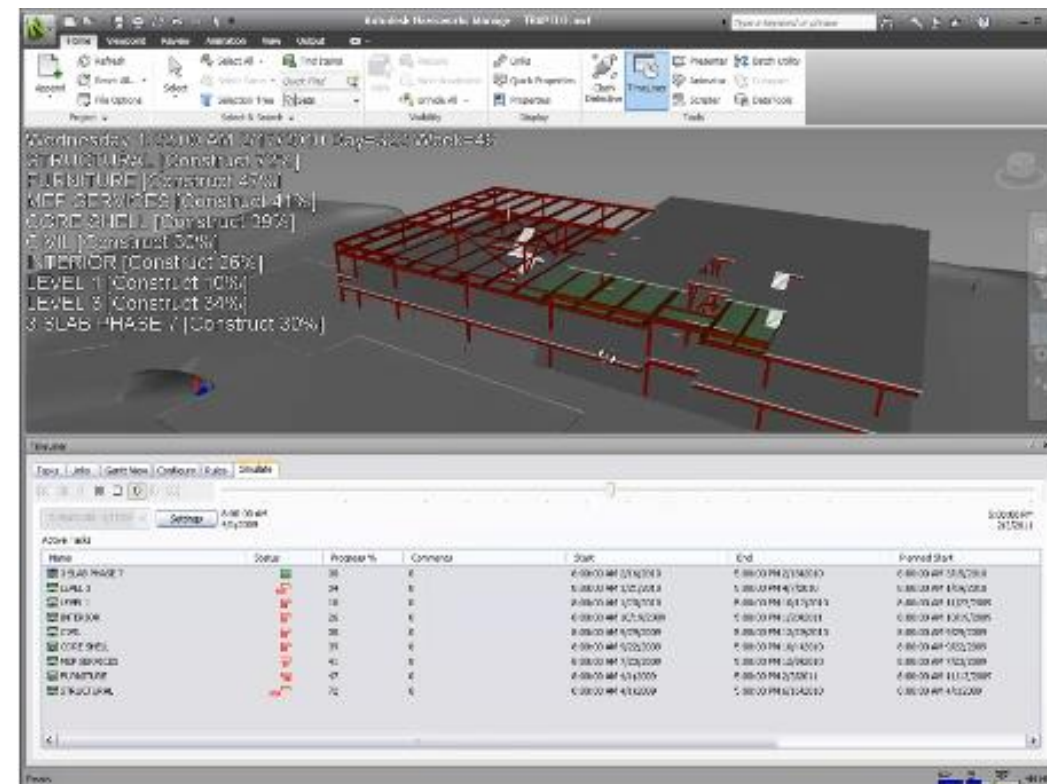
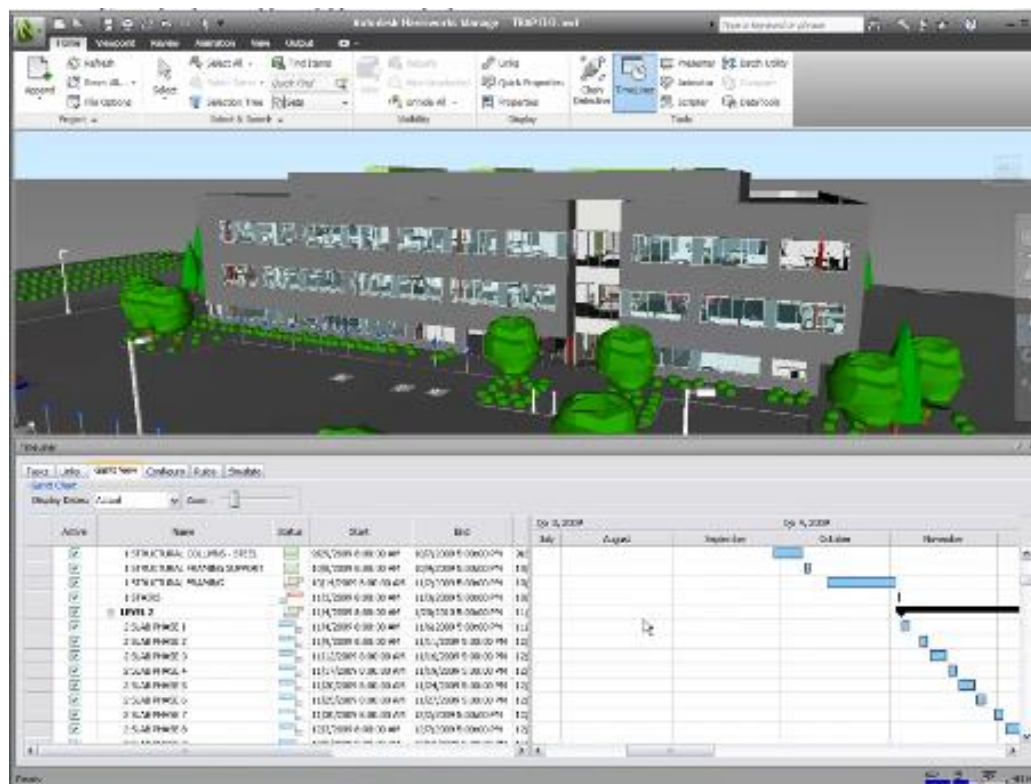


## Simulación BIM 4D

# Factores de una simulación de construcción

Los factores principales que deben ser considerados al momento de ejecutar una simulación BIM 4D:

- Factores Generales
- Modelos 3D
- Programas de trabajo



<https://www.autodesk.com/autodesk-university>

# Factores de una simulación de construcción

### Factores Generales

- Las simulaciones BIM 4D deben estar presentes desde etapas tempranas del proyecto.
- La gestión del plazo consiste en ejecutar el proyecto en el periodo de tiempo fijado. **La simulación 4D es un vínculo entre los objetos del modelo 3D y las tareas del programa del proyecto.** Es un error pensar que los modelos BIM 4D son una alternativa a la gestión del tiempo, son un complemento.
- BIM 4D requiere el intercambio de datos bidireccional y certificado con sistemas de planificación estándar.



# Factores de una simulación de construcción

### Modelos 3D

- El modelo 3D debe haber sido elaborado en una fase anterior del proyecto y la ejecución de las unidades de obra de ese modelo son las que se deben planificar.
- El modelo 3D que se modele debe incorporar la planificación o uso de la simulación 4D. Debe estar elaborado adecuadamente para el uso 4D.
- Asignar códigos compartidos entre los elementos 3D del modelo y las tareas permite la vinculación de datos de forma inteligente, rápida y precisa.

## Factores de una simulación de construcción

### Programas de trabajo

- La elaboración del programa de trabajos corresponde al responsable del cumplimiento del plazo. El programa justificará el plazo la ejecución de obra.
- El diagrama Gantt, sólo es una representación gráfica del programa de trabajo.
- Las tareas de construcción deben permitir medir el grado de avance de la obra y realizar el seguimiento del programa. Las actividades que se definan deben ser adecuadas para la asociación de los objetos 3D.
- Las actividades son estimaciones, por lo tanto, siempre estarán sujetas a cambios; menor en tareas repetitivas y mayor cuando no se cuenta con experiencia.
- Identificar el orden de ejecución de las tareas es primordial. Deben tener una secuencia lógica e interdependencia adecuadas para el proyecto.
- A cada tarea se le deben asignar los recursos que la van a ejecutar. Esto contribuirá a los procesos de simulación BIM 5D.



### ¿Qué aporta la simulación de construcción?

La simulación BIM 4D es el proceso de analizar la secuencia de actividades, sus relaciones, duraciones, recursos, etc. para generar el modelo de programación adecuado para la ejecución de la obra. Por lo tanto;

- El potencial de los modelos 4D surge, al contar con la simulación de la ejecución de la obra, así es como se puede optimizar el cronograma, analizar la ruta crítica, equilibrar los recursos, etc.
- Una vez la obra esté en marcha, la simulación 4D permitirá controlar el estado del proyecto, es decir, si va avanzando según lo previsto o presenta desviaciones respecto al plan fijado.

### Software para simulación de construcción

Independientemente del software que se use, **la planificación debe ser elaborada conforme a las buenas prácticas de gestión de proyectos.**

Algunos de los softwares de simulación 4D son:

- **Navisworks:** Permite vincular una planificación realizada con aplicaciones de gestión tipo Project o primavera, o ejecutar la vinculación dentro del propio software mediante un diagrama de Gantt. La recomendación es trabajar en un programa de gestión externo.
- **SYNCHRO:** Permite vincular la planificación realizada desde un programa externo, o utilizar la función interna del diagrama de Gantt usando el método del camino crítico; calculando el orden y los plazos asignados a las tareas. Permite crear una planificación compleja, facilitando la gestión y/o modificación desde el propio programa sin depender de terceros.
- **VICO OFFICE:** Permite realizar diagramas Gantt y gráficas de líneas de balance. Este último es utilizado en el sistema Last Planner. Compatible con Tekla Structures, Revit, ArchiCAD o formatos IFC.



## **Actividad 1: Simulación BIM 4D**

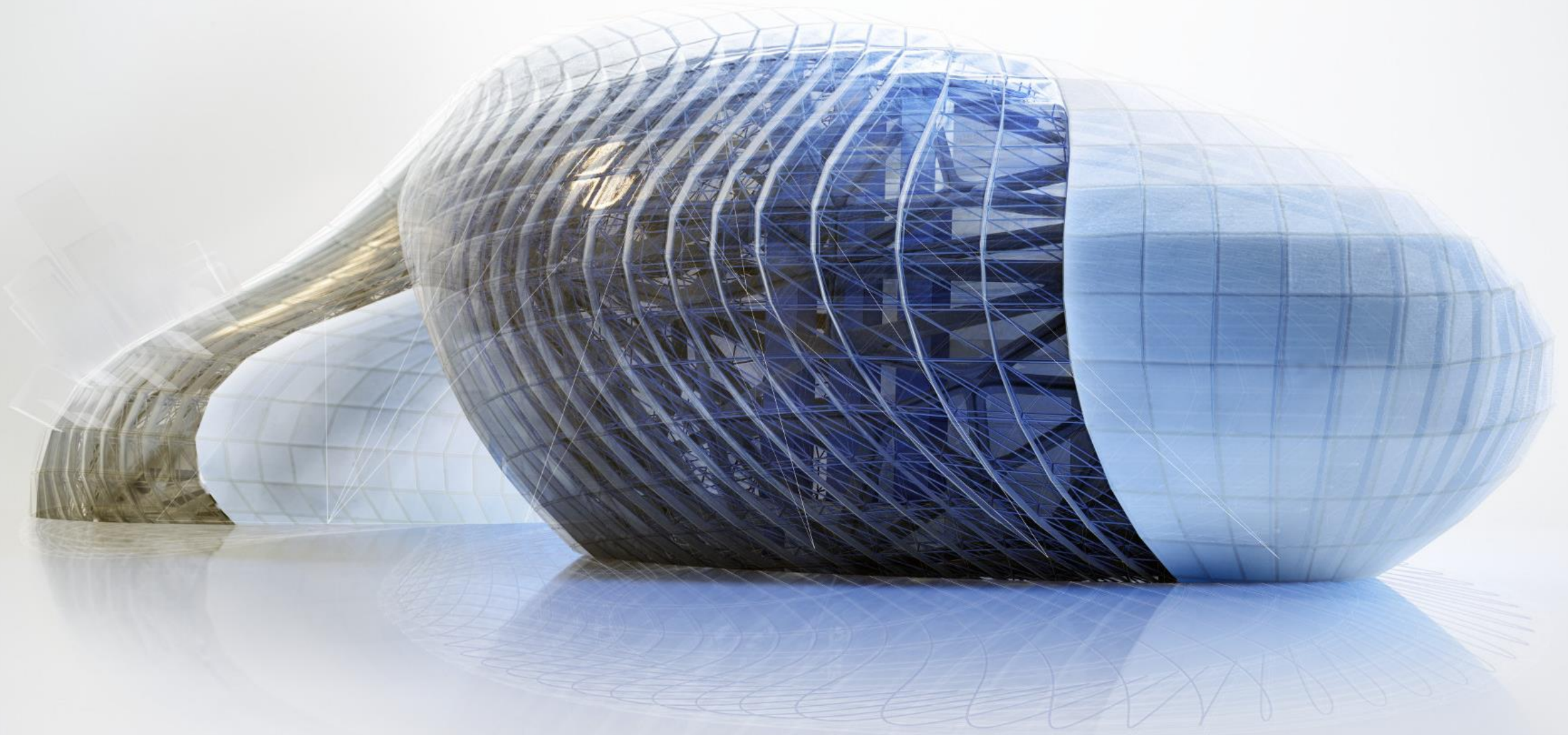
**Duración: 40 a 60 min**

**Software a utilizar: Revit, Navisworks, Ms Project**

En esta actividad:

1. El instructor demostrará un flujo de trabajo de un proceso BIM de simulación 4D:
  - Agregando a los elementos del modelo datos de la planificación enfocados a la simulación.
  - Generando un ejemplo y explicando la forma correcta de generar un cronograma de obra que esté acorde con el modelo a simular.
  - Ejecutando una simulación 4D mostrando el cronograma de construcción sobre el modelo 3D.

# BIM 5D estimación de costos





# Implicaciones de Planificación o estimaciones de costos en BIM

Es posible obtener cuantificaciones del número de elementos que constituyen un proyecto. Esto puede derivar en una estimación o planificación de costos.

Las bibliotecas de datos van creciendo durante el proceso BIM, los usuarios pueden acceder a la información para compilar planes de costos rápido. Vale la pena destacar **la previa planeación que la bases de datos requieren**, pues esto será un gran factor para mejorar la eficiencia, velocidad y confiabilidad del proceso de estimación de costos del proyecto.

**La elección de la clasificación de costos debe quedar clara desde el inicio del proyecto** para todas las partes involucradas, esto ayudará a la comprensión general del análisis de costo del proyecto.

Las simulaciones BIM 5D son una herramienta para revisar los datos desde un punto de vista de estimación de costos, y proporcionan virtualmente retroalimentación inmediata de los costos. También es una herramienta para estimar el nivel de diseño presente en el modelo BIM en cualquier momento.

### Gestión BIM de los costos

Un proyecto implica una gran cantidad de costos, los cuales se distribuyen en la ejecución de las diversas actividades. En la fase de construcción, la aplicación de la metodología BIM actúa sobre los siguientes costos:

- **Mano de obra:** Horas de trabajo de los operarios, incluidas las cargas sociales y adicionales (trabajo nocturno, factor de riesgo, etcétera).
- **Materiales:** Productos y sistemas que quedan incorporados a la obra. Normalmente incluyen el suministro a pie de obra, impuestos, gastos aduanales, etcétera.
- **Maquinaria:** Costo de propiedad (amortización e intereses), costo de funcionamiento (combustible, lubricante, operador) y costo de mantenimiento (seguros, revisiones, reparaciones, refacciones, etcétera).

### Beneficios del BIM 5D para estimaciones de costos

- Vincular costos al modelo 3D, los cuales nos proporcionarán datos sobre las estimaciones precisas de costos.
- Modificar en tiempo real directamente sobre el diseño, mostrando cada evaluación y corrección a todos los agentes implicados.
- Establecer la cantidad de materiales o equipos necesarios para la construcción.
- Obtener datos precisos de costos desde la fase inicial de diseño.
- Actualizar el presupuesto con relación a los costos, gestionando con mayor exactitud los presupuestos constructivos.
- Generar mediciones de manera automática.
- Monitorear los costos de cada etapa del proyecto, desde el diseño hasta las fases de ejecución, construcción, explotación y mantenimiento.
- Realizar el seguimiento de las inversiones en toda la obra.
- Eliminar gastos inesperados.
- Tomar decisiones verdaderamente informadas.



### Modelos para BIM 5D

Las simulaciones BIM 5D tienen una gran ventaja al generar estimaciones del presupuesto, ya que estos se derivan de los mismos elementos que conforman el modelo, por lo cual, una modificación en los modelos significa una actualización en los costos estimados.

Sin embargo, **no todos los elementos auxiliares del proceso constructivo se modelan**, por ejemplo, los encofrados; por lo que se debe **considerar y añadir las partidas correspondientes a los elementos del modelo**.

### Recomendaciones para los Modelos para BIM 5D

- Analizar los elementos 3D que requieren ser modelados, y distinguirlos de aquellos que puedan auxiliarse de un parámetro o atributo para ser cuantificados.
- Establecer normas respecto a los estándares de la construcción del modelo y nomenclatura de ficheros, con el objetivo de que los modelos sirvan como base para estimar cantidades, recursos y programaciones de obra para contratistas, subcontratistas y fabricantes.
- Utilizar el modelo federado para la simulación 5D, manteniendo la autoría y responsabilidad independiente de cada modelo.
- A la hora de extraer mediciones se debe tener claro cuáles serán extraídas directamente de elementos modelados geoméricamente, y cuáles de los datos y metadatos.

### Recomendaciones para los Modelos para BIM 5D

- La generación de presupuestos comienza leyendo los elementos, materiales y atributos que influyen en la medición desde el modelo, para asociar los ítems a las partidas de la base de precios y así adaptar los textos y descripciones a la realidad del proyecto que se está presupuestando.
- Tomar en cuenta que algunos elementos del modelo 3D tienen la complejidad de estar compuestos por capas, subelementos o piezas más básicas.
- La estimación de costos requiere la experiencia de un analista de costos.
- La extracción de datos del modelo es proporcional al proceso de alimentación de estos.



### Software para las estimaciones BIM 5D

La tecnología BIM es una gran herramienta para optimizar la productividad de los estimadores de costos mediante la extracción de cantidades del modelo, especialmente **si el equipo de construcción y diseño trabajan en un entorno colaborativo**. Existen softwares para gestión 5D. Los más empleados son:

- **Presto Cost-It:** Es un plug-in que se adapta al programa Revit. Entre otras funciones, proporciona sistemas de sincronización con el modelo y el presupuesto. Además, incluye gráficamente la información del presupuesto en el propio modelo.
- **Cype Arquímedes:** Es un programa para la elaboración de presupuestos y mediciones en edificios y construcciones civiles. La quinta dimensión BIM se puede aplicar a través del módulo presupuestos y mediciones de modelos de Revit. Este módulo, accesible a través de Arquímedes, conecta directamente con el programa de Autodesk permitiendo trabajar de forma simultánea.

## Software para las estimaciones BIM 5D

- **Assemble:** Gestiona modelos BIM, dibujos y nubes de puntos. Realiza revisiones de diseño, gestión de licitaciones, cálculo de materiales, gestión de cambios, estimaciones, etc.
- **Navisworks:** Permite generar mediciones automáticas instantáneas al aplicar una asignación en los costos. Mide líneas, áreas, cantidades desde una vista 3D. Permite la exportación de datos en formato Excel.

Es importante mencionar que los indicadores de desempeño durante la fase de ejecución de la obra permiten prever el resultado probable del proyecto en cuanto a costos y tiempo.

## Norma Técnica MIC acerca de la simulación de construcción 4D y el 5D

En México, aún no existen referencias puntuales en los proyectos de infraestructura que están iniciando o en proceso de aprobación, sobre cómo se aplicará la norma técnica.

La Norma técnica MIC (Modelado de Información de la Construcción), indica en las disposiciones generales que el formato de solicitud PPI, según el proyecto, debe incluir modelos 4D y 5D, especificando lo siguiente:

- **Modelo BIM 4D.** Un modelo BIM desarrollado con una dimensión adicional a la 3D, el tiempo. También se le conoce como simulación 4D o planeación 4D.
- **Modelo BIM 5D.** Un modelo BIM desarrollado con una dimensión adicional a la 4D (o 3D), la información de costos.



# Norma Técnica MIC acerca de la simulación de construcción 4D y el 5D

La norma técnica MIC en las secciones II y III determina la utilización de los usos BIM 4D y 5D para apoyar la revisión de los avances del proyecto tanto en tiempos como en costos.

## Sección II. Planeación (Norma MIC)

- iii. Identificación del presupuesto asignado en relación con los componentes del Proyecto MIC a lo largo de la etapa de ejecución, mediante un modelo BIM 5D.
- iv. Identificación de la secuencia anual de construcción o equipamiento para los componentes del Proyecto MIC a lo largo de la etapa de ejecución, mediante un MIC4D.
- v. Calendarización mensual de avances físicos y financieros, para el ejercicio en curso conforme a la asignación presupuestal, mismos que deben ser congruentes con el programa de ejecución registrado para el ejercicio fiscal que se trate. Estas actividades se deberán realizar por medio de modelos BIM 4D y 5D.

# Norma Técnica MIC acerca de la simulación de construcción 4D y el 5D

## Sección III. Elaboración y seguimiento de los avances físicos y financieros

- Los informes serán presentados con información automatizada y actualizada respecto a los avances logrados al momento del requerimiento, obteniendo una comparativa entre el avance planificado y el avance real, haciendo visible y cuantificable dicho avance o desviación en todos los componentes del Proyecto MIC, mediante un ECD.
- Para llevar a cabo la instrumentación de MIC en los informes de avances físicos y financieros se usará la Norma Oficial Mexicana aplicable; a falta de ésta, se deberá usar una Norma Mexicana o Estándar aplicable; y a falta de estas últimas, se deberá usar alguna Norma Internacional aplicable. Lo anterior conforme a la Ley de Infraestructura de la Calidad.
- A continuación, se señala de manera enunciativa más no limitativa la documentación normativa, de estándares o de artículos en los que se sugiere utilizar la aplicación homogenizada de MIC en un proyecto, específicamente para:

Estimación de cantidades y costos  
Planificación de fases

# Norma Técnica MIC acerca de la simulación de construcción 4D y el 5D

## Estimación de cantidades y costos Norma técnica MIC

Específicamente en la Norma técnica MIC se indica, BIM puede proporcionar efectos en los costos de adiciones y modificaciones, con el potencial de ahorrar tiempo y dinero y es más beneficioso en las primeras etapas de diseño de un proyecto.

Tomando como base que se debe partir de un modelo 3D que tenga información gráfica y de datos específica relacionada con costos y cronogramas de construcción, se plantea que los modelos deben facilitar a los dueños e interesados en el proyecto la toma de decisiones económicas valiéndose de los procesos enfocados en BIM para extraer información valiosa, además los cambios que requieren modificar los presupuestos deben visualizarse en los modelos para que los tomadores de decisiones logren una comprensión clara del resultado final, en caso de que las decisiones económicas requieran hacer modificaciones en el proyecto. Además, la dedicación de los encargados del proyecto puede centrarse en trabajar en la preparación para los procesos constructivos evaluando diferentes escenarios que les permiten ver la manera de optimizar la logística, reducir costos y tiempos en la construcción, controlar el desperdicio de materiales, manteniendo o mejorando la calidad del proyecto.



# Norma Técnica MIC acerca de la simulación de construcción 4D y el 5D

## Planificación de fases Norma técnica MIC

En la Norma técnica MIC, se describe que el modelado 4D es una poderosa herramienta de visualización y comunicación que puede brindar al equipo del proyecto, incluido el propietario, una mejor comprensión de los hitos del proyecto y los planes de construcción.

Un plan de ejecución BIM enfocado a la construcción debe considerar que los modelos deben ir evolucionando a medida que el proceso de diseño se va definiendo y la planificación de la construcción comienza, lo cual debería suceder desde las etapas iniciales, es decir desde el anteproyecto, por lo tanto, se observa que la norma técnica MIC considera que la variable del tiempo también debe incluirse desde una etapa muy temprana en el proyecto y los cronogramas deben ir evolucionando junto con los modelos. La logística de la construcción también debe planearse con base a los espacios disponibles a medida que el diseño va ocupando espacio, por lo tanto, los modelos 3D deben contener la información gráfica necesaria para que se pueda planear de manera anticipada como se gestionarán los espacios, se resolverán conflictos relacionados con los espacios donde trabajan las personas, procesos de carga y descarga de materiales, ensamblaje de piezas pre fabricadas y por supuesto la simulación de la construcción basada en un cronograma que pueda irse actualizando, etc.

## **Actividad 2: Simulación BIM 5D**

**Duración: 30 min**

**Software a utilizar: Navisworks, Ms Project**

En esta actividad:

1. El instructor demostrará un flujo de trabajo de un proceso BIM de simulación agregando estimaciones de costos:
  - Agregando a las actividades del cronograma costos de mano de obra, maquinaria y materiales.
  - Realizando una actualización de los datos del cronograma en la simulación de construcción.
  - Ejecutando una simulación 4D mostrando los costos aplicados a las actividades.

## Referencias:

Vozzola Mariapaola, Gregorio Cangialosi, Massimiliano Lo Turco. (2011). BIM Use in the Construction Process. Torino, Italy: Dept. of Building Engineering and Territorial Systems.

Krueger, K. (2013). What BIM means to the construction process. UK: London: E&F N Spon

Frederick S. Merritt & Jonathan T. Ricketts. (2001). Building Design and Construction Handbook. United States: McGraw-Hill.

Holzer, Dominik. (2015). The BIM Manager's Handbook. United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd..

Eynon, John. (2016). Construction Manager's BIM Handbook. United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd..

Dana K. Smith, Michael Tardif. (2009). Building Information Modeling - A Strategic Implementation Guide. United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd..

Chuck Eastman, Paul Teicholz, Rafael Sacks, Kathleen Liston. (2011). BIM Handbook. United Kingdom: John Wiley & Sons Ltd.



32 años haciendo Arquitectura y Diseño Digital



#### Specialization

Architecture, Engineering &  
Construction  
Media & Entertainment

#### Certification

Building  
Civil Infrastructure

#### Value Added Services

Authorized Training Center  
Authorized Certification  
Center

[www.darco.com.mx](http://www.darco.com.mx)







32 años haciendo Arquitectura y Diseño Digital



[www.darco.com.mx](http://www.darco.com.mx)



55453550



5534689403



[darco@darco.com.mx](mailto:darco@darco.com.mx)



[/darcocontigo](https://www.facebook.com/darcocontigo)



[/darcocontigo](https://www.instagram.com/darcocontigo)



[@DarcoContigo](https://twitter.com/DarcoContigo)



[in/darcocontigo](https://www.linkedin.com/company/darcocontigo)



[/DarcoContigo](https://www.facebook.com/DarcoContigo)



[/user/darcocontigo](https://www.youtube.com/user/darcocontigo)



32 años haciendo Arquitectura y Diseño Digital



[www.darco.com.mx](http://www.darco.com.mx)