



Sosa Pedroza, Tomás (2017).
(<https://orcid.org/0000-0002-4050-7741>)

Poó Rubio, Aurora Minna (2017).
(<https://orcid.org/0000-0001-7770-029X>)

La integración digital de la información, del proyecto ejecutivo a la construcción de la obra.
p. 79-92

En:
BIM en la construcción / coordinadores: Aurora Minna Poó Rubio y Jorge Rodríguez-Martínez.
México: Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Azcapotzalco, 2017.

Fuente: ISBN 978-607-28-1305-1.
Relación: <http://hdl.handle.net/11191/5782>



<https://www.azc.uam.mx/>



<https://www.cyad.online/uam/>



<http://procesos.azc.uam.mx/>



<https://administracionytecnologiaparaeldiseno.azc.uam.mx/>



<http://zaloamati.azc.uam.mx>



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como

Atribución-NoComercial-SinDerivadas

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

D.R. © 2016. Universidad Autónoma Metropolitana. Se autoriza copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato, siempre y cuando se den los créditos de manera adecuada, no puede hacer uso del material con propósitos comerciales, si remezcla, transforma o crea a partir del material, no podrá distribuir el material modificado. Para cualquier otro uso, se requiere autorización expresa de la Universidad Autónoma Metropolitana.



Arq. Tomás Sosa Pedroza

Universidad de Autónoma Metropolitana, México
tesp@correo.azc.uam.mx

Dra. Aurora Minna Poó Rubio

Universidad de Autónoma Metropolitana, México
pram@correo.azc.uam.mx - dra.aurora.poo@gmail.com

06

LA INTEGRACIÓN DIGITAL DE LA INFORMACIÓN,
DEL PROYECTO EJECUTIVO A LA CONSTRUCCIÓN
DE LA OBRA

LA APLICACIÓN DE BIM EN LA OBRA, UNA NECESIDAD NO RESUELTA EN LA PRAXIS ARQUITECTÓNICA CONTEMPORÁNEA INTRODUCCIÓN

La herramienta administrativa de construcción llamada Building Information Modeling (BIM por sus siglas en inglés) es un método de vanguardia que facilita el control administrativo de la edificación arquitectónica en su etapa de construcción, y que a pesar de los esfuerzos que se realizan en el entorno profesional mexicano de la ingeniería y arquitectura, en la actualidad ha penetrado de forma muy somera en el entorno constructivo nacional. Derivado del desconocimiento por parte de los constructores sobre los aportes de esta nueva herramienta y derivado de la normatividad vigente que impone muchos candados para su aplicación, el concepto BIM es todavía una aplicación poco explotada.

El acercamiento directo a la obra de esta nueva herramienta digital de planeación y de control, daría una administración más eficiente y por consecuencia resultados finales de tiempo, calidad y costo mas apegados a las metas iniciales establecidas en el proyecto ejecutivo y a los objetivos financieros del usuario promotor de la obra. Una fórmula de acercamiento de la herramienta B. I. M. a la administración de la obra podría ser la reestructuración de los vigentes organigramas de ejecución, modificando tanto organización interna como las responsabilidades técnicas y administrativas de cada uno de sus integrantes.

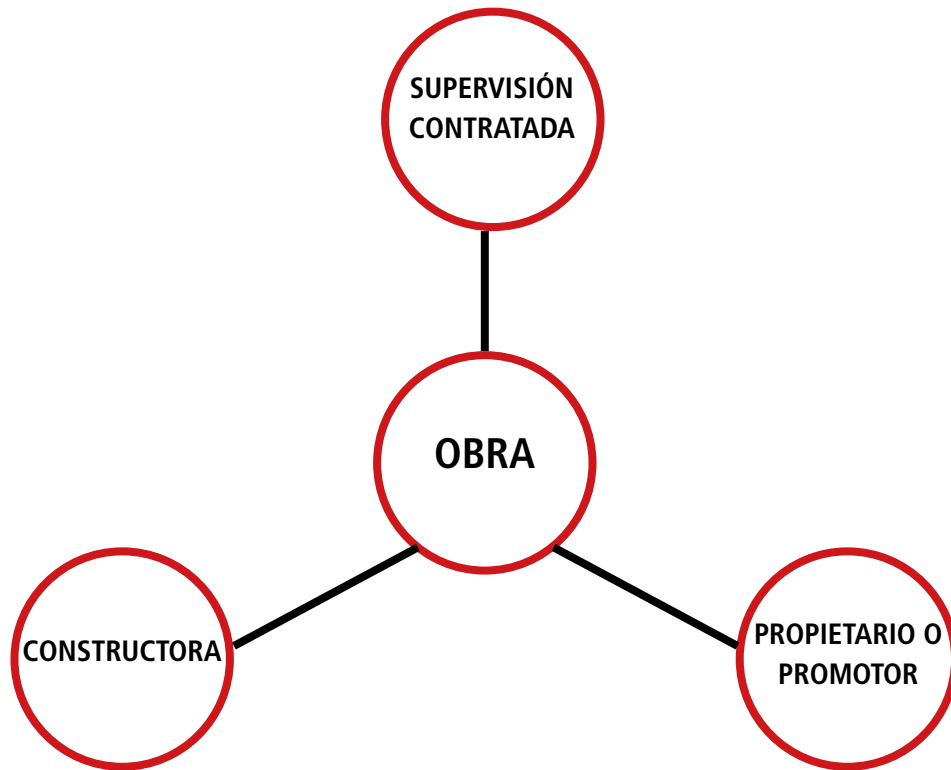


Figura 6.1 Esquema de trabajo.

A pesar de que en el entorno mexicano del diseño y la construcción la mayoría de las empresas se ocupan de aprovechar métodos de vanguardia en sus procesos, tanto tecnológicos como administrativos, a la fecha el concepto B.I.M. apenas está en etapas incipientes de aplicación, y es por eso que es nuestra intención para esta ponencia es hacer una exploración de este nuevo concepto administrativo para el control de la praxis arquitectónica y en específico en el control de la ejecución en obra del proyecto planeado.

Debido a que la etapa que consume el mayor porcentaje de los recursos financieros totales que el cliente destina para su proyecto es la construcción, llegando a ser por promedio de 80% a 85% para la construcción y contrastando el restante con el destinado para el diseño y documentación legal que llega a ser entre 10 a 12%, el manejo administrativo eficiente se convierte en una necesidad imperante, pero que en las prácticas actuales es mas bien lo contrario.

Al día de hoy en la práctica constructiva mexicana se encuentra un desfase bastante notorio entre las aplicaciones administrativas utilizadas con métodos tradicionales fundamentados en documentos escritos, con los métodos actuales fundamentados en las nuevas tecnologías digitales. Las empresas constructoras aplican en la actualidad métodos administrativos que convierten al control de la obra en rutinas lentas, poco claras y escasamente eficientes lo que repercute en resultados de obra finales con variantes peligrosas en relación a lo presupuestado.

Al aplicarse nuevos métodos administrativos fundamentados en programas digitales de planeación y de control se lograrían resultados finales de obra con menores márgenes de error, más expeditos en su divulgación y más apegados al presupuesto original. A través del Modelado de Integración de la Información (BIM) en su empleo como herramienta administrativa y de

control se pretende concentrar con un lenguaje digital común la información resultante de todos los componentes de los que consta el proyecto ejecutivo, y que en las inercias actuales de trabajo de las obras se representan generalmente en papel. Al convertir la información concentrada en el proyecto ejecutivo a un lenguaje digital, su interpretación y confrontación entre sí se convierte en una herramienta mas expedita y de mayor precisión, y además se convierte en un instrumento mas manejable por las partes involucradas en la construcción de la obra como son el constructor, el promotor y el supervisor.

En este mismo sentido, es importante resaltar lo ya mencionado, de que en razón de la cantidad de recursos por administrar durante el desarrollo de la obra, tanto materiales como humanos pero sobre todo financieros, es obligado imponer condicionantes de orden, de claridad, de honestidad y legalidad que solo mediante procesos acordados previamente por todos los involucrados es posible lograrlos. Solamente con una estructura organizacional bien definida y prestablecida, se puede garantizar esta claridad en el manejo de los recursos financieros aportados por el promotor de la obra, en donde los diferentes actores ejecuten sus roles especificados con antelación de forma específica y eficiente.

Esta intención se busca a través de una estructura organizacional de obra de aplicación muy común por las empresas de nuestro país, tanto para obra pública o privada que demandan condicionantes de ejecución y de control muy estrictas generadas, por su naturaleza financiera básicamente:

- Normatividad incidente mas abundante.
- Cantidad de obra a ejecutar es de mayor volumen.
- Métodos de control mucho mas estrictos.
- Transparencia mas exigida en el manejo de los bienes.

Cliente: El llamado cliente mantiene un representante legal en el sitio físico de la obra, el cual debe de tener la capacidad técnica y administrativa como para fungir como coordinador general de todos los involucrados en la misma, ya sean internos o externos, como pueden ser la constructora, la empresa supervisora, el D. R. O., autoridades varias, etc.

Supervisión contratada: Normalmente se contratan empresas especializadas en supervisar técnica y administrativamente las obras, y tienen como función la de fiscalizar la calidad, el tiempo y los costos de los trabajos que la constructora realiza.

Constructora: Es la empresa particular que se contrata para ejecutar debidamente todos los trabajos de la obra con la responsabilidad de hacerlo en el tiempo, la forma y la calidad establecida en el proyecto ejecutivo.

En un esquema de trabajo así, en donde intervienen diferentes actores y diferentes estructuras organizacionales del tipo públicas o privadas, los mecanismos de comunicación entre todas las partes se vuelven igualmente complejos y en muchas ocasiones ineficientes, debido a que actualmente las obras se siguen ejecutando con los tradicionales procedimientos administrativos de planeación y control a través de las llamadas "islas de información".

Un factor adicional a la problemática de comunicación que es lenta e ineficiente, es la normatividad planteada en diferentes instrumentos legales mexicanos que rigen a la praxis arquitectónica, como son leyes, normas y reglamentos. Igualmente en ellos se exigen condicionantes que solo son aplicables a través de los tradicionales procedimientos que norman al proyecto ejecutivo en su representación gráfica plasmada en planos y textos y en sus métodos de comunicación oficial como es la bitácora de obra.

Todas estas circunstancias normativas y de actuación histórica en las formas de construir la edificación arquitectónica mexicana repercuten de manera directa en la estructura organizacional destinada para ejecutar la obra, misma que no se ha modificada substancialmente a través de los años, a pesar de que en las nuevos métodos de diseño y representación gráfica de la arquitectura se han actualizado substancialmente con la aplicación de nuevas tecnologías digitales.

EL ORGANIGRAMA DE UNA EMPRESA CONSTRUCTORA PARA SUS OBRAS

En nuestro país las empresas que ofertan sus servicios de construcción a un usuario o a un cliente determinado, en lo común ejecutan los trabajos de edificación a través de estructuras organizacionales específicas para cada obra, con el fin de cumplir de forma eficiente con las condiciones impuestas en el contrato pactado con el futuro usuario. La separación acotada de las funciones administrativas, entre oficina matriz y la oficina de campo, permite diferenciar con mayor facilidad las funciones de cada uno de los que integran la plantilla de ejecución y clarificar los resultados administrativos de cada obra.

Con una estructura organizacional como esta, aplicada como herramienta administrativa, las empresas pueden destinar de manera más precisa y en el tiempo justo los recursos; humanos, materiales y financieros que son necesarios para la ejecución de los trabajos. Igualmente, las empresas con la separación de funciones entre oficina matriz y oficina de campo se facilitan la consecución de los objetivos de tiempo, calidad y costo establecidos en el proyecto ejecutivo, pero sobre todo los estimados económicos previstos en el pro-forma de la obra.

En términos de generalidad en la construcción mexicana la estructura organizacional de las obras se define en un organigrama del tipo piramidal en donde las funciones y responsabilidades tanto

técnicas como administrativas se establecen, entre otros, por el principio de responsabilidad escalar y compartida que significa que el subordinado tiene autoridad absoluta ante su superior, y el superior es responsable de las actividades del subordinado.

Otros principios que son básicos en esta estructura organizacional, definidas por el organigrama piramidal son[1]:

- Principio de la unidad de objetivo: Cada elemento de la organización debe de ayudar a que los esfuerzos individuales contribuyan al logro de los objetivos grupales.
- Principio de eficiencia: los objetivos de la empresa se obtendrán con el mínimo de costos.
- Principio de amplitud de mando: El número de subordinados depende de la habilidad, conocimientos y experiencias del administrador.
- Principio de delegación: A cada administrador se le debe delegar autoridad suficiente para obtener los resultados esperados.
- Principio de limitación de autoridad: Entre más claras sean las líneas de autoridad, mas efectivo será el proceso de toma de decisiones de la empresa.

Aplicando el principio de responsabilidad escalar y compartida en las obras las empresas logran mejores resultados al final, porque es una herramienta administrativa mucho más eficiente porque al delegar con mayor precisión las responsabilidades, funciones y jerarquías para cada integrante del organigrama. Como se puede entender las responsabilidades atribuidas a cada uno de los miembros integrantes del organigrama son extremadamente altas y que solo mediante una adecuada capacitación puede ser cumplida eficazmente.

1 - Administración de empresas constructoras, Suarez Salazar, Editorial Limusa México.

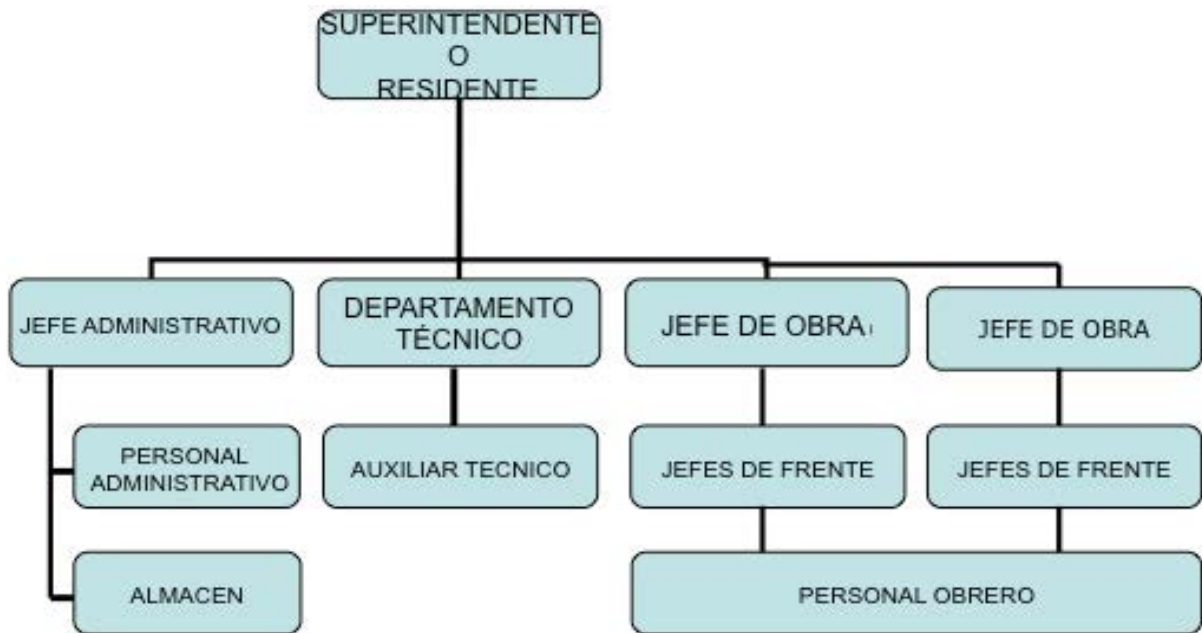


Figura 6.2 Organigrama típico aplicado por la empresa ICA S. para sus obras

Un organigrama típico de obra aplicado por las empresas constructoras podría ser el siguiente (ver figura 6.2).

Toda esta estructura funge como administradora de los recursos teniendo como principal obligación lograr los objetivos de la obra a través de dos vertientes básicas basadas en la eficiencia y en la eficacia, entendiéndose por eficiencia según el autor Sergio Hernández como "el uso adecuado de los recursos disponibles para lograr los resultados designados" y por eficacia como "el logro real en comparación a los resultados planeados."

Es condición imperativa en este tipo de organismos de obra que cada integrante tenga un perfil profesional muy enfocado a sus actividades por ejecutar y que para el caso de las acciones del tipo técnico deben ser de las licenciaturas de la arquitectura o de las diferentes ramas de la ingeniería y para el caso de controles netamente

administrativos deben ser de las licenciaturas de las ciencias de la administración.

Independientemente de las actividades de producción y de índole técnico que son propias de todos los integrantes de este tipo de estructura organizacional, también le son asignadas funciones administrativas de control y de seguimiento que son fundamentales en la consecución de los objetivos de las obras. La designación en porcentaje de tiempo de las diferentes funciones de producción y de actividades de control que cada integrante tiene que ejecutar durante un día de labores, pueden ser los concentrados en la siguiente tabla:

En este ejemplo de organigrama a la autoridad máxima de la obra se le ubica en el extremo alto y se le define como "residente de obra" y en la estructura ICA se le conoce como "superintendente", y de ahí hacia abajo se derivan diferentes "pisos" de jerarquía y de funciones que son adecuadas a

MODELO ROLES PRINCIPALES	ACTIVIDADES TÉCNICAS DE PRODUCCIÓN	ACTIVIDADES DE ADMINISTRACIÓN EN LA PRODUCCIÓN
SUPERINDETENDENTE O RESIDENTE DE OBRA	20 %	80 %
JEFE DE OBRA	50 %	50 %
JEFE DE FRENTE	80 %	20 %
DEPARTAMENTO TÉCNICO	0 %	100%

Figura 6.3 Cuadro de Funciones.

las características de la obra, especificadas en el proyecto ejecutivo. El número de integrantes del organigrama es variable y su estructuración es dependiente de diferentes factores: el tamaño de la obra, la normatividad vigente en el entorno urbano donde se desarrolla, el tipo de contratación que la rige, si es de utilidad pública o de fines privados, etc. de tal manera que podrá aumentar o disminuir el número de casillas en cada nivel jerárquico pero no aumentar o disminuir el número de "pisos" ni sus ligas de mando.

El residente (o superintendente en la estructura organizacional de la empresa ICA) al ser el responsable final de todas las actividades de la obra requiere de muchas habilidades conocimientos y experiencia, independientemente de que debe de poseer un espíritu de quehacer en equipo y de previsión además de una alta capacidad de trabajo.

Intentando definir el perfil del puesto de residente mediante una definición, podemos plantearla de la siguiente manera:

"Residente de obra es el profesionalista con conocimientos de diseño y de ingeniería que ejecuta al pie del lugar del trabajo, el proceso construcción de una obra arquitectónica, ya sea de edificación o de urbanización y que a través de los métodos de las ciencias de la administración, planea, organiza, ejecuta, controla, supervisa y liquida todas las etapas de las que ésta consta [4]."

Sin embargo, y sin soslayar la importante labor del superintendente en la consecución de los objetivos comunes de la obra y de los demás departamentos del organigrama, es importante para la exposición

4 - ALEJANDRO CERVANTES. RESIDENCIA DE OBRAS I.EDIT. PROCESOS. MÉXICO 1991.

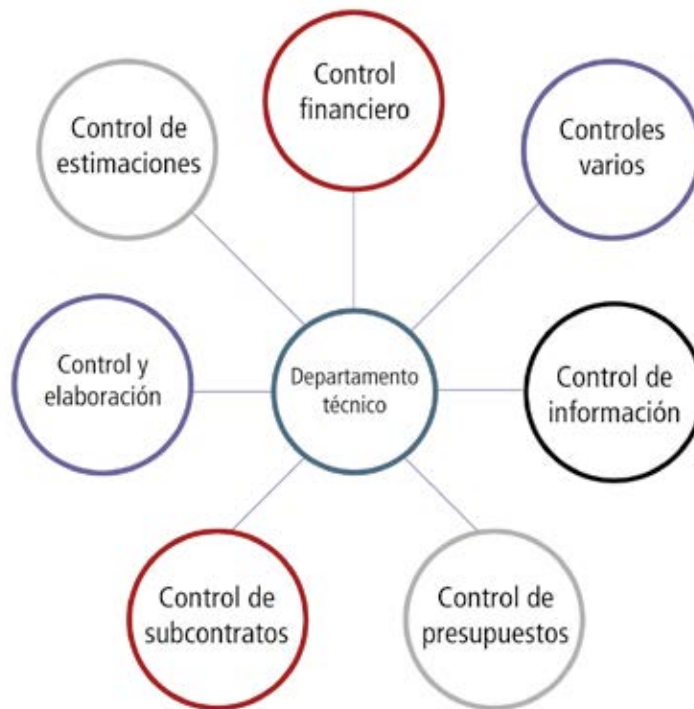


Figura 6.4

de esta ponencia subrayar la importancia que tiene el llamado departamento técnico dentro de las actividades administrativas de la misma. Según se aprecia en el organigrama el departamento técnico se encuentra ubicado en el segundo nivel de jerarquías, junto a las instancias ejecutoras de la obra como son los llamados jefes de obra. Esta posición de segundo nivel otorga al Dpto. poder de decisión en ciertos ámbitos y procesos de la ejecución obra particularmente en los aspectos financieros de la obra.

Como se aprecia en el cuadro de funciones por jurisdicción, el llamado Departamento Técnico es el que tiene mayor injerencia en las actividades de control y planeación de la productividad, con escasas funciones productivas y reducido contacto con el personal obrero. Sus ocupaciones fundamentales son las de controlar y documentar debidamente los aspectos financieros de ejecución, pago y cobro

de la obra a través de instrumentos y métodos administrativos preestablecidos. Documentos como son el presupuesto, el contrato general, los subcontratos, las especificaciones, precios unitarios, el proforma, etc., y procedimientos como captar y difundir adecuadamente la información generada por las incidencias de la obra documentadas en la bitácora, documentar y tramitar debidamente las estimaciones para cobro, conciliar números con el cliente.

Igualmente en el segundo "piso" del organigrama, se observa la posición de los llamados jefes de obra que son las instancias encargadas de ejecutar directamente con los obreros las instrucciones de obra establecidas en el proyecto ejecutivo. Sus funciones fundamentales de trabajo tienen relevancia en dos aspectos cotidianos de la obra como son el aspecto técnico de ejecución y las relevantes funciones de control de la obra ejecutada.

Por último, en la exploración de este segundo nivel, se encuentra la instancia de jefatura administrativa que tiene como función la de hacer un riguroso control de los materiales y del personal integrante de la plantilla de la obra, sus actividades se limitan a control administrativo sin ingerencia alguna en actividades de producción.

En los últimos niveles del organigrama se encuentran las instancias encargadas de la construcción de la obra directamente, como jefes de frente, auxiliares técnicos, almacén, el personal obrero, etc., y que para efectos de esta ponencia es irrelevante el análisis de sus funciones.

Todo el personal técnico y administrativo ubicado en esta estructura organizacional para la ejecución de la obra, y que sin importar sus funciones dentro de ella, rige su trabajo a través de un documento que concentra con precisión todos los componentes del proyecto por ejecutar, definido como el proyecto ejecutivo. El proyecto ejecutivo es el escrito que concentra la información técnica y legal obligada en todas las obras para la ejecución de la edificación proyectada, que se manifiesta en todas sus partes de forma precisa, sintética, suficiente y acorde a la legislación vigente, y cuyo objetivo es ser el instrumento rector para la ejecución del objeto diseñado.

En nuestra precisión podemos definir al proyecto ejecutivo como:

El proyecto ejecutivo es el instrumento rector de la obra arquitectónica en su etapa de construcción, que contiene la información del tipo técnico, de orden, administrativa y normativa, proporcionada de forma veraz, clara, completa y oficializada, cuyo objetivo fundamental es suministrar las instrucciones necesarias y suficientes para ejecutar con exactitud y en todas sus partes la idea original del diseño.

A través de variados formatos de representación, el proyecto ejecutivo guía paso a paso al constructor de la obra en los diferentes procesos técnicos por ejecutar, en el tiempo establecido en el contrato para llevarla a cabo y con la calidad requerida por el diseñador.

Los formatos de representación pueden ser:

- Texto.- Memorias, contratos, especificaciones, licencias.
- Virtuales.- En 2D y 3D.
- Gráficos.- Planos estructurales, arquitectónicos, instalaciones, etc.
- Objetos tridimensionales.- Maquetas.

El contenido del proyecto ejecutivo para cumplir con la responsabilidad de ser el instrumento rector de la construcción debe contener información veraz, completa, clara y apegada a las disposiciones oficiales vigentes en la zona, misma que debe de ser confrontada y autorizada antes de la ejecución por los actores que participan en la edificación como son el promotor, el director de la obra y el constructor, para que posteriormente pueda ser ubicado formalmente dentro del espacio donde se va a ejecutar la edificación.

Posterior a su formalización conforme a las regulaciones mexicanas el proyecto ejecutivo tiene que ser ubicado dentro de la obra para su manejo por todas las instancias que van a participar como son la supervisión, el constructor y el cliente o usuario a través de un director nombrado por él, ubicación que igualmente tiene un protocolo legal asentado en la bitácora.

En la actualidad las normas oficiales que rigen al proyecto ejecutivo en todas sus partes imponen que sea a través de documentos escritos como son las memorias técnicas, gráficos como los planos técnicos, o el cuaderno de bitácora, etc., impresos en papel y debidamente legalizados con las firmas autógrafas de todas las instancias involucradas; cliente, constructora y el director de obra.

Con tales imposiciones la legislación deja a un lado los nuevos métodos aplicados al proceso de diseño y representación gráfica como son los programas digitales especializados para dibujo técnico, diseño estructural, programación, cuantificación de obra y muchos etcéteras más. Así en estas condiciones las obras en producción se siguen ejecutando con los procedimientos tradicionales de planeación y control, con documentación escrita "a mano" lo que origina "islas de información" no vinculadas entre sí originando que la información se vuelva sumamente lenta, imprecisa y poco divulgable.

AMBIENTES DIGITALES PARA LA ARQUITECTURA. PANORAMA HISTÓRICO

Las prácticas iniciales en la arquitectura digital se originan en los años 60. Algunos de los ensayos teóricos en el área fueron en los inicios de los 90, entre los autores destaca Marco Novak con su ensayo sobre "Arquitectura Líquida" y otros escritos. A partir de entonces se generó una corriente dinámica entre los arquitectos que deseaban experimentar las posibilidades de los medios digitales. A partir de los años ochenta, la mayor parte de las oficinas internacionales de arquitectura no basaban su trabajo en la computadora, si bien su uso sistemático data de entonces, la computadora era útil como herramienta para proyectos convencionales con un lenguaje arquitectónico establecido. En sus inicios, el dibujo en 2 dimensiones fue utilizado para la representación de plantas, cortes y fachadas y ayudó a simplificar el trabajo con el manejo de capas que se podían superponer como hojas de papel (layers), con la ventaja de hacerlo de manera simultánea.

El empleo de la computadora en un ámbito virtual en el cual se creaba un proyecto arquitectónico de estas características, se limitaba a ser una herramienta de representación, es decir, únicamente de dibujo, y la parte creativa proyectual generalmente se daba de manera independiente; el resultado era un conjunto de planos que contenían las plantas,

cortes, fachadas, perspectivas axonométricas, etc. lo indispensable requerido en cada proyecto en el aspecto de diseño. Las plantas podían dibujarse en varias capas (layers) con o sin mobiliario, con o sin acabados, etc. Sin embargo cada plano era autónomo, tanto en los cortes como en las fachadas el dibujo era independiente; el manejo de la computadora generalmente lo hacía un arquitecto-estudiante-capturista y lo revisaba y aprobaba el proyectista. La computadora vino a automatizar tareas de dibujo tediosas y repetitivas y ayudó a disminuir errores, incrementar la eficiencia y a facilitar el almacenaje de datos como modificaciones al proyecto que se efectúan de manera constante. Los cambios quedaban guardados y los archivos podían ser accedidos en diferentes unidades de cómputo, enviados vía correo electrónico al equipo de trabajo extendido, contratistas, proveedores y aún a clientes, etc., el ploteo de planos podía ser efectuado en lugar distinto a la oficina que les dio origen, entre otros aspectos.

Sin embargo, el ambiente digital estaba fraccionado en islas de tecnología. Por un lado en la computadora no se podía diseñar ni experimentar, el diseño se hacía de manera paralela; para la realización de los planos del proyecto se contaba fundamentalmente con programas 2D⁵. El problema de este sistema de trabajo consiste en que la interrelación de datos en plantas, cortes y fachadas y la exactitud del trabajo estaba en manos de los estudiantes-arquitectos-capturistas que podían ser varias personas que trabajaban en partes del proyecto, por lo que los errores podían abundar, la coordinación de diferentes proyectistas se dificultaba (diseño estructural, de instalaciones, etc.) y las modificaciones frecuentemente no quedaban plasmadas en todos los planos. Podía suceder que no hubiese planos actualizados en la obra y, consecuentemente, tampoco los había al finalizar la construcción.

5 - En México se ha usado básicamente AUTOCAD de la firma AUTODESK.

Para efectos de la integración de la documentación requerida para la construcción de las obras, había diversos programas de cómputo adicionales, algunos de uso sistemático en las oficinas y otros específicos. Los presupuestos, la elaboración de números generadores, el análisis de precios unitarios se efectuaba con programas de bases de datos, entre los primeros que salieron al mercado en México se tiene D-Base, Lotus y finalmente Excel de Microsoft Office, entre otros. Sin embargo había que diseñar el estilo de las tablas para que sus contenidos se ajustaran a los requisitos de la documentación de un contrato de obra y los datos no estaban vinculados electrónicamente con los planos, por lo que al efectuarse un cambio en el proyecto, se tenía que definir en qué partes de los documentos impactaba, en el presupuesto, en los volúmenes de obra u otro documento y hacer las correcciones correspondientes.

También había software especializado para la construcción como los programas para elaborar análisis de costos y presupuestos. Los programas básicos elaboraban tarjetas de precios unitarios que quedaban almacenados en una base de datos; en el formato de presupuestación se capturaban las cantidades de obra y el programa vinculaba cada concepto con su volumen de obra y su precio unitario. El formato general ya estaba dividido en partidas y conceptos de obra y efectuaba las operaciones matemáticas correspondientes para integrar el presupuesto. El software permitía la impresión de diferentes reportes: Presupuesto integrado, precios de materiales, costos de la mano de obra, volúmenes de obra, entre otros. Sin embargo, las modificaciones en el proyecto requerían de modificaciones al presupuesto o a algunos de los datos que lo integraban, operaciones que tenían que ser trabajadas por el capturista responsable de ese trabajo.

La parte de costos y presupuestos también era otra isla de tecnología sin mayor vinculación con los programas de diseño y dibujo. Algunos de los

programas disponibles en el mercado son Opus de AllPlan y Neo Data, entre otros. Situación similar se daba con la programación de obra. El software más utilizado en arquitectura y construcción era Microsoft Project que, sin ser un software específico para estas disciplinas, se ajustaba a las necesidades de los proyectos de construcción, aunque también podía ser empleado para programar cualquier tipo de proyecto como una campaña política o la fabricación de un nuevo modelo de automóvil. Tampoco estaba vinculado con los planos arquitectónicos ni con el programa de costos y presupuestos y algunos datos ajenos al programa debían ser incorporados como es la duración de las actividades de la programación. Con el paso del tiempo, la programación de obra también se ha integrado dentro de los programas de costos y presupuestos. En los últimos veinte años se ha vivido una revolución en las Tecnologías de la Información (TI) que, al ser incorporadas al trabajo de diseño en arquitectura, han transformado la disciplina. Indudablemente, la selección de los medios para representar-diseñar ha tenido un impacto importante en el carácter de los resultados de diseño. Dado que el pensamiento del diseño está ligado a los medios de representación, el abanico de posibilidades se ha ampliado con la expansión de las nuevas herramientas digitales que existen en el mercado en la actualidad (Schumacher, 2004).

EL PROYECTO DIGITAL INTEGRADO AL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN BIM

McGraw-Hill Construction define al Modelado de Información para la Construcción (BIM, Building Information Modeling por sus siglas en inglés) como el proceso de crear y usar modelos digitales para el diseño, la construcción y/o la operación de los proyectos.

De manera más amplia, se considera el Modelo de Información para la Construcción (BIM), también llamado Modelo de Información para la Edificación, como:

“el proceso de generación y administración de datos del edificio durante su ciclo de vida utilizando software dinámico de modelado de edificios en tres dimensiones y en tiempo real, para integrar toda la información del proyecto, de su construcción y operación, optimizar los recursos (tiempo, materiales, recursos humanos, maquinaria y equipo y financieros). Este proceso produce el modelo de información del edificio (BIM), que abarca la geometría del edificio, las relaciones espaciales, la información geográfica, así como las cantidades y especificaciones de los componentes del edificio” (Hollness, 2009).

A la fecha la integración abarca más aspectos y no todos han sido resueltos.

El origen de este concepto data de inicios de los setenta y se atribuye la difusión del concepto de Modelo de Información de Edificación, como un sinónimo de BIM, al profesor Charles M. Eastman, del Georgia Tech Institute of Technology por medio de libros y artículos académicos. Sin embargo, parece haber un consenso generalizado acerca de que Jerry Laiserin fue quien lo popularizó como un término común para la representación digital de procesos de construcción, con el objetivo de intercambiar y hacer interoperativa la información en formato digital. En el año de 1978 se presentó la primera versión de SigmaGraphics, desarrollado por Sigma Design International, de Alexandria, Louisiana, Estados Unidos, el cual posteriormente se denominó ARRIS CAD en el año de 1984, en un entorno completamente dedicado a la arquitectura y construcción. Este software originalmente fue desarrollado para entornos multitarea tales como UNIX/XENIX y actualmente trabaja bajo sistemas operativos de Windows de Microsoft.

A la fecha, son diferentes proveedores tecnológicos los que han desarrollado programas que ofrecen esta integración: Sigma Design, Autodesk, StruCad de AceCad Software, Bentley Systems, Graphisoft, Tekla, Nemetschek, y CADDetails, entre otros. El

concepto de BIM en el área de diseño y construcción presenta varias opciones en cuanto a plataformas y software para la implementación del mismo según los diferentes proveedores.

CONCLUSIONES

En la actualidad las herramientas digitales han magnificado las posibilidades de diseño a los arquitectos. La experimentación digital ha convertido a las oficinas en verdaderos laboratorios de investigación. La visión inmaterial ha fortalecido a la más material de las Artes y esta misma visión es la que permite una construcción con mayores dificultades técnicas. La tecnología digital ha facilitado el diseño y construcción de obras de una gran complejidad y la experimentación formal y constructiva es aventura cotidiana en las oficinas de diseño. La oficina virtual llegó para producir diseños espectaculares y hay muchos mecenas internacionales dispuestos a patrocinarlas.

La tecnología de la construcción también se ha visto impactada tanto por el avance en los procesos de diseño asistidos por computadora, así como por la aparición de nuevos procedimientos

6 - La geometría, del griego geo (tierra) y metrón (medida), es la rama de la matemática que se ocupa de las propiedades de las Figuras geométricas en el plano o el espacio, como son: puntos, rectas, planos, polígonos, poliedros, paralelas, perpendiculares, curvas, superficies, etc. Permite la solución de problemas concretos relativos a medidas y es la justificación teórica de muchos instrumentos, por ejemplo el compás, el teodolito y el pantógrafo. Tiene su aplicación práctica en física, mecánica, cartografía, astronomía, náutica, topografía, balística, etc. También da fundamento teórico a inventos como el sistema de posicionamiento global (en especial cuando se la considera en combinación con el análisis matemático y sobre todo con las ecuaciones diferenciales) y es útil en la preparación de diseños.

7 - La información geográfica es el conjunto de datos espaciales georreferenciados requeridos en una construcción desde su etapa de proyecto como parte de las operaciones administrativas, legales y técnicas. Dichos geodatos poseen una posición implícita (una referencia catastral o datos de un documento de propiedad, por ejemplo) o explícita (coordenadas de un sitio o terreno obtenidas a partir de datos capturados mediante GPS, etc.).

de construcción, de producción industrializados, por nuevos materiales y, con la inquietud de los arquitectos e ingenieros por nuevas y más audaces formas y estructuras.

En razón de esta actualidad tecnológica es urgente replantear los tradicionales métodos para administrar una obra en construcción, que involucre modificaciones a la estructura organizacional interna, al quehacer específico del personal técnico involucrado y a su capacitación constante en esta nueva herramienta de producción conocida como BIM. Involucrando prioritariamente en este replanteamiento administrativo al Departamento Técnico, o su equivalente en otros organigramas, a través de un nuevo perfil del puesto.

Por su posición natural dentro del organigrama de obra el departamento técnico, o su equivalente en otros organigramas, es el sitio prioritario por modificar a través de un nuevo perfil, en razón de que es el lugar lógico de aplicación de los nuevos métodos digitales de programación, de control, de ejecución y transmisión informativa de las circunstancias que día a día se dan en la obra. Nuevos métodos como es la herramienta BIM.

BIBLIOGRAFÍA

ALEJANDRO CERVANTES. RESIDENCIA DE OBRAS
I.EDIT. PROCESOS. MÉXICO 1991

HERNÁNDEZ R. SERGIO. INTRODUCCIÓN A LA
ADMINISTRACIÓN. Mac Graw Hill

Administración de empresas constructoras, Suarez
Salazar, Editorial Limusa México.