

Simulación de obras civiles para una construcción sostenible

¹Roberto Quarroz, ¹Matias Argento, ¹Carlos María Chezzi, ¹Omar Faure y ²Ana Rosa Tymoschuk

¹Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Concordia, Grupo de Investigación en Modelado, Simulación y Control (GIMOSyC)

Salta 277, Concordia, Entre Ríos

+54 345 4214590

²Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe, Departamento Ingeniería en Sistemas de Información

Lavaise 610, Santa Fe, Santa Fe

+54 342 4601579

roberto.quarroz@gmail.com

matias.argento@hotmail.com

carlos_chezzi@frcon.utn.edu.ar

ofaure@frcu.utn.edu.ar

atymoschuk@frsf.utn.edu.ar

Resumen: Argentina, posee un déficit habitacional importante, no solo desde el punto de vista cuantitativo, sino también cualitativo, es por esto que las soluciones sociales, ambientales y constructivas adquieren fundamental importancia para el desarrollo nacional. Además, el uso eficiente de la energía convencional y la incorporación de energías alternativas es una necesidad. Por ello, en este trabajo se propone conceptualizar la construcción sostenible, presentar normas para la evaluación de obras civiles y mostrar el uso de una herramienta de simulación para evaluar indicadores en este sentido. Como herramienta de simulación se presenta el software Revit, que a través de un diseño 3D, la configuración de materiales, disposición de la obra y recursos de energía utilizados se evalúa el nivel de sostenibilidad logrado en el diseño.

Palabras Claves: construcción sostenible, herramientas informáticas, simulación, Revit.

1. Introducción

La urbanización ha tenido un fuerte impacto dentro del cambio climático a nivel global debido a la huella de carbono que genera cada nueva edificación o remodelación de construcciones existentes, es por esto que es necesario un cambio de paradigma acerca de los métodos en los que se planifican, diseñan y construyen obras civiles.

En octubre del año 1984 se reúne por primera vez la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo ante un llamado urgente de las Naciones Unidas por la necesidad de establecer una agenda global para el cambio, la misma 3 años más tarde emite un informe titulado "Our Common Future" (Nuestro Futuro Común) en el que se establecen tres mandatos fundamentales: (1) examinar temas críticos de desarrollos y medio ambiente y formular propuestas realistas, (2) proponer formas de cooperación internacional capaces de influir en la

formulación de las políticas con el fin de obtener los cambios requeridos y (3) promover los niveles de comprensión y compromiso.

En dicho informe, la Comisión estableció la definición de desarrollo sostenible, como “aquel que garantiza las necesidades del presente sin comprometer las posibilidades de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades”. En atención a esto, también se determinaron como temas de interés: Población y Recursos Humanos, Especies y Ecosistemas, Energía, Industria y Urbanización [1].

Respecto a la urbanización se ha planteado un cambio de paradigma acerca de los métodos en los que se planifican, diseñan y construyen obras civiles y para ello ha sido necesario aplicar la concepción determinada en el informe Brundtland [1] sobre desarrollo sostenible a la construcción, generando así una definición de construcción sostenible.

Como construcción sostenible “se puede referir a las mejores prácticas durante todo el ciclo de vida de las edificaciones (diseño, construcción y operación) las cuales aportan de forma efectiva a minimizar el impacto del sector en el cambio climático, el consumo de recursos y la pérdida de biodiversidad.”. La empresa Holcim [2] la define como “una manera de satisfacer las necesidades de vivienda e infraestructura del presente, sin comprometer la capacidad de generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades en tiempos venideros”.

En resumen, esto implica cuestiones tales como diseño y administración de edificaciones, construcción y rendimiento de materiales y uso de recursos, dentro de la órbita más amplia del desarrollo y la gestión urbanas.

Es claro que la eficiencia energética, el manejo racional de los materiales, la aplicación de criterios en la hora del diseño de las edificaciones y el control del consumo de recursos son herramientas claves para la sostenibilidad en obras civiles.

Las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (TIC) ofrecen métodos y herramientas para la formulación, la construcción y la simulación de modelos para la representación de infraestructura, comportamiento de los diferentes actores y reglas de operación a nivel funcional, como apoyo en la toma de decisiones de diseño [3]. De modo que se puedan identificar nuevas demandas con la incorporación de infraestructuras civiles, conflictos con los sistemas circundantes, incidencia en el consumo energético y efectos sobre el medio ambiente [4].

El objetivo de este informe es presentar una conceptualización de construcción sostenible y mostrar el uso de una herramienta de simulación para evaluar indicadores en este sentido.

El trabajo se organiza en: sección 2 se muestra la situación actual en el tema, sección 3 se indica la normativa para la evaluación sostenible, sección 4 se presenta la herramienta Revit y se ejemplifica con un caso de simulación, finalmente se realizan las conclusiones y se propone el trabajo futuro.

2. Situación Actual

El constante crecimiento poblacional implica una demanda habitacional continua que representa en América Latina un consumo del 21% del agua, un 42% de la energía eléctrica, el 25% de las emisiones de CO₂ y el 65% de los residuos. Por lo tanto, los países latinoamericanos son actores claves para la elaboración e implementación de medidas para el desarrollo sostenible y la disminución de las emisiones que afectan al cambio climático [5].

Se pueden citar ejemplos de países tales como Brasil, el primer consumidor de energía de América Latina, que se ha propuesto una reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero de aproximadamente 37% al año 2020 y ha propuesto las certificaciones

Qualiverde y Selo Caixa Azul, con importantes bonificaciones impositivas como herramientas para incentivar la construcción sostenible. Estas certificaciones se basan en criterios que parten desde los inicios de la construcción en cuanto al uso del suelo, hasta la utilización de recursos materiales o manejo de agua. Además posee el programa PROCEL de eficiencia energética en edificios, que promueve el uso racional de la energía desde su construcción [5].

En Colombia, el Consejo Colombiano de Construcción Sostenible es el organismo principal de concientización, difusión y apoyo a los organismos gubernamentales, también es autor de uno de los manuales usados como guía para la aplicación de las medidas de sostenibilidad a escala urbana. La Cámara de Construcción del mencionado país se encarga de monitorizar y realizar estudios para el establecimiento de las líneas base de consumo de agua, energía y disposición de residuos [5].

De este modo, se puede seguir citando ejemplos para otros países, lo cual muestra que es tema de relevancia en la agenda de los países latinoamericanos.

Argentina, posee un déficit habitacional importante, no solo desde el punto de vista cuantitativo, sino también cualitativo, es por esto que las soluciones sociales, ambientales y constructivas adquieren fundamental importancia para el desarrollo nacional. El gran consumo energético que posee ha llevado al desarrollo del Programa Nacional de Uso Racional y Eficiente de Energía, el cual consta de cuatro iniciativas que buscan lograr una reducción del consumo tanto en el ámbito industrial como en el residencial. Son propuestas de este plan el remplazo de lámparas incandescentes por las de bajo consumo, la sustitución de refrigeradores con etiquetas de eficiencia energética, la promoción del uso racional a través de recargos para aquellos consumidores que excedan los 300 kW/h [5].

En el sector de la construcción el incentivo se logra a través de bonificaciones impositivas, programas como terrazas verdes o municipios sustentables buscan lograr un aumento en la concientización y uso de los métodos de construcción sostenibles.

3. Norma LEED e indicadores de construcción sostenible

3.1.-Norma LEED e indicadores de construcción sostenible internacionales

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design o Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental en español), es un método de evaluación de edificios verdes, a través de pautas de diseño objetivas y parámetros cuantificables. Es un sistema diseñado en Estados Unidos, que mide el uso eficiente de la energía, el agua, la correcta utilización de materiales, el manejo de desechos en la construcción y la calidad del ambiente interior en los espacios habitables. La certificación evalúa el comportamiento medioambiental de un edificio a lo largo de su ciclo de vida, sometido a los estándares ambientales utilizados a nivel mundial. La evaluación final la otorga el Consejo de Edificios Verdes de EEUU, (U.S. Green Building Council, USGBC) [3], organización sin fines de lucro que impulsa la implementación de prácticas de excelencia en el diseño y construcción sustentable [6].

Actualmente se encuentra vigente el programa LEED V4 que en su sección IDIEM de Energía y Sustentabilidad ofrece la validación ambiental de productos y materiales.

El proceso de certificación LEED se divide en seis categorías medioambientales, las cuales se presentan a continuación con el puntaje máximo de asignación:

1. Sitios Sustentables (24 puntos): define los criterios correctos de emplazamiento de los proyectos, por la revitalización de terrenos subutilizados o abandonados, la conectividad o cercanía al transporte público, la protección o restauración del hábitat y el adecuado manejo y control de aguas de

lluvias en el terreno seleccionado.

2. Eficiencia en el Uso del Agua (11 puntos): estimula a utilizar el recurso agua de la manera más eficiente, a través de la disminución del agua de riego, con la adecuada selección de especies y la utilización de artefactos sanitarios de bajo consumo.

3. Energía y Atmósfera (33 puntos): se debe cumplir con los requerimientos mínimos del estándar ASHRAE 90.1-2007 para un uso eficiente de la energía. Se debe demostrar un porcentaje de ahorro energético, que va desde el 12% al 48% o más, en comparación a un caso base que cumple con el estándar. Además se debe asegurar en esta categoría un adecuado comportamiento de los sistemas del edificio a largo plazo.

4. Materiales y Recursos (13 puntos): se describen los parámetros que un edificio sustentable debe contemplar en torno a la selección de los materiales. Se premia en esta categoría que los materiales utilizados sean regionales, reciclados, rápidamente renovables y/o certificados con algún sello verde, entre otros requisitos.

5. Calidad del Ambiente Interior (19 puntos): se describen los parámetros necesarios para proporcionar un adecuado ambiente interior en los edificios, una adecuada ventilación, confort térmico y acústico, el control de contaminantes al ambiente y correctos niveles de iluminación para los usuarios.

6. Innovación en el Diseño (6 puntos): se plantea algún tema que no esté considerado dentro de los parámetros de la certificación y premia la creatividad del mandante y su equipo de diseño.

Cada una de estas categorías se compone de una serie de prerrequisitos y créditos que deben ser cumplidos. Los prerrequisitos son obligatorios, si el proyecto no cumple alguno de ellos no podrá ser certificado. De acuerdo a los créditos aprobados se asigna la cantidad de puntos totales logrados por categoría. Cada crédito es un punto, por lo tanto, cada proyecto puede obtener un máximo de 106 puntos.

Después de la revisión final, el comité revisor realiza su veredicto y define cuantos puntos fueron obtenidos por el proyecto específico, siendo asignado el nivel de certificación alcanzado. Este nivel puede ser: 40 a 49 puntos, nivel LEED Certified (Certificado); 50 a 59 puntos, LEED Silver (Plata), 60 a 79 puntos, LEED Gold (Oro) y 80 o más puntos LEED Platinum (Platino)

3.2.-Construcción sostenible en Argentina

En Argentina se encuentra el organismo de certificación Argentina Green Building Council (AGBC) [7]. Este considera que un edificio sustentable se define como tal desde su diseño o el uso de un método constructivo, ya que desde ese entonces debe buscar eliminar o reducir el impacto negativo que producen las edificaciones sobre el medio ambiente y sus habitantes, esta observación se realiza a través no solo del método constructivo seleccionado sino también que se evalúa la planificación del sitio, el diseño, el uso eficiente de la energía, el consumo racional de agua y el cuidado de la calidad interior [8].

La certificación de normas internacionales de estándares de sostenibilidad es una de las prioridades del organismo, ya que no solo brinda beneficios ambientales sino también existen beneficios económicos al obtener mejor rendimiento, un aumento del confort de los ocupantes, entre otros.

El estándar de calidad aplicado es el de las normas LEED, lográndose al año 2014 la certificación de 11 edificios y 73 proyectos [5]. Sumado a esto existen normas voluntarias del Instituto de Normalización IRAM orientadas a la aislación térmica en edificios, acondicionamiento, y eficiencia energética [9].

4. Herramienta Revit y simulación de una obra civil

Para presentar la herramienta Revit es fundamental comprender el concepto de BIM (Building Information Modeling, en castellano Modelado de Información para la Construcción) [10], el cual es un paradigma de dibujo asistido por computadora, cuyo diseño se basa en objetos inteligentes y en forma tridimensional. Este paradigma aborda el ciclo completo de vida de un edificio, desde el concepto inicial hasta su edificación. Es un proceso basado en modelos inteligentes, que provee información para planificar, diseñar, construir y gestionar edificios e infraestructura. Una empresa que implementa este paradigma es Autodesk y se destacan las siguientes herramientas de software.

-Green Building Studio [11]: es un conjunto de servicios Web que se compone de herramientas para el diseño de obras civiles, su simulación y análisis, basado en el concepto de desarrollo sustentable.

- AutoCAD Revit Architecture Suite [12] es una herramienta de diseño de edificios, con una técnica basada en modelos, con la capacidad de plantear especificaciones para la simulación.

Para comprender la herramienta Revit se toma un ejemplo basado en un caso de estudio del trabajo [13]. En el mismo se plantea el diseño de un edificio residencial tipo dúplex con las características de los materiales más comunes utilizados en obras similares. En la Figura 1 se presenta el modelo 3D de la obra simulada.

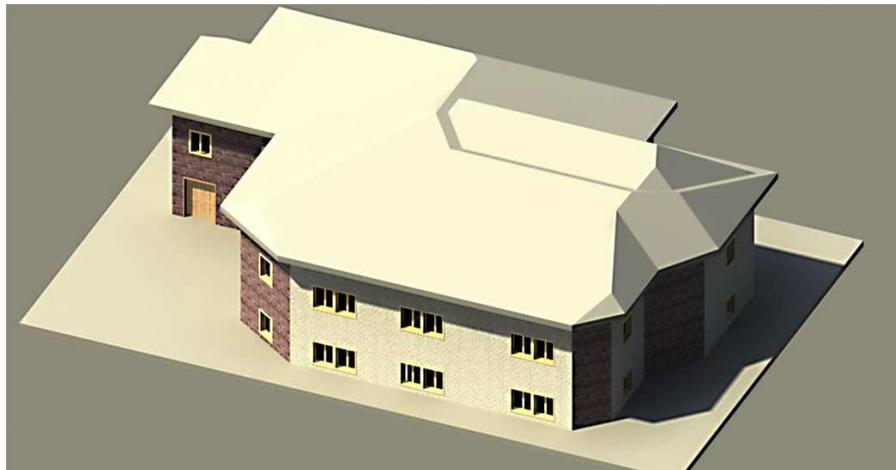


Figura 1: Modelo de simulación de la obra

Para complementar los requerimientos de simulación se establecen los parámetros asociados al modelo, los cuales se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1: Descripción de los parámetros

Parámetros	Valor
Pisos	Contrapiso de hormigón (densidad media) Piso de hormigón (10 cm) + Baldosa (1,2 cm)
Paredes Externas	Revoque de cemento (1,3 cm) + ladrillo (22 cm) + enlucido de yeso (1,3 cm)
Paredes Internas	Ladrillos (11 cm) + enlucido de yeso en ambas caras (1.3 cm)
Techo	Techo de tejas (3 cm) + cámara de aire (10 cm) + base de madera (5 cm)

Parámetros	Valor
Cielorraso	Acústico suspendido (10 mm)
Ventanas	Marco de madera, vidrio simple(6 mm)
Iluminación	Fluorescente (4,6 w/m ² -100 lux)
Densidad	56 m ² /persona

Además se establecen otras consideraciones tales como orientación, condiciones climáticas de la región, destino de la edificación, entre otras.

Respecto al consumo eléctrico el principal elemento de comparación es la carga de aire acondicionado por metro cuadrado, medida en kWh.

A través de la simulación con el software se realiza el análisis del consumo energético de la vivienda y se logra determinar la mejor configuración de energía y de materiales para optimizar el uso de la misma. De este modo se determina la sostenibilidad de la vivienda y se identifican los principales factores que definen la calidad energética. De acuerdo al resultado se plantean nuevos escenarios, con configuraciones alternativas procurando el uso eficiente de los recursos.

En la Figura 2 se presenta una comparación entre la línea base determinada con los materiales de construcción usuales y la resultante de la variación de la configuración de algunos elementos de la vivienda.

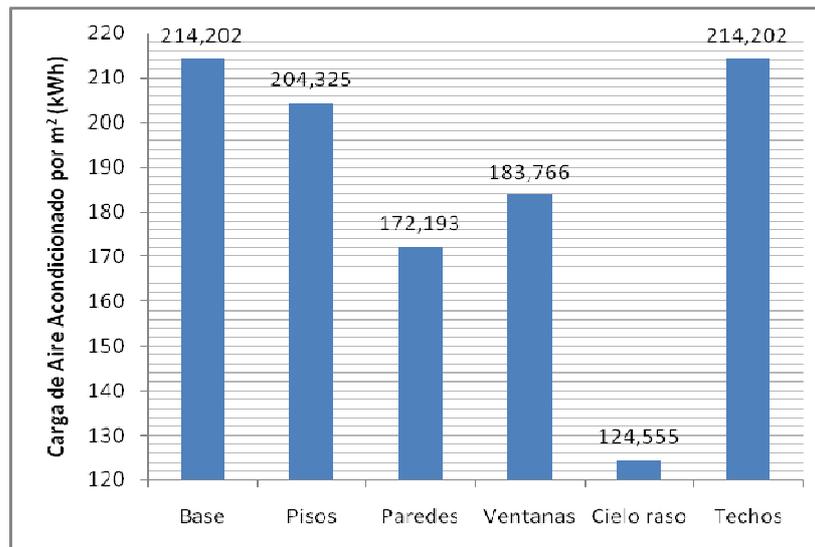


Figura 2: Comparación entre los materiales existentes (Base) y los elementos optimizados

La carga de aire acondicionado base es de 214.202 kWh bajo configuración estándar, los elementos que mayor impacto producen son 1- cielorraso, 2-paredes, 3- ventas, 4-pisos, 5-techo; cualquier cambio en los parámetros de estos elementos produce un cambio en la carga necesaria para acondicionar el ambiente. Estos cambios pueden realizarse en la simulación para obtener un mejor desempeño energético de la vivienda, aumentando la calidad y la sostenibilidad de la misma.

5. Conclusiones y trabajo futuro

En este trabajo se presentan los conceptos de construcción sustentable y las principales normas de evaluación. Con el software Revit se presenta una herramienta que a través de la simulación permite evaluar sostenibilidad previo a su construcción. Esto posibilita analizar diferentes escenarios con distintos materiales y diseños, obtener su análisis económico, de uso

de energía y obtener un nivel de sostenibilidad adecuado.

El aporte fundamental es la concientización de un nuevo paradigma en el ámbito de la construcción y de una herramienta informática que acompaña al mismo.

Como trabajo futuro se está trabajando en el diseño de un modelo de casa aplicable a la región como solución a problemas habitacionales, teniendo en cuenta en el diseño las normas LEED.

Referencias

- [1] Informe Brundtland. <http://www.ayto-toledo.org/medioambiente/a21/BRUNDTLAND.pdf>. Último acceso 10 de septiembre de 2015.
- [2] Desarrollo Sostenible, Holcim Argentina. <http://www.holcim.com.ar/desarrollo-sostenible.html>. Último acceso 15 de septiembre de 2015.
- [3] Romero, William. Hernández, José Tiberio. Ibarra, Juan Camilo. Ordóñez, Sergio. Plataforma de simulación y visualización para el apoyo al análisis y toma de decisiones en proyectos de movilidad urbana. Movilidad sostenible: una construcción multidisciplinaria. N° 9. Mayo de 2009.
- [4] Duarte, José P. Beirao, José N. Montenegro, Nuno. Gil, Jorge. City Induction: A Model for Formulating, Generating, and Evaluating Urban Designs. Springer-Verlag, pp. 73--98, 2012.
- [5] Téllez, Laura Alejandra. Ugarte, Luis Villarreal. Menchaca, Carmen Armenta. Porsen, Rena. Situación de la Edificación Sostenible en América Latina. UNEP, México, Enero 2014.
- [6] U.S. Green Building Council. <http://www.usgbc.org/>. Último acceso 10 de septiembre de 2015.
- [7] Argentina Green Building Council (AGBC). <http://www.argentinagbc.org.ar/leed/>. Último acceso 10 de septiembre de 2015.
- [8]. Catálogo Verde. Certificación LEED. <http://www.catalogoverde.cl/certificacion-leed-2>. Último acceso 10 de septiembre de 2015.
- [9] Normas de Acondicionamiento Térmico en la Construcción de Edificios. <http://www.cedom.gov.ar/es/legislacion/normas/leyes/ley4458.html>. Último acceso 12 de septiembre de 2015.
- [10] BIM Autodesk. <http://www.autodesk.com/solutions/building-information-modeling/overview>. Último acceso 12 de septiembre de 2015.
- [11] Autodesk® Green Building Studio. <http://www.autodesk.com/suites/building-design-suite/overview>. Último acceso 24 de febrero de 2015.
- [12] AutoCAD® Revit® Architecture Suite. <http://www.autodesk.com/products/revit-family/overview>. Último acceso 2 de marzo de 2015.
- [13] Sadeghifama, Aidin Nobahar. Zahraeeb, Seyed Mojib. Meynagha, Mahdi Moharrami. Kianiaa, Iman. Combined use of design of experiment and dynamic building simulation in assessment of energy efficiency in tropical residential buildings. Energy and Buildings. Vol. N° 86, pp 525–533, 2015.