

Aurora Poó-Rubio ... [et al.]

ORCID: [0000-0001-7770-029X](https://orcid.org/0000-0001-7770-029X)

Reto BIM LATAM PEB + 3D

páginas 17-40

En:

Anuario de administración y tecnología para el diseño / Área de investigación Administración y Tecnología para el Diseño. Año 22, número 22 (abril-diciembre de 2021)- México: Universidad Autónoma Metropolitana, Unidad Azcapotzalco, División de Ciencias y Artes para el Diseño, 2021.

ISSN: 2594-1283

Relación:

<https://doi.org/10.24275/issn.2594-1283.2021>

Universidad
Autónoma
Metropolitana
Casa abierta al tiempo **Azcapotzalco**

CYAD
Ciencias y Artes para el Diseño

Procesos
y Técnicas de Realización

Universidad Autónoma
Metropolitana. Unidad Azcapotzalco
<https://www.azc.uam.mx/>

División de Ciencias y Artes para el
Diseño
<https://www.cyad.online/uam/>

Departamento de Procesos y Técnicas
de Realización
<http://procesos.azc.uam.mx/>

ta Administración
y Tecnología para el Diseño
Investigación

Administración y Tecnología para el Diseño
<https://administracionytecnologiaparaeldiseno.azc.uam.mx/>



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como
[Atribución-NoComercial-SinDerivadas 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

RETO BIM LATAM PEB + 3D

Autores

Poó-Rubio, Aurora (1), Audeves-Pérez, Selene (2), Álvarez-Romero, Sergio (3), Gómez-Lara, Lourdes (4), Caripa, María de los Ángeles (5), Bustos-Álvarez, Moisés (6), Magos-Hernández, Raymundo (7), Kirchmaier, Christoph (8), Loeza-Medina, Mariana (9), Aguado-Mora, Juan Carlos (10), García-Salas, Ricardo (11)

Email: (1) dra.aurora.poo@gmail.com, (2) selene.audeves@correo.uady.mx, (3) aromero@correo.uady.mx, (4) mlourdes.gomez@correo.uady.mx, (5) manges@bwisebim.com, (6) bam@azc.uam.mx, (7) raymundo.magos@anahuac.mx, (8) administracion@bimcentral.com.mx, (9) ventas@bimcentral.com.mx, (10) fundacion.fiit@gmail.com, (11) ricardogarcia55@gmail.com

Resumen

Al final del año 2020, la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), la Fundación para la Investigación e Implementación Tecnológica (FIIT), la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) Azcapotzalco y la Universidad Anáhuac Cancún, a través de su Escuela de Arquitectura acordaron organizar el Seminario Internacional BIM 2021 con la finalidad impulsar el conocimiento de la metodología BIM (Building Information Modeling). Durante el Seminario, el Comité Organizador decide pasar de la teoría a la práctica por medio de un concurso que permitiera a los estudiantes de licenciatura (pregrado) de Arquitectura, Ingeniería Civil y carreras afines, conocer el proceso para la conformación de un Plan de Ejecución BIM (PEB), su importancia y el proceso para su implementación aplicando estándares internacionales; así nació el Reto Universitario BIM LATAM PEB + 3D, donde se contó con el respaldo de empresas globales del sector AEC: Autodesk, Graphisoft, Plannerly, Saint Gobain, Gerdau Corsa y B-Wise BIM Chile. Se eligió como tema del concurso el proyecto: Sala de docentes, donde los participantes desarrollarían un diseño atractivo e innovador, que cumpliera con los requerimientos de ser un lugar informal de trabajo y de pequeñas reuniones académicas.

El Reto se organizó para desarrollarse en dos fases, el objetivo de la primera fase consistía en la elaboración de la versión preliminar del Plan de Ejecución BIM, un modelo digital del edificio propuesto con un LOD 100 (level of development, por sus siglas en inglés) y documentación correspondiente al análisis del sitio, proceso conceptual, así como los criterios técnicos, sustentables y paramétrico de costos. En la segunda fase los participantes seleccionados debían desarrollar el Plan de Ejecución BIM definitivo, el Modelo Digital con LOD 300 y coordinado, los planos del proyecto, y un video de recorrido virtual. Uno de los grandes desafíos a vencer del Reto fue que la experiencia y conocimientos de los participantes podía ser muy variada y, con el fin de tener una participación más equitativa e igualitaria, se agendaron y pusieron a disposición de los participantes, una serie de cursos o talleres de formación y tutoriales, enfocados al proyecto a desarrollar; también, se les proporcionaron documentos con especificaciones, lineamientos, normas, modelos y plantillas

necesarios para el desarrollo del diseño, modelos de información y los planes de ejecución BIM.

Se registraron un total 20 equipos, compuestos por 69 estudiantes (23 mujeres y 46 hombres), de 19 instituciones distribuidas en 4 países (Perú, Chile, Nicaragua y México). La primera fase del concurso fue evaluada por los integrantes del Comité Organizador, y la segunda por un Jurado Internacional, conformado por destacados profesionistas con amplia experiencia y conocimiento de la metodología BIM. Producto de las evaluaciones se obtuvieron a los equipos ganadores: el primer lugar fue para la Universidad Autónoma Metropolitana de Azcapotzalco, el segundo lugar lo obtuvo el Instituto Duoc Uc Sede Alameda de Santiago de Chile, el tercero lo obtuvo la Universidad Autónoma de Yucatán. Los premios consistieron en constancias, capacitaciones, licencias, acceso a plataformas de trabajo por tiempo especificado y, premios en especie. Se concluye que esta primera edición del Reto Universitario BIM LATAM PEB + 3D abarcó un tema difícil y que aún no es tan conocido en la industria de la construcción en México y en otros países, que es el Plan de Ejecución BIM. Este concurso fue punta de lanza para dar a conocer en un ambiente académico y profesional, no solo la metodología BIM, sino la importancia de tener un buen Plan de Ejecución BIM para el desarrollo de los proyectos, así como los diferentes estándares internacionales para la exitosa ejecución e implementación de BIM en los proyectos de construcción.

PALABRAS CLAVE

PEB, BIM, Reto Universitario

Introducción

Hace aproximadamente 15 años la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), el Worcester Institute (WPI) de Massachusetts, Estados Unidos y la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) Unidad Azcapotzalco de la Ciudad de México crearon la Red Académica de nombre Integración del Diseño y Construcción, auspiciada por PRODEP, con la finalidad de dar un enfoque integral a dos etapas muy importantes del ciclo de vida de una obra de edificación o de infraestructura (el diseño y la construcción) mediante actividades conjuntas de investigación en torno a la

entonces incipiente metodología BIM.

En septiembre de 2019, se tuvo un acercamiento institucional con la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) de México, con objeto de conocer los avances de la implementación de BIM en la Obra Pública por el Gobierno Federal, a través de la Unidad de Compras y Adquisiciones de dicha Secretaría, donde se presentó el documento "Estrategia para la implementación del Modelado de la Información de la construcción (MIC)" (SHCP, 2019). Cabe mencionar que importantes países de América Latina están en camino de hacer de BIM la metodología obligatoria para la Obra Pública, siendo Chile el país que va a la vanguardia en esta ruta, seguido por Perú, Colombia, Panamá, Venezuela, Ecuador y Argentina y otros (ver Figura 1). Internacionalmente, tanto los países de Europa, como Estados Unidos y Canadá y las naciones más desarrolladas de Asia, llevan la vanguardia en este camino



Figura 1. BIM en Latinoamérica.

En febrero de 2020, la Fundación para la Investigación e Implementación Tecnológica (FIIT) realizó con importante impacto el FORO BIM Guanajuato 2020, que tuvo como sede la Universidad Autónoma de dicho Estado, ubicada en la región centro de México. Se consideró que Building Information Modeling (BIM) ha sido un cambio, no solamente en la forma de pensar, sino como una transformación cultural de la industria

de la construcción, basado en herramientas digitales y tecnológicas. Por medio del Foro, la FIIT, identificó algunas condiciones que era relevante conocer, entre ellas, el grado de madurez BIM y la opinión al respecto de los involucrados, no sólo en el Estado, sino también en el sector de la construcción en México; lo anterior, con base en el concepto de que los clientes de los proyectos requieren una mejor respuesta y seguridad en las inversiones, no únicamente en lo que se refiere al producto final (edificaciones e infraestructura), sino también en todas las actividades que se desarrollan durante la ejecución de los proyectos constructivos.

En ese mismo año, y con objeto de continuar la política de vinculación con diferentes universidades, instituciones, empresas y despachos de arquitectura, así como para fortalecer los trabajos de la Red, la UAM organizó el Seminario Internacional BIM 2020, con sesiones una vez a la semana que, por motivo de la pandemia de COVID-19, se llevó a cabo de manera remota por medio de la plataforma ZOOM. Esas circunstancias favorecieron las actividades del grupo académico debido a que, por la aceleración de la tecnología y el trabajo a distancia, se facilitó la vinculación con investigadores, funcionarios, ejecutivos de empresas y profesionistas nacionales e internacionales.

En este seminario se realizaron 36 reuniones virtuales entre abril y diciembre de ese año, y se contó con 55 participantes de 11 países, tanto del medio académico como del profesional e institucional. Se contó con la participación de las Universidades de México tales como la UADY, la UAM, la Universidad Anáhuac de Cancún, la Universidad Autónoma de Guanajuato (UAG); también participaron las siguientes Universidades de otros países: el WPI, Universidad Politécnica de Madrid (UPM), Universidad Politécnica de Cataluña (UPC), Universidad Politécnica de Sevilla (UPS) y Universidad la Antigua de Panamá. También se contó con la presencia de instituciones como la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP) de México, BIM GOB LATAM, la Red de Gobiernos Latinoamericanos; con empresas como Saint Gobain con su Unidad de Negocios BIM Object, Gerdau Corsa, CEMEX, DG Center, las empresas de software Autodesk y Graphi

soft, y organizaciones como la FIIT con el Foro BIM Guanajuato, BIM Task Group, PLANNERLY, BIM se viste de Prada, BIM CENTRAL Cancún, Share Coordinates, Plan BIM CORFO de Chile, BIM con Sal y Limón de Chile, B-WISE de Chile, Let's talk BIM de Venezuela, BIM FORUM Argentina, Exyte Group, de Phoenix, Arizona, Callison RTKL, HILTI de México, Mujeres en AEC, BIM Nomad, etc. De igual forma, fue muy valiosa la aportación de exalumnos de la UAM, desde la SHCP, como a nivel internacional desde Alemania y Lituania.

El 21 de octubre de 2020, la UAM Azcapotzalco, a través del Área de Investigación de Administración y Tecnología para el Diseño organizó la Jornada BIM-LEAN con relevantes ponentes de España, Argentina, Chile y México en el marco del XIV Congreso Internacional de Administración y Tecnología para el Diseño, la Arquitectura e Ingeniería, que año con año se lleva a cabo.

Al finalizar 2020, la Facultad de Ingeniería de la UADY, la UAM Azcapotzalco, la FIIT y la Universidad Anáhuac Cancún, a través de su Escuela de Arquitectura acordaron organizar el Seminario Internacional BIM 2021 en la primera mitad de ese año, con la finalidad de seguir impulsando el conocimiento de la metodología BIM (ver Figura 2). El 31 de marzo se tenían registrados 110 participantes de Sudamérica, 10 de Centro América, 570 de México, la gran mayoría estudiantes universitarios de las carreras de Arquitectura e Ingeniería. En la sesión del 24 de febrero, la Arq. Msc. Bibian Díaz Arias de Venezuela impartió la ponencia "Sin BEP no hay BIM", la cual motivó al Comité Organizador a pasar de la teoría a la práctica por medio de un concurso que permitiera a los estudiantes conocer el proceso para la conformación de un Plan de Ejecución BIM, su importancia y el proceso para su implementación; así nació el Reto Universitario BIM LATAM PEB + 3D (ver Figura 3). Además, con el fin de añadir valor a la organización del Reto, surge la necesidad de crear el sitio web "Iniciativa BIM" <https://iniciativabim.org/>, el cual permitiría dar difusión al trabajo del grupo, promover el Reto, así como tener interacción con grupos de interés.

Comité Organizador:

Universidad Autónoma de Yucatán
Facultad de Ingeniería
Yucatán, México

Universidad Anáhuac Cancún
(Escuela de Arquitectura)
Cancún, Quintana Roo, México

Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco
(División de Ciencias y Artes para el Diseño)
Ciudad de México, México

FIIT Fundación para la Investigación e
Implementación Tecnológica.
Guanajuato, México



Seminario Internacional BIM
Febrero – junio 2021
México

Figura 2. Sedes del Comité Organizador

Figura 3. Reto Universitario BIM LATAM PEB + 3D

El Reto Universitario BIM LATAM PEB + 3D, es resultado del trabajo colaborativo de las 4 instituciones de México que organizaron el Seminario Internacional BIM 2021. Tuvo como meta llevar a la práctica conocimientos de la Metodología BIM, particularmente en relación con el desarrollo de un Plan de Ejecución BIM (PEB) y su implementación en un Modelo Digital, aplicando estándares internacionales, bajo los lineamientos ISO 19650 y adecuándolo al contexto Latinoamericano. El Reto estuvo dirigido a estudiantes de licenciatura (pregrado) de Arquitectura, Ingeniería Civil y carreras afines. Se contó con el respaldo de empresas globales del sector AEC: Autodesk, Graphisoft, Plannerly, Saint Gobain y Gerdau Corsa y con el apoyo de B-Wise BIM Chile.

BIM tiene varias definiciones, entre ellas podemos anotar: BIM es un conjunto de metodologías, tecnologías y estándares que permiten diseñar, construir y operar una edificación o infraestructura de forma colaborativa en un espacio virtual (Estándar BIM, 2019). BIM, (Building Information Modeling, por sus siglas en inglés), Modelado de Información para la Construcción (MIC, denominación que utiliza en México la Se-

cretaría de Hacienda y Crédito Público, (SHCP), es una metodología de generación y gestión de un edificio que integra la información de sus componentes por medio de diversos programas de cómputo de manera dinámica para el modelado de edificios en tres dimensiones y en tiempo real, válido durante su ciclo de vida completo (SHCP, MIC, 2019). Es un trabajo colaborativo de los distintos actores que intervienen desde el proyecto, la construcción y la operación, que busca la rapidez en la toma de decisiones, la optimización de los recursos, así como la mejora en los tiempos del proyecto y de la construcción. Este proceso produce el modelo de información del edificio, que, en la etapa de proyecto, puede abarcar la geometría del edificio, las relaciones espaciales, la información geográfica, así como las cantidades y las propiedades de sus componentes, de donde se derivan los presupuestos y programas de obra, lo que depende del nivel de desarrollo del proyecto.

En cuanto a la Normatividad referente a BIM, Inglaterra es el país que lleva la vanguardia, un hecho que lo demuestra es que la Norma ISO 19650 es la evolución de las Normas PAS del Rei

no Unido, y por lo tanto están perfectamente alineadas con sus estándares UK1192 PAS, que son la referencia actual de gestión de proyectos en ese país, y que ha demostrado los beneficios de aplicar la metodología BIM bajo este estándar (Bsi Group, 2021).

La norma ISO 19650 es una norma internacional de gestión de la información a lo largo de todo el ciclo de vida de un activo construido utilizando el Modelado de Información para la Edificación (BIM o Building Information Modelling).

Desarrollo

Como ya se mencionó con anterioridad el Reto Universitario BIM LATAM PEB + 3D se llevó a cabo en el marco del Seminario Internacional BIM 2021 que organizaron colaborativamente la UADY, la FIIT, la Universidad Anáhuac Cancún y la UAM Unidad Azcapotzalco. El objetivo del concurso fue generar y promover el conocimiento de la metodología BIM mediante el desarrollo de un Plan de Ejecución y su correspondiente modelo digital, aplicando estándares internacionales y adecuándolo al contexto latinoamericano.

Alcance

El alcance del concurso fue regional para Latinoamérica (Sudamérica, Centroamérica, Caribe y México), dirigido a estudiantes de Ingeniería, Arquitectura y carreras afines con inscripciones en equipos de 3 a 4 participantes, procurando que su conformación fuese interdisciplinaria e incluso por alumnos de diferentes instituciones, a fin de propiciar el trabajo colaborativo. Tanto el Seminario Internacional BIM como el Concurso fueron gratuitos. Cabe mencionar que los alumnos podían contar con asesoría distinta a los integrantes del Comité Organizador, la cual podría ser por parte de académicos o profesionales de su localidad, en la inteligencia de que todo el trabajo debería ser ejecutado exclusivamente por los estudiantes integrantes de cada equipo, es decir, no podían subcontratar personas o empresas especializadas para tal efecto. También, se hizo hincapié en que si se diese el caso de que dos equipos entregaran información idéntica, ambos serían descalificados, situación que afortunadamente no se dio en el Concurso.

Bases

Para la estructuración y revisión de los términos del Concurso, por parte de los organizadores se integraron 3 equipos de trabajo:

- Bases del concurso. M.I. Selene Audévez Pérez, UADY, Dra. Aurora M. Poó Rubio, UAM Azcapotzalco y Mtro. Raymundo Magos, U. Anáhuac Cancún.
- Plan de Ejecución del Reto BIM "El PEB del PEB". Arq. María de los Ángeles Caripa, B-Wi-se BIM, Dra. Lourdes Gómez Lara, UADY, y Dr. Sergio O. Álvarez Romero, UADY.
- Gestiones (Patrocinadores, jurado y difusión). Arq. Christoph Kirchmaier, U. Anáhuac Cancún, Arq. Mariana Loeza Medina, U. Anáhuac Cancún, Ing. Juan Carlos Aguado Mora, FIIT, Mtro. Ricardo García Salas, FIIT, y Arq. Moisés Bustos Álvarez, UAM Azcapotzalco

Proyecto

Se eligió como proyecto para el concurso una "sala de docentes", la cual estaría ubicada en el Campus de Ciencias Exactas e Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán (UADY), en la ciudad de Mérida, en el Estado de Yucatán, México. Se pretendía que los participantes presentasen un diseño atractivo e innovador, que cumpliera con los requerimientos de ser un lugar informal de trabajo y de pequeñas reuniones académicas, al mismo tiempo que fuese una zona para una apacible comida, así como un espacio placentero para el descanso y convivencia, que cumpliera con las características de confort necesarias para un sitio de clima caluroso en extremo, pero que brinde posibilidades de vida al interior y al exterior. Se les pidió a los participantes tomar en cuenta las siguientes características del proyecto para el desarrollo de sus propuestas, también, se les brindó la libertad de proponer sistemas de energía limpia:

- Un nivel.
- Área construida 100 m² aproximadamente.

- Sistema constructivo: Estructura de acero, cimentación de zapatas corridas de concreto, losa de concreto, aligerada, losacero o vigueta y bovedilla.

- Programa arquitectónico:

- Área de trabajo y lectura.

- Área de café.

- Sala de juntas.

- Área de servicios.

- Instalación hidráulica: La alimentación será de la red existente.

- Instalación sanitaria: Para el tratamiento de aguas residuales se utilizó biodigestor y pozo de absorción.

- Instalación eléctrica: Se ubicaron únicamente los paneles de distribución y dispositivos (apagadores y contactos, arbotantes, etc.) no se modelaron las líneas de conducción y ramaleo.

- Instalación de aire acondicionado: Se ubicaron solamente difusores.

- En cuanto al sitio para desarrollar el proyecto, se seleccionó un terreno dentro de la Facultad de Ingeniería de la UADY, ubicado en la ciudad de Mérida, en el estado de Yucatán, en México. El sitio de la obra colinda con la cafetería, aulas y oficinas del propio campus, tiene acceso por medio de vialidades internas, cuenta con una topografía plana, sin desniveles, propia de la Península de Yucatán, así como con servicios de agua y acometida de luz. A los participantes se les proporcionó el sitio en formato IFC (Industrial Foundation Classes) y debió ser utilizado por todos los equipos concursantes, asimismo, se les proporcionó la ubicación geográfica del terreno, fotografías del estado actual del terreno, así como datos climáticos del lugar, sobre todo en atención a los participantes que no conocieran las características regionales del emplazamiento (ver Figura 4).



Figura 4. Imagen de ubicación del sitio del proyecto.

Fases del Reto

El Concurso se organizó para desarrollarse en dos fases, las cuales consistieron en lo siguiente:

Primera fase:

Participaron todos los equipos registrados, teniendo como objetivo desarrollar los siguientes entregables:

- Plan de Ejecución BIM Preliminar: Versión preliminar del Plan de Ejecución BIM que el equipo concursante propone para el cumplimiento de los objetivos del proyecto.

- Modelo Digital: Modelo 3D a nivel conceptual o esquemático del edificio propuesto con un LOD 100.

- Documentación:

- Lámina 1.- Análisis del sitio, propuesta conceptual y proceso de diseño.

- Lámina 2.- Anteproyecto arquitectónico LOD 100 (Nivel de Desarrollo 100).

- Lámina 3.- Criterios técnicos, sustentables y paramétrico de costos.

Los equipos que cumplieron los requisitos solicitados y que tuvieran las mejores propuestas fueron seleccionados para la siguiente fase.

Segunda fase.

Participaron los equipos seleccionados en la etapa anterior, teniendo como objetivo desarrollar los siguientes entregables:

- Plan de Ejecución BIM Definitivo: Versión final del PEB que el concursante utilizó para el cumplimiento de los objetivos del proyecto.
- Modelo Digital: Modelo BIM en formato estándar abierto con elementos modelados con LOD 300 y coordinado.
- Documentación
 - Listado de planos
 - Planos del proyecto.
- Video de recorrido virtual.

Capacitación

Uno de los grandes desafíos a vencer del Reto Universitario BIM LATAM fue que la experiencia y conocimientos de los participantes podía ser muy variada, ya que el concurso estaba enfocado a estudiantes que no necesariamente habían cursado alguna asignatura de BIM o de software para modelado, y que este seminario podía ser su primer acercamiento a la metodología BIM. Asimismo, los estudiantes podían ser alumnos de arquitectura o ingeniería.

Atendiendo lo anterior, y con el fin de tener una participación más equitativa e igualitaria, se agendaron y pusieron a disposición de los participantes, una serie de cursos o talleres de formación y tutoriales, enfocados al proyecto a desarrollar para el concurso. Los talleres se impartieron en vivo de manera virtual mediante la plataforma ZOOM, en un horario que permitiera la conexión de la mayoría de los participantes y profesores, ya que serían de diferentes países. Sin embargo, todas las sesiones fueron grabadas para aquellas personas que no pudieron estar presentes o para consultas futuras, estas sesiones se encuentran en la página oficial de Iniciativa BIM (<https://iniciativabim.org/>). Por otro lado, los tutoriales fueron grabados y proporcionados

a los participantes del concurso en la plataforma usBIM, misma donde se administraron las bases y entregas de cada equipo participante. La plataforma usBIM es un sistema integrado para la digitalización en el sector de la construcción e infraestructura de manera fácil, segura y colaborativa, mediante el cual se puede trabajar en tiempo real con los participantes de un proyecto (ingenieros, arquitectos, empresas, administradores de proyecto, etc.), con distintos dispositivos (pc, tabletas, smartphone, etc.) y desde cualquier lugar (usBIM, 2021).

El objetivo de los cursos fue cubrir conceptos teóricos de BIM, que abarcaron desde fundamentos hasta temas más avanzados como estándares BIM y el Plan de Ejecución. Los tutoriales, por otro lado, tuvieron como objetivo mostrar como plasmar los conceptos, estándares y requerimientos del Plan de Ejecución BIM en los modelos IFC y nativos, mostrando desde cómo descargar e instalar herramientas de interoperabilidad, hasta crear parámetros, clasificar elementos de acuerdo con un estándar y exportarlos a IFC como Pset (IFC Property set).

Los talleres impartidos a participantes y disponibles para todo público fueron los siguientes:

- Fundamentos BIM, por la Dra. Lourdes Gómez Lara y el Dr. Sergio Álvarez Romero, de la UADY, con duración de 3 horas.
- Plan de Ejecución BIM (características, alcances, procesos), con duración de horas 6 horas, impartido por la Arq. María de los Ángeles Caripa, B-Wise, desde Chile.
- Plannerly/usBIM.10 Plataforma de gestión de proyectos, ambiente de trabajo único que permite gestionar y visualizar todos los modelos BIM directamente on-line utilizando únicamente un web browser, impartido por la Arq. María de los Ángeles Caripa y el Dr. Sergio Álvarez.
- Estándares abiertos, impartido por la Dra. Lourdes Gómez y el Dr. Sergio Álvarez.
- Taller GERDAU-Corsa, ¿Cuándo construir en acero?, impartido por el Ing. Carlos Cházaro.

Los cursos y tutoriales resultaron un acierto para el concurso, ya que la participación de los estudiantes en estas actividades fue alta y resaltaron su utilidad no solo para poder cumplir con los entregables de cada etapa, también como conocimiento valioso para aplicar en proyectos futuros. Cabe mencionar que a todos los participantes se les entregaron diplomas de participación, licencias, acceso a las plataformas de trabajo utilizadas por tiempo indefinido.

Recursos compartidos

El comité organizador puso a disposición de los concursantes una serie de recursos compartidos, tales como: documentos con especificaciones, lineamientos, normas, modelos y plantillas que los concursantes necesitan para el desarrollo del diseño, modelos de información y los planes de ejecución BIM (ver Tabla 1). Dichos recursos sólo estaban disponibles para los equipos registrados en el concurso y se encontraban alojados en una carpeta del entorno común de datos (us-BIM), que se utilizó en el concurso como medio de intercambio de información.

Documento	Descripción
Requerimientos de Información de la Organización (OIR)	Documento que describe la motivación para realizar este concurso académico apegándose a un contexto realista bajo los lineamientos ISO 19650 y un estándar abierto.
Requerimientos de Información del proyecto (PIR)	Documento que describe los objetivos estratégicos del concurso, los lineamientos de diseño del edificio y las características funcionales y técnicas requeridas en el edificio.
Requerimientos de Intercambio de Información (EIR)	Documento que especifica los requerimientos básicos para el Modelado de la Información para la Construcción (BIM) alineados a la ISO 19650 bajo un estándar abierto.
Alcance de los Requerimientos de Intercambio de Información	Documento que define a detalle los requerimientos de intercambio de información, por elementos del modelo de información y, por hitos del concurso.
Pset BEP_	Documento con la especificación del Pset de propiedades de acuerdo al esquema IFC 2x3 y el MVD Coordination View 2.0 para las entidades del modelo de información.
Condiciones Existentes	Archivo IFC con los principales elementos del terreno, del proyecto y de sus zonas aledañas. Incluye la topografía del terreno.
Información Climatológica	Documentos y cartas climatológicas de la Ciudad de Mérida, Yucatán
Guía del Reglamento de Construcción	Guía con los lineamientos principales del Reglamento de construcciones de la Ciudad de Mérida Yucatán, México, que los concursantes deben tomar en cuenta para sus diseños.
Plantilla para el Plan de Ejecución BIM Preliminar	Plantilla para el Plan de Ejecución BIM Preliminar, basado en la Norma BIM Chilena.
Plantilla para el Plan de Ejecución BIM Definitivo	Plantilla para el Plan de Ejecución BIM Definitivo, basado en la Norma BIM Chilena.

Especificación LOD BIM Forum 2020	Especificación para definir el nivel de desarrollo gráfico y semántico de las entidades del modelo.
Omniclass Tabla 13	Estándar para el nombramiento de espacios del edificio.
Omniclass Tabla 23	Estándar para el nombramiento de los elementos del modelo de información.
Clasificación basada en Uniformat II	Códigos y nombres para clasificar los elementos del modelo de información en formato Excel y Catálogo Keynote.
Manual de Normas Técnicas de Accesibilidad 2016, CDMX	Documento de apoyo, que contiene criterios, especificaciones y gráficos que toman en cuenta las necesidades de las personas con discapacidad física, sensorial, intelectual o algún tipo de limitación temporal.

Tabla 1. Recursos compartidos.

The BIM Management Platform

1 PEB Preliminar

1.1 Plan de Ejecución BIM Preliminar

INFORMACIÓN DEL PROYECTO

Solicitante:	Comité Organizador
Nombre del proyecto:	Reto Universitario BIMLATAM
Ubicación del Proyecto:	Campus de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Yucatán, Mérida Yucatán, México
Tipo de contrato:	
Descripción del proyecto:	Sala de docentes de un nivel, de 98 m2 de construcción, con área de café, trabajo y lectura para 10 personas y área de servicios
Numero de contrato:	Algún numero relacionado consu numero de equipo
Numero de proyecto:	No se les dió información específica, que pongan algo congruente: 001. RUBLD1, etc

Figura 5. Ejemplo de guía de llenado de la rúbrica del Plan de Ejecución BIM preliminar.

Evaluación

A fin de facilitar y hacer más eficiente el proceso de evaluación de las propuestas de los equipos participantes, los organizadores se dieron a la tarea de crear rúbricas que incluían todos los puntos evaluados y las características de cada nivel de cumplimiento y su respectiva puntuación. También se crearon guías de las respuestas válidas para los planes de ejecución BIM (ver Figura 5). Las rúbricas y guías se realizaron tanto para los entregables de la primera como la segunda fase del concurso.

El mayor desafío para la primera fase fue crear el Plan de Ejecución BIM, ya que es una práctica que la industria está apenas comenzando a implementar (Abdirad 2017) y poco probable que los estudiantes tuvieran experiencia en ella, sin embargo, este fue uno de los objetivos del concurso, exponer a los estudiantes a este proceso facilitándoles talleres y tutoriales, y por esta razón a este aspecto se le dio más peso en los entregables de la primera fase. Para la segunda fase el crear la versión final representó un reto menor una vez que se ha hecho la preliminar, sin embargo, la segunda fase incluye el reto de crear

el modelo de acuerdo con el plan de ejecución BIM (Hopper 2012) que ellos mismos definieron para cumplir con los requerimientos de información del reto, por lo que en la segunda fase el modelo digital tuvo una mayor ponderación entre los entregables de esta fase. A continuación, se presentan los entregables y sus ponderaciones para cada fase:

Primera fase

Plan de Ejecución BIM	50%
Modelo Digital	20%
Documentación	30%

Segunda fase

Plan de Ejecución BIM	30%
Modelo Digital	40%
Documentación	30%

La primera fase del concurso fue evaluada por los integrantes del Comité Organizador. La Segunda fase fue evaluada por un Jurado Internacional, conformado por destacados profesionistas con amplia experiencia y conocimiento de la metodología BIM.

Arq. María de los Ángeles Caripa Gutiérrez. Arquitecta con experiencia implementando procesos de gestión y colaboración mediante estándares openBIM y agilidad, actualmente es directora en B-Wise BIM Chile. También, es profesora universitaria de pregrado en tecnologías BIM y taller arquitectónico.

Arq. Belcky D. Torres Calderón. Mediante su proyecto BIM viste de Prada de Nicaragua destaca el rol femenino en la industria AEC, convirtiéndose además en la representante regional para Centro América y el Caribe de la ONG Women in BIM de UK. Actualmente es la primera nicaragüense con la certificación CM-BIM por parte de la asociación de contratistas de América, propietaria de Calderón Estudio y gerente de capacitaciones de BIM Central en Cancún México.

Arq. Ignasi Pérez Arnal. CEO de BIM Academy, director del Internacional Master Degree in Digital Technologies for Smart Sustainable Cities, Master BIM en Ingeniería Civil y del Master Construction Project Manager, miembro de buildingSMART Spanish Chapter, BAF, esBAF Y GUBIMCAT, y es uno de los redactores del Libro Blanco para la Implementación de BIM en la Generalitat de Catalunya a través de la Comisión Construir Futuro del ITeC-Institut Technologic de la construcción de Catalunya.

Arq. David Delgado Vendrell. CEO de DDV (desde 2004), una consultora BIM especialmente enfocada a implementar esta tecnología en el sector público y también en empresas privadas que trabajan en las diferentes etapas del ciclo de vida del activo. También colabora en la Comisión "Construimos el Futuro" del ITEC en Cataluña, en la representación de buildingSMART Spanish Chapter. Es coautor del sistema de clasificación BIM "GuBIMclass", una iniciativa de GuBIMCat e Infraestructuras de Catalunya.

Arq. Pedro Herrera. Consultor BIM Panamá, especialista en la Metodología BIM desde el 2013, cuenta con la certificación Máster BIM Manager de Autodesk y la certificación CM-BIM otorgada por la asociación de contratistas generales de Estados Unidos, autor de libros BIM: Conceptos básicos y Guía de adopción.

Arq. Rubén Rivas Maldonado. Senior Designer en Callison RTKL México.

La evaluación se llevó a cabo utilizando la plataforma usBIM para revisar las entregas de los concursantes (ver Figura 6) y de la plataforma BIMCollab Zoom para la revisión detallada de los modelos. Para lo anterior, se facilitó al jurado, el acceso a la plataforma usBIM de Acca Software y licencia académica para el uso de la versión completa de BIMCollab Zoom. En la plataforma usBIM, se revisó que se hubiesen creado las carpetas y respetado la nomenclatura requerida en el punto 4.3 del documento Requerimientos de Intercambio de Información (EIR) (ver Figura 7).

Mis documentos > Entrega Segunda Fase > Segunda Fase BIM-PEB-21-02

Buscar...  

<input type="checkbox"/>	Nombre ↑	Fecha	Dimensión	VRS
	01 Plan de Ejecución BIM	23/07/2021 20:15		  
	02 Modelos nativos	23/07/2021 20:16		  
	03 Modelos IFC	23/07/2021 20:16		  
	04 Planos PDF	23/07/2021 20:16		  

Figura 6. Ejemplo de Carpetas en usBIM de la entrega de un concursante.

Entregable	Nombre del archivo (entregable)
Plan de ejecución BIM	EQXX-PEB-Fase 1, Ejemplo: EQ01-PEB-Fase 1 EQXX-PEB-Fase 2, Ejemplo: EQ01-PEB-Fase 2
Modelos nativos	EQXX-Versión del software-Especialidad. por ejemplo: 2019-EQ01-A.rvt; 2019-EQ01-IE.rvt, etc.
Laminas	EQXX-Lamina X, por ejemplo: EQ01-Lamina 1; EQ02-Lamina 2, etc.
Modelos IFC	EQXX-Especialidad, por ejemplo: EQ01-A.ifc; EQ01-E.ifc; etc.
Planos	EQXX-Clave del plano-Número consecutivo, por ejemplo: EQ01-E-01; EQ01-E-02; etc. Cada paquete de planos debe estar dentro de una carpeta con el nombre de la especialidad correspondiente.

Nota 1: En los nombres de los archivos, sustituir las XX por los dos últimos dígitos del registro de su equipo en el concurso.

Nota 2: La tabla de las especialidades y sus respectivas claves se encuentra en la Tabla 1 de la sección 2.1 de "Requerimientos de Información del Proyecto" del PIR

Figura 7. Nombres requeridos de los archivos entregables

La plataforma usBIM permitió al jurado poder evaluar de manera visual los modelos federados, e identificar si los modelos presentaban un problema de posición. El encontrar un problema de posición implicó una doble penalización para el equipo concursante, ya que, al no estar correctamente posicionados los modelos federados, el análisis de interferencias no puede ser validado.

Además de la revisión visual de los modelos federados se realizó una revisión objetiva utilizando la herramienta BIMCollab Zoom en la que se

le facilitó al jurado sets de reglas que evaluarán las interferencias entre los elementos de los modelos que se requirió en el EIR su coordinación. Así también, el jurado contó con sets de reglas que evaluarán la correcta clasificación requerida de los elementos de los modelos (Clasificación de elementos con Uniformat y Omiclass; Clasificación de espacios con Omniclass), así como la inclusión del Pset en el IFC con los parámetros y la información requerida (ver Figura 8 y Figura 9)

Pset BEP_

Todas las entidades deben de estar asociadas con este set de propiedades en el formato IFC, el nombre del Pset debe de comenzar con los caracteres "Pset BEP_" los caracteres posteriores son de libre uso por los concursantes, de acuerdo con las necesidades de la herramienta de autoría y estrategia de modelado que utilicen.

Los parámetros del set se definen en la tabla 1.

Los parámetros obligatorios para cada entidad se muestran en la tabla 2.

Tabla 1 Definición de los parámetros del set de propiedades "Pset BEP_"

Parámetro	Descripción	Tipo	Unidad
Est_Clave	Clave de nomenclatura de acuerdo a las tablas 13 para nombres de los espacios y tabla 23 para las entidades del modelo de información.	Texto	N/A
Est_Nombre	Nombre en español equivalente de las tablas 13 para nombres de los espacios y tabla 23 para las entidades del modelo de información.	Texto	N/A
UF_Clave	Clave de clasificación del elemento de acuerdo al Uniformat II declarado en el alcance (Scope)	Texto	N/A
UF_Descripcion	Nombre de la categoría de elementos de acuerdo al Uniformat II declarado en el alcance (Scope)	Texto	N/A
Seccion_A	En elementos estructurales, la dimension base (horizontal para trabes) de la sección transversal de elementos rectangulares.	Número	metros
Seccion_B	En elementos estructurales, la dimension secundaria (vertical para trabes) de la sección transversal de elementos rectangulares.	Número	metros
Espesor	Espesor del elemento, aplica para elementos de forma plana, horizontales y verticales, como por ejemplo las losas, paneles, placas, capas de elementos compuestos, etc.	Número	metros
Ancho	Dimension menor (horizontal para elementos verticales). Aplica para elementos de forma plana, horizontales y verticales, como por ejemplo las losas, paneles, placas, puertas, ventanas, aberturas, etc.	Número	metros
Longitud	Dimensión mayor del elemento.	Número	metros
Altura	Dimensión vertical del elemento. Aplica solo para elementos verticales.	Número	metros
Area	Area de la proyección principal del elemento.	Número	metros cuadrados
Volumen	Volumen del elemento	Número	metros cúbicos
Diametro	Diametro del elemento. Para elementos con sección transversal cilíndrica, como barras de acero, tuberías, accesorios de tuberías, columnas, etc.	Número	metros
Peso	Peso de los elementos estructurales de acero.	Número	kilogramos

Figura 8. Parámetros requeridos en el modelo IFC.

Tabla 2 Parámetros obligatorias para cada entidad del modelo de información, X=obligatorio, #=sólo cuando aplique para la entidad.

Entidad	Concepto IFC	Pset BEP													
		Est_Clave	Est_Nombre	UF_Clave	UF_Descripcion	Seccion_A	Seccion_B	Espesor	Ancho	Longitud	Altura	Area	Volumen	Diametro	Peso
Proyecto	IfcProject														
Terreno, topografía	IfcSite														
Edificio	IfcBuilding														
Niveles	IfcBuildingStorey														
Ejes	IfcGrid														
Espacios, Áreas	IfcSpace	X	X	X	X						X	#			
Elementos Genéricos, especiales	IfcBuildingElementProxyType	X	X	X	X	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
Falsos Plafones, Acabados y Recubrimientos	IfcCovering	X	X	X	X			X	X	X	#	X	#		
Mobiliario	IfcFurnishingElement	X	X	X	X	#	#	#	#	#	#	#	#	#	#
Aberturas	IfcOpeningElement	X	X	X	X				X		X	X			
Vigas	IfcBeam	X	X	X	X	X	X			X			#	#	#
Columnas	IfcColumn	X	X	X	X	X	X			X			#	#	#
Muros Cortina	IfcCurtainWall	X	X	X	X					X	X	X			
Puertas	IfcDoor	X	X	X	X				X		X	X			
Elementos estructurales secundarios	IfcMember	X	X	X	X	X	X	#	#	X	#	#	#	#	#
Barandales	IfcRailing	X	X	X	X					X	X				
Rampas	IfcRamp	X	X	X	X				X	X		X	#		
Techos y cubiertas	IfcRoof	X	X	X	X			X	X	X		X	#		
Losas	IfcSlab	X	X	X	X			X	X	X		X	X		
Escaleras	IfcStair	X	X	X	X				#	#		X	#		
Muros	IfcWall	X	X	X	X			X		X	X	X	X		
Ventanas	IfcWindow	X	X	X	X				X		X	X			
Tuberías y ductos	IfcFlowSegment	X	X	X	X					X				X	
Accesorios de tuberías y ductos	IfcFlowFitting	X	X	X	X					X				X	

Figura 9. Parámetros requeridos para los distintos elementos IFC.

Resultados

Se registraron un total 20 equipos inscritos, compuestos por 69 estudiantes (23 mujeres y 46 hombres), parte de los requisitos era que los estudiantes presentaran un documento oficial que comprobara que eran estudiantes activos.

El total de instituciones participantes fueron 19, distribuidas en 4 países: Perú, Chile, Nicaragua y México. En la Tabla 2 se listan los nombres de las instituciones representadas en el Reto Universitario BIM LATAM PEB + 3D BIM :

1	Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco	Perú
2	Universidad Autónoma de Yucatán	México
3	Universidad de Guadalajara	México
4	Centro de Enseñanza Técnica Industrial CETI	México
5	ITESO	México
6	Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco	México
7	Instituto Duoc Uc Sede Alameda, Santiago Chile	Chile
8	Universidad Iberoamericana León	México
9	Universidad de Guanajuato	México
10	Universidad Nacional de Ingeniería UNI	Nicaragua
11	Universidad Americana UAM	Nicaragua
12	Universidad del Valle UNIVALLE	Nicaragua
13	Universidad LaSalle	México
14	ESIA Tecamachalco IPN	México
15	Universidad Anáhuac Campus Norte	México
16	ESIA Zacatenco IPN	México
17	UNIACC Universidad de Artes, Ciencia y Comunicación	Chile
18	Universidad Anáhuac Cancún	México
19	Tecnológico José Mario Molina Pasquel y Henríquez	México

Tabla 2. Instituciones representadas en el Reto Universitario BIM LATAM PEB + 3D

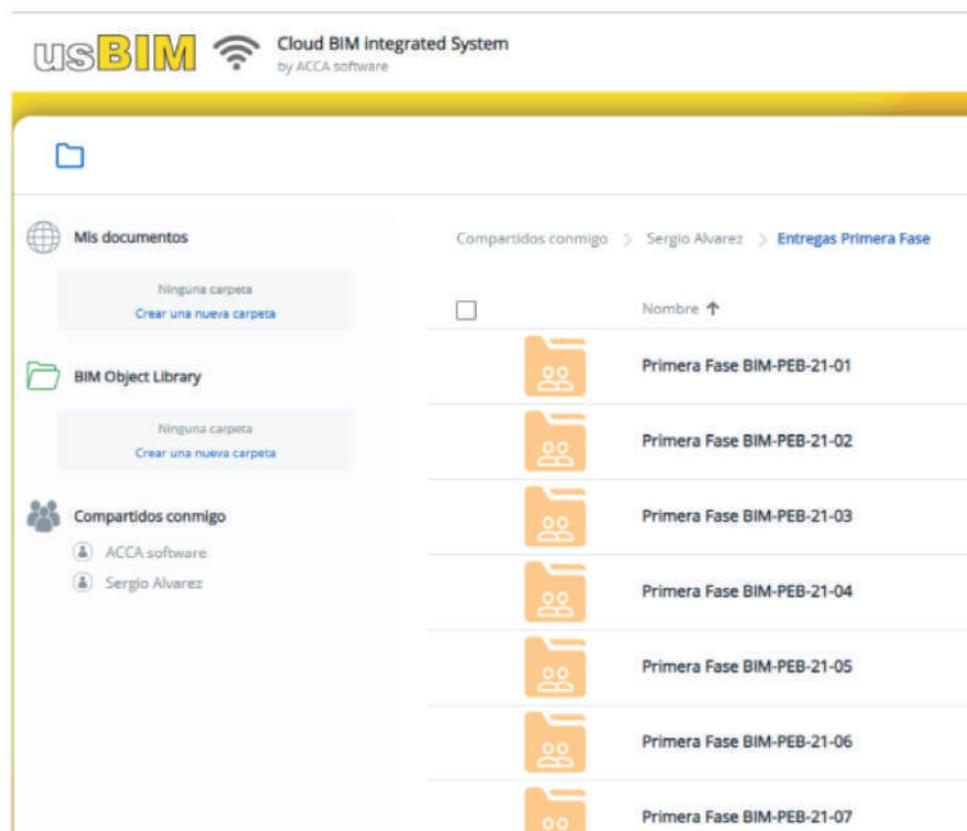


Figura 10. Carpetas creadas en usBIM para la entrega de documentos de la primera fase.

A cada equipo de participantes se les asignó una carpeta en el entorno común de datos usBIM de ACCA Software, tanto para la primera fase como para la segunda (ver Figura 10), para que ahí realizaran la entrega formal de sus propuestas de acuerdo con los solicitado en el documento: Requerimientos de Intercambio de Información.

En la primera etapa, 10 de los 20 equipos registrados entregaron la documentación solicitada, los cuales fueron evaluados por el Comité Organizador, para lo cual se utilizaron las rúbricas

previamente elaboradas. De los 10 equipos se seleccionaron como finalistas 6 equipos: BIM-BEP-21-2, BIM-BEP-21-4, BIM-BEP-21-6, BIM-BEP-21-7, BIM-BEP-21-11 y BIM-BEP-21-13, los cuales obtuvieron valoraciones más altas, de acuerdo con los criterios de evaluación establecidos. En las siguientes Figuras (11, 12, 13, 14, 15 y 16) se muestran imágenes de los 6 proyectos finalistas.



Figura 11. Proyecto equipo BIM-BEP-21-2.



Figura 12. Proyecto equipo BIM-BEP-21-4.

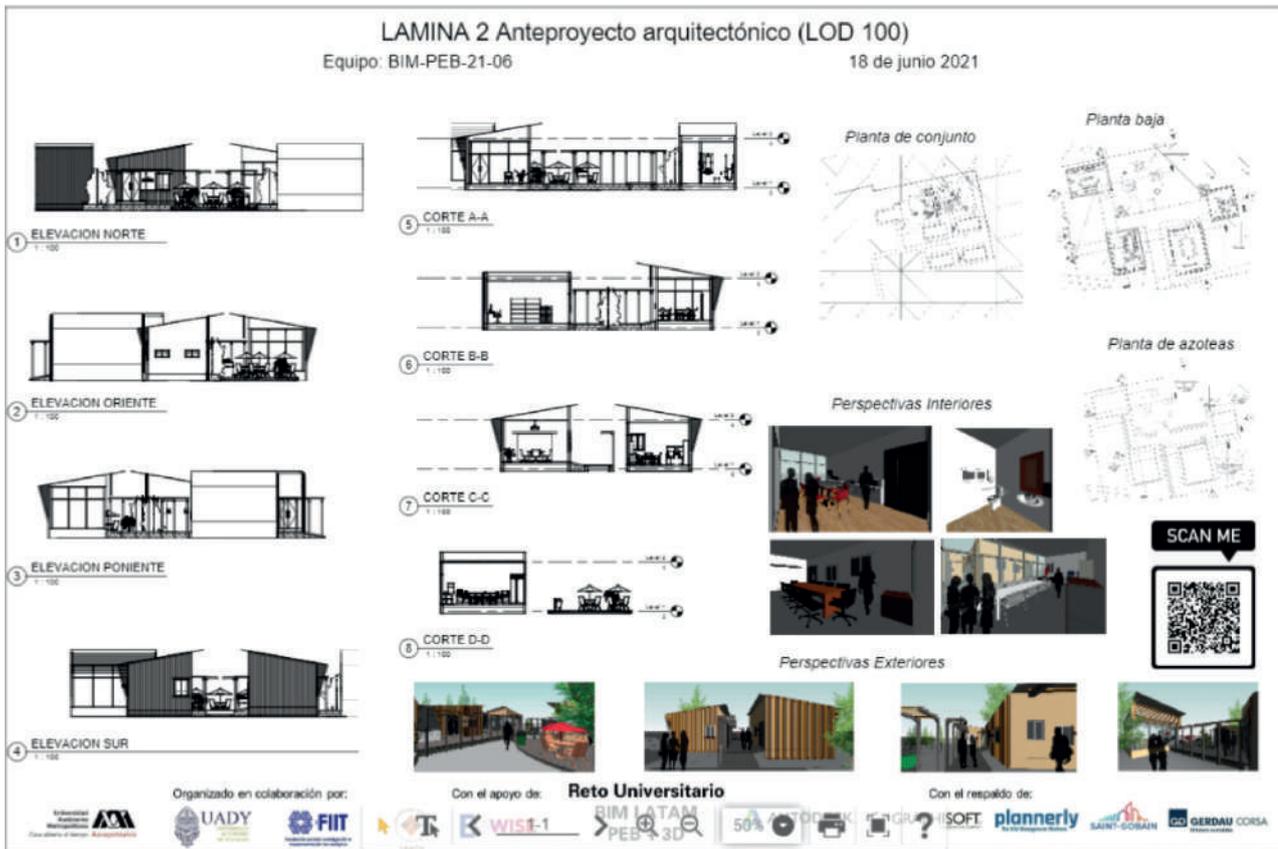


Figura 13. Proyecto equipo BIM-BEP-21-6.

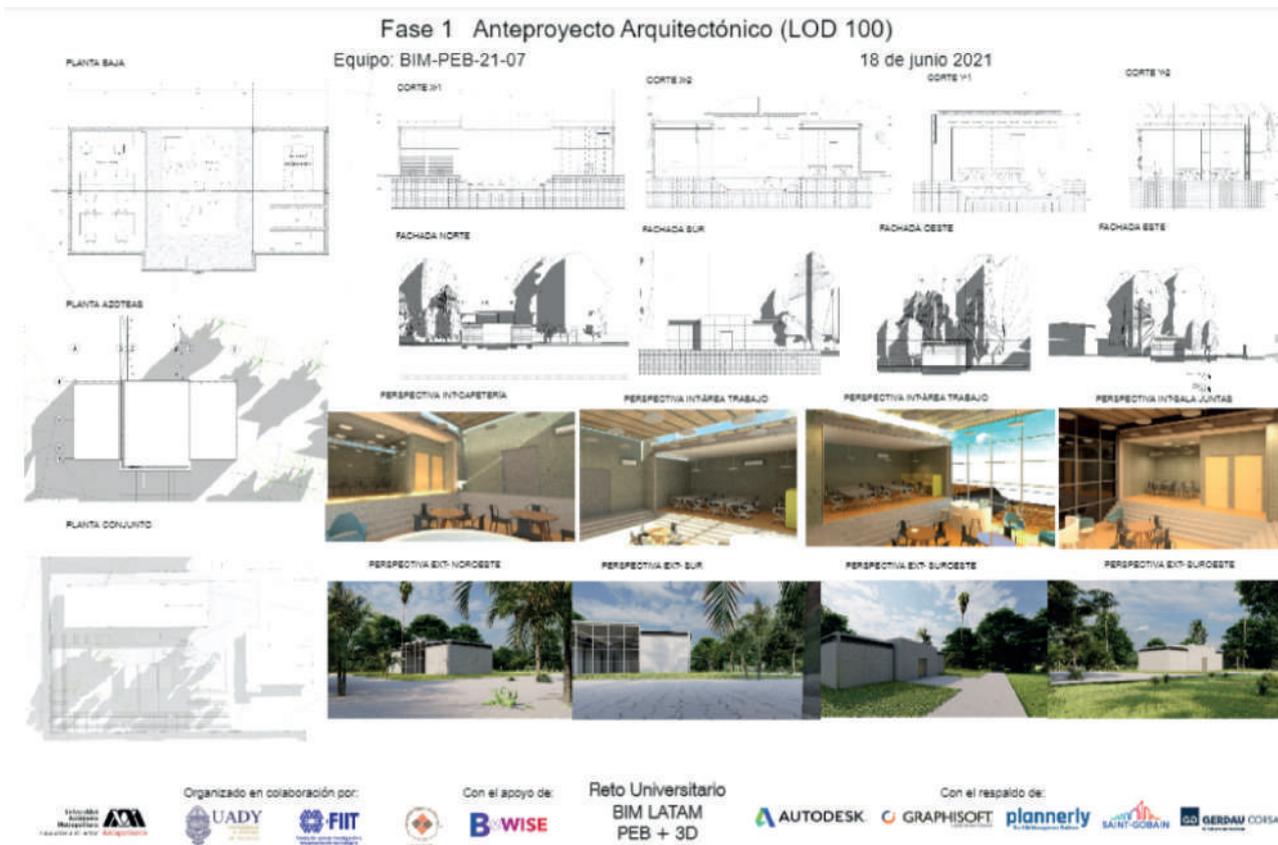


Figura 14. Proyecto equipo BIM-BEP-21-7.



Figura 15. Proyecto equipo BIM-BEP-21-11



Figura 16. Proyecto equipo BIM-BEP-21-13

Los 6 equipos finalistas fueron evaluados por el jurado internacional, mediante reunión virtual, donde se apoyó a los integrantes por parte de un representante del comité organizador como soporte para sustentar dudas (ver Figura 17).

Producto de dicha evaluación se obtuvieron a los equipos ganadores, donde el primer lugar lo obtuvo la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco, equipo integrado por los estudiantes: Harumi Anahí Velázquez Villaderos, Brian Adrián Sánchez García, Carlos Alberto Franco Godínez y Marcelo Guerrero Lezama.

El segundo lugar lo obtuvo el Instituto Duoc Uc Sede Alameda, Santiago Chile, cuyo equipo estuvo integrado por: Yuri Andrea Hernández Echeverri, Catalina Constanza Hernández Martínez, Vania Yullisa Amigo Caniguan y Victoria Millaray Fernández Peso.

El tercer lugar lo obtuvo la Universidad Autónoma de Yucatán, el equipo estuvo integrado por: Roger Jesús Maas Cob, Erick Jesús Méndez Carrillo y Luis Arturo Aguirre Salinas.

Los premios consistieron en constancias, capacitaciones, licencias, acceso a plataformas de trabajo por tiempo especificado y, premios en especie por las empresas patrocinadoras dentro de los cuales se mencionan los siguientes:

Por parte de Graphisoft México los integrantes de los equipos ganadores recibieron un vale del 100% de descuento en los cursos listados en la Tabla 3, los cuales podrán hacerlo válido en los 18 meses siguientes a la fecha de publicación de ganadores (2 de julio de 2021).

The screenshot shows a virtual meeting interface with six participants: Molsés Bustos, María de los Ángeles, Belcky Torres Cal, David Delgado V., Ignasi Pérez Arnal, and Pedro Herrera. The main content is a presentation slide titled 'Plataforma para el Plan de Ejecución BIM Definitivo 2.0'. The slide includes a table with the following data:

correspondientes al EAM indicado					# Anexo A100-Plan de ejecución BIM del documento "Estándares BIMPEB-21-13"
*Revístele al subíndice indicado en el Anexo A100-Plan de ejecución BIM del documento "Estándares BIMPEB-21-13"					
powered by plannerly.com					
El documento: 529v928ruakd77g0023					
					"Estándares BIM PER21-13"
Espacio de revisión y validación colaborativa interdisciplinaria (virtual o física)	SI	Gestión	Navit / BIM 360	2021	*Revístele al subíndice 6.1 en el Anexo A100-Plan de ejecución BIM del documento "Estándares BIM PER21-13"
Normativa vigente según especialidad	SI	Gestión	Reglamento de construcciones del municipio de México / Manual de normas técnicas de accesibilidad 2018 CONEVAL	2021	N/A
Hardware apto para procesar modelos BIM	SI	Gestión	Requisitos (PDR) Procesador Intel(R) Core(TM) i7-1709HQ CPU @ 2.80GHz 3.81 GHz RAM 16GB eguamente	N/A	N/A
Infraestructura TI necesaria	SI	Gestión	Internet velocidad de descarga 30 Mbps y velocidad de carga 15 Mbps equivalente	N/A	N/A

Autoría de diseño:¹⁴ Uso de software de creación BIM para desarrollar un modelo con 3D e información de atributos adicionales para el diseño de una instalación aprovechando una biblioteca de elementos de diseño paramétrico.

Recursos	Cuenta con el Recurso	con el Disciplina	Especificación de Software o Hardware	de Versión	Evidencia
Software de revisión de modelos BIM	SI	Proyecto de arquitectura	REVIT	2021	*Revístele al subíndice 6.1 en el Anexo A100-Plan de ejecución

Figura 17. Evaluación de la segunda fase por parte del jurado internacional.

Curso	Nivel	Formato	Duración (hrs)
Habilidades básicas de Archicad	Principiante	Curso en línea Auto guiado	4.5
Mi primer proyecto en Archicad	Principiante	Curso en línea Auto guiado	2.5
Flujo de trabajo de diseño Arquitectónico	Avanzado	Autoguiado	1.5
Flujo de trabajo de diseño Estructural Integrado	Avanzado	Curso en línea Auto guiado	3
Vigas y columnas en Archicad	Avanzado	Curso en línea Auto guiado	1
Perfiles complejos paramétricos en Archicad	Avanzado	Curso en línea Auto guiado	0.5
Muros cortina en Archicad	Avanzado	Curso en línea Auto guiado	1.5
Escaleras y barandillas en Archicad	Avanzado	Curso en línea Auto guiado	3
Paquete de herramientas de modelado	Principiante-intermedio	Curso en línea Auto guiado	NE

Tabla 3. Premio: Cursos de Graphisoft México.

Por parte de Plannerly los premios consistieron en Licencias de Plan de Empresa (una por cada equipo ganador) durante 1 año que incluye: Marca gratuita Integración BIM 360, el Plan de empresa contempla 3 proyectos (cada uno incluye 10 usuarios espectadores ilimitados, y todas las funciones de Plannerly habilitadas).

Por parte de Autodesk los premios entregados fueron los siguientes: Certificación Usuario Revit, tres talleres con duración de 2 horas cada uno: Taller Diseño Generativo, Taller BIM Collaborate, y Taller Forge.

Los Premios GERDAU-Corsa / Saint-Gobain consistieron en: Curso "LEED y prácticas sustentables en la construcción" para integrantes de los equipos ganadores del 1º, 2º y 3er lugar, y pago de examen de certificación al equipo que obtuvo el 1er lugar.

Conclusiones y trabajos futuros

La primera edición del Reto Universitario BIM LATAM PEB + 3D resultó muy satisfactoria, ya que tuvo participación de poco más de sesenta estudiantes, de diferentes universidades de distintos países, divididos en veinte equipos; a esto se le suman los asesores de cada equipo, Comité Organizador, jurado y ponentes.

A pesar de los tiempos de entrega del Reto, combinados con los cursos regulares y tiempos de cada alumno en su propia universidad, los equipos hicieron entregas completas en ambas fases, con la calidad solicitada en las bases. Asimismo, la participación de los estudiantes en los cursos y talleres impartidos durante este reto fue alta, y participativa haciendo preguntas para el desarrollo de su proyecto y resaltando el valor de todo el conocimiento aprendido, tanto práctico como teórico.

Todas las actividades del Reto proporcionaron una gran cantidad de conocimiento nuevo para los estudiantes, en forma de tutoriales, documentos con especificaciones, lineamientos, normas, modelos y plantillas.

La primera edición del Reto Universitario BIM LATAM PEB + 3D abarcó un tema difícil y que aún no es tan conocido en la industria de la construcción en México y en otros países, que es el Plan de Ejecución BIM. Este concurso fue punta de lanza para dar a conocer en un ambiente académico y profesional, no solo la metodología BIM, sino la importancia de tener un buen Plan de Ejecución BIM para el desarrollo de los proyectos, así como los diferentes estándares internacionales para la exitosa ejecución e implementación de BIM en los proyectos de construcción.

Este tipo de concursos y ponencias les brinda a los estudiantes oportunidades a futuro, porque obtienen, además del conocimiento ya mencionado, la experiencia de trabajar dentro de un equipo multidisciplinario, colaborativo y a distancia, permitiéndoles desarrollar habilidades para tener un mejor desempeño en el ambiente laboral, así como mejorar su currículo para cuando egresen de sus universidades.

Desde el punto de vista organizacional, el Reto Universitario BIM LATAM PEB + 3D fue un esfuerzo en conjunto de profesores respaldados por sus universidades, profesionistas y empresas que apoyaron con su tiempo, licencias y otros recursos, para poder llevar a cabo de manera exitosa el evento, todos con el objetivo en común de la correcta difusión del conocimiento de BIM.

Una de las áreas a mejorar son los tiempos y fechas de las actividades del Reto en concordancia con agendas académicas de los alumnos, con el fin de promover una mayor participación en futuros concursos. Otra área de mejora es la traducción de los documentos entregados, ya que, al ser participantes de diferentes países, existe mucha confusión en algunos términos técnicos.

Agradecimientos

Las actividades de coordinación para la consolidación de este evento han sido realizadas por académicos de la Universidad Anáhuac Cancún, la Universidad Autónoma de Yucatán, la Universidad Autónoma Metropolitana Unidad Azcapotzalco, así como presidente y coordinador de la Fundación para la Investigación e Implementación Tecnológica, que agrupa instituciones educativas como la Universidad de Guanajuato, La Salle Bajío y la Universidad Iberoamericana León.

A las empresas patrocinadoras que aportan los premios a los ganadores: Autodesk, Graphisoft, Plannerly, Saint-Gobain y GERDAU-Corsa.

A los integrantes del Jurado Internacional: Arq. María de los Ángeles Caripa, Arq. Belcky Torres Calderón, Arq. Ignasi Pérez Arnal, Arq. David Delgado Vendrell, Arq. Pedro Herrera y Arq. Rubén Rivas Maldonado.

Agradecemos especialmente el respaldo de B Wise BIM Chile a través de la Arq. María de los

Ángeles Caripa Gutierrez.

A los equipos de apoyo en cada una de las instituciones.

Referencias

Abdirad. (2017). Metric-based BIM implementation assessment: a review of research and practice. *Architectural Engineering and Design Management*, 13(1), 52–78. <https://doi.org/10.1080/17452007.2016.1183474>

AEC (UK) BIM Protocol Project BIM Execution Plan. Implementing UK BIM Standards for the Architectural, Engineering and Construction industry. A pro-forma guidance. Version 2.0. United Kingdom. 2012.

Álvarez, Sergio, González, Antonio, Zaragoza, Nicolás, Audévez, Selene. The effectiveness of different Methodologies in Gathering Information for developing BIM Models to support OPERATION AND Maintenance of existing buildings. *Journal of Building construction and Planning Design*. Vol 6, No. 4. 2018.

Audévez, Selene, Álvarez, Sergio, González, Antonio. Experiencias de la enseñanza de la tecnología BIM a nivel posgrado en ingeniería. *Compilación de artículos de investigación Administración y Tecnología para el Diseño*. México, 2017.

BIM FORUM 2019. Level of Development (LOD) Specification Part I and commentary For Model Information Models and data. <http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>). Copyright © 2019 by BIMForum. USA, 2019.

BIM Operate, Construct, Design Plan. Planning Execution Plan Guide, Version 3.0. Publication Draft.

Bsi group. recuperado el 21 de diciembre de 2021. <https://www.bsigroup.com/es-ES/iso-19650/>

Estándar BIM para proyectos públicos. Intercambio de Información entre solicitante y proveedores. (Planbim Chile). Comité de Transformación Digital CORFO. Chile. 2019. <https://planbim.cl/>

Eastman, Chuck, Teicholtz, Paul, Sacks, Rafael, Liston, Kathleen. *Bim Handbook. A guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors*. John Wiley and Sons, Inc. 3ª. Edición Penn State University, USA. 2011.

Hooper, & Ekholm, A. (2012). A BIM-Info delivery protocol. *The Australasian Journal of Construction Economics and Building*, 12(4), 39–52. <https://doi.org/10.5130/AJCEB.v12i4.3031>

Implementación BIM-Gobierno Argentina. Ministerio del Interior. Obras Públicas y Vivienda. Presidencia de la Nación. SIBIM Sistema de Implementación BIM. Argentina. 2019.

Integrated Project Delivery. An Action Guide for Leaders. Charles Pankow Foundation. Center for Innovation in the Design and Construction Industry (CIDCI). Integrated Project Delivery Alliance (IPDA). 2015.

Integrated Project Delivery. A guide. AIA National. AIA California Council. The American Institute of Architects. 2007.

Nieto Enrique, Rico Fernando, Moyano Juan José, Díaz Pablo, Antón Daniel. Implementation of BIM Methodology in the University degree of Building Modeling of Workshop-Integrator in the subject of graphic expression of technologies. Universidad de Sevilla, España. 2017.

Norma Mexicana BIM C-527-1-ONNC-CE-2017. Organización Nacional de Normalización y Certificación de la Construcción y Edificación S.C.

Norma ISO 19650-1 Organización y digitalización de la información relativa a trabajos de edificación y de ingeniería civil, incluyendo BIM. Parte 1. Conceptos y Principios (Concepts and Principles).

Norma ISO 19650-2 Parte 2. Fase de producción de los archivos (Delivery phase of the assets).

Norma ISO 19650-3:2020 Gestión de la información mediante la modelización de la infor-

mación de los edificios. (Operational phase of the assets).

Norma ISO 19650-5:2020 Gestión de la información mediante la modelización de la información de los edificios. Enfoque de Seguridad en la gestión de la información.

Documentos Penn State.

Pons Achell, Juan Felipe. *Introducción a Lean Construction*. Fundación Laboral de la Construcción. Madrid, España. 1914.

Pons Achell, Juan Felipe. *Lean Construction, las 10 claves del éxito para su implantación*. Consejo General de la Arquitectura Técnica de España. Madrid, España. 2021.

Protocolo BIM Fase proyecto (Miller & Co, Argentina).

Poó Rubio, Aurora et al. *BIM en la Construcción*. Universidad Autónoma Metropolitana, México, 2017.

Poó Rubio, Aurora et al. *BIM en la Universidad*. Universidad Autónoma Metropolitana, México, 2017.

Salazar, Guillermo, Álvarez, Sergio, Gómez, Lourdes. Building a BIM based platform to support construction methods and virtual construction methods at different universities. *BIM Academic Symposium*. 2015.

Salazar, Guillermo, Álvarez, Sergio, Gómez, Lourdes. *Site Building Integrated BIM Models Lessons in Education*. 10th BIM Academic Symposium 2016.

SHCP, MIC. *Estrategia de Implementación MIC en México*. Secretaría de Hacienda y Crédito Público. Subsecretaría de Egresos. Unidad de Inversiones. Marzo 2019 México.

Starting your journey with BIM. How to create and organise your processes in a digital environment. Lets Build.

usBIM. Recuperado el 21 de diciembre de 2021. <https://www.accasoftware.com/es/bim-management-system>

Yes, we BIM. EUBIM 2015. Congreso Internacional BIM/Encuentro de Usuarios BIM. Universidad Politécnica de Valencia, España. 2015

Young, Norbert W., Jones, Stephen A., Berenstein, Harvey M. Gudge, John E. The business value of BIM. Getting Building Information Modeling to the Bottom Line. McGraw Hill CONSTRUCTION Research and Analytics. Smart Market Report 2020.