

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

**Desarrollo de socialización en el sistema de certificación EDGE
para los profesionales de la construcción**

Mirta Sany Grefa Andi

Ingeniería Civil

Trabajo de fin de carrera presentado como requisito
para la obtención del título de
Ingeniería Civil

Quito, 22 de julio de 2020

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO USFQ

Colegio de Ciencias e Ingenierías

HOJA DE CALIFICACIÓN DE TRABAJO DE FIN DE CARRERA

**Desarrollo de socialización en el sistema de certificación EDGE para los
profesionales de la construcción**

Mirta Sany Grefa Andi

Nombre del profesor, Título académico

Miguel Andrés Guerra, Ph.D.

Quito, 22 de julio de 2020

DERECHOS DE AUTOR

Por medio del presente documento certifico que he leído todas las Políticas y Manuales de la Universidad San Francisco de Quito USFQ, incluyendo la Política de Propiedad Intelectual USFQ, y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo quedan sujetos a lo dispuesto en esas Políticas.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Nombres y apellidos: Mirta Sany Grefa Andi

Código: 00122102

Cédula de identidad: 1500710205

Lugar y fecha: Quito, julio de 2020

ACLARACIÓN PARA PUBLICACIÓN

Nota: El presente trabajo, en su totalidad o cualquiera de sus partes, no debe ser considerado como una publicación, incluso a pesar de estar disponible sin restricciones a través de un repositorio institucional. Esta declaración se alinea con las prácticas y recomendaciones presentadas por el Committee on Publication Ethics COPE descritas por Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing, disponible en <http://bit.ly/COPETHeses>.

UNPUBLISHED DOCUMENT

Note: The following capstone project is available through Universidad San Francisco de Quito USFQ institutional repository. Nonetheless, this project – in whole or in part – should not be considered a publication. This statement follows the recommendations presented by the Committee on Publication Ethics COPE described by Barbour et al. (2017) Discussion document on best practice for issues around theses publishing available on <http://bit.ly/COPETHeses>.

RESUMEN

El presente trabajo de titulación se basó en desarrollar módulos de aprendizaje del contenido del software del sistema de certificación internacional EDGE (por sus siglas en inglés, Excellence in Design a Greater Efficiencies) para construcción sostenible. Esto es importante ya que la construcción es uno de los sectores que produce grandes impactos en la interacción y desarrollo humano, pero también es uno de los sectores que causan grandes impactos ambientales con gran contribución al calentamiento global. En la primera parte se describen los créditos de manera individual, de una forma resumida y concreta. La segunda parte consiste en un resumen del funcionamiento del software, apoyado con gráficos y esquemas y con un componente de dos videos interactivos de aprendizaje del software EDGE. El software EDGE es una aplicación que ayuda a modelar proyectos de una manera fácil, rápida y asequible.

Palabras clave: Educación EDGE, Infraestructura sostenible, software EDGE

ABSTRACT

The present thesis study was based on developing learning modules of the content of the software of the international certification system EDGE (for its acronym in English, Excellence in Design a Greater Efficiencies) for sustainable construction. This is important because of construction is one of the sectors that produces great impacts on human interaction and development, but it is also one of the sectors that cause great environmental impacts with a great contribution to global warming. In the first part, the credits are described individually, in a summarized and concrete way. The second part consists of a summary of the operation of the software, supported by graphics and diagrams and with a component of two interactive videos of learning of the EDGE software. EDGE software is an application that helps model projects in an easy, fast and affordable way.

Key words: EDGE education, Sustainable infrastructure, EDGE software

TABLA DE CONTENIDO

1. Introducción.....	11
1.2. Justificación	12
2. Revisión literaria.....	13
2.1. Componentes de EDGE.....	15
2.1.1. Software EDGE.....	15
2.1.2. Estándar global de certificación sustentable	17
2.1.3. Sistema de certificación.....	17
3. ¿CÓMO FUNCIONA EDGE?	22
3.1. Medidas de eficiencia energética	22
3.1.1. HM01* Menor proporción de vidrio en la fachada exterior – WRR de 20%	22
3.1.2. HM02 Pintura reflectiva / tejas para techo: reflectividad solar (albedo) de 0.7. 23	
3.1.3. HME03 Pintura reflectiva para paredes externas: reflectividad solar (albedo) de 0.7 25	
3.1.4. HME04 Control solar externo – Factor promedio de sombreado anual (AASD) de 0.53 25	
3.1.5. HME05 Aislamiento del techo – Valor –U de 0.45	26
3.1.6. HME06 Aislamiento térmico de paredes externas – Valor –U 0.44	27
3.1.7. HME07 Vidrio de baja emisividad- Valor –U de 3 W/m ² . K y SHGC:0.45	27
3.1.8. HME08 Vidrio de alto rendimiento térmico - Valor-U: 1.9 W/m ² .K y SHGC: 0.28 27	
3.1.9. HME09 Ventilación natural	28
3.1.10. HME10 Ventiladores de techo en todos los ambientes habitables.....	28
3.1.11. HME11* Sistema de aire acondicionado - COP de 3.5	29
3.1.12. HME12 Caldera de alta eficiencia para calefacción - Eficiencia: 95%.....	29
3.1.13. HME13 Caldera de alta eficiencia para agua caliente - Eficiencia de 95 %	29
3.1.14. HME14 Bomba de calor para agua caliente - COP de 3	30
3.1.15. HME15 Refrigeradores y lavadoras de ropa energéticamente eficientes.....	30
3.1.16. HME16 Bombillas ahorradoras de energía - Espacios internos	31
3.1.17. HME17 Bombillas ahorradoras de energía - Áreas comunes y espacios externos 31	
3.1.18. HME18 Controles de iluminación para áreas comunes y externas.....	31
3.1.19. HME19 Colectores solares de agua caliente - 50 % de la demanda de agua caliente 32	
3.1.20. HME20 Energía solar fotovoltaica - 25 % del uso total de energía.....	33
3.1.21. HME21 Smart Energy Meters for Electrical Energy	34
3.1.22. HME22 Otra energía renovable para generación de electricidad.....	34
3.2. Medidas de eficiencia de agua	35
3.2.1. HMW01* Cabezales de ducha de bajo flujo – 8 lts./min	35
3.2.2. HMW02* Grifos de bajo flujo para cocina – 6 l/min.....	36
3.2.3. HMW03* Grifos de bajo flujo en todos los baños - 6 L/min	37
3.2.4. HMW04* Descarga doble para inodoros en todos los baños - 6 L en la primera descarga y 3 L en la segunda descarga	37
3.2.5. HMW05* Sanitarios de descarga simple - 6 l. por descarga	38
3.2.6. HMW06 Sistema de recolección de agua de lluvia - 50% del área del techo utilizado para este fin.....	38
3.2.7. HMW07 Aguas grises recicladas para la descarga de los sanitarios	39
3.2.8. HMW08 Aguas negras recicladas para la descarga de los sanitarios.....	40
3.3. Medidas de eficiencia de materiales	40
3.3.1. HMM01* Losas de piso y entrepiso (Losas reforzadas de concreto en obra)	40

3.3.2.	HMM02* Construcción de cubierta Tipo 1 (Losa reforzada de concreto en obra)	41
3.3.3.	HMM03* Paredes externas tipo 1 (Pared de ladrillo común con yeso externo e interno)	41
3.3.4.	HMM04* Paredes interiores (Pared de ladrillo común con yeso en ambas caras)	41
3.3.5.	HMM05* Acabados de piso (Baldosa cerámica).....	42
3.3.6.	HMM06* Marcos de ventana (Aluminio)	42
4.	Módulo sobre el manejo del software edge	42
5.	Conclusiones	46
6.	Referencias bibliográficas	48
7.	Anexo A: Módulo 1.....	51
8.	Anexo B: Módulo 2.....	51

ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla # 1. Tipo de edificaciones que analiza el software EDGE.</i>	<i>16</i>
<i>Tabla # 2. Roles aceptables en la industria de la construcción.....</i>	<i>20</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura # 1. Proyecciones de población 2012-2050.</i>	<i>12</i>
<i>Figura # 2. Países que fomentan el sistema de certificación EDGE.</i>	<i>14</i>
<i>Figura # 3. Interfaz del Software EDGE.</i>	<i>15</i>
<i>Figura # 4. Niveles de Certificación EDGE.</i>	<i>17</i>
<i>Figura # 5. Proceso de Certificación EDGE obtenido desde Uniapravi.</i>	<i>18</i>
<i>Figura # 6. Calculadora del software EDGE para Reflectividad Solar (SR).</i>	<i>24</i>
<i>Figura # 7. Dimensiones utilizada para calcular el factor de sombreado.</i>	<i>25</i>
<i>Figura # 8. Presentación principal del modulo de aprendizaje.</i>	<i>43</i>
<i>Figura # 9. Funcionamiento del software EDGE.</i>	<i>43</i>
<i>Figura # 10. Link de acceso al software EDGE.</i>	<i>44</i>
<i>Figura # 11. Interfaz del software EDGE.</i>	<i>44</i>
<i>Figura # 12. Pestaña para cargar documentación del proyecto y subproyecto.</i>	<i>45</i>
<i>Figura # 13. Presentación del Módulo 2.</i>	<i>45</i>
<i>Figura # 14. Medidas disponibles para ahorro de energía.</i>	<i>46</i>

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

La construcción es un sector que ayuda a impulsar el desarrollo socio económico, pero al mismo tiempo, es el responsable de producir grandes impactos ambientales ya que consume entre el 20% y 50% de los recursos naturales, como: madera, minerales, agua y combustibles fósiles, y el 35% de la energía en la fase de operación de las edificaciones.(Alavedra et al., 1997). En las próximas décadas, el crecimiento de la industria y de la urbanización, contribuirán al cambio climático que tendrá grandes consecuencias, como la escasez de energía y de agua, acumulación de residuos y contaminación del aire. (Hernández Moreno, s. f.). Para abordar estos desafíos, nace el término de construcción sostenible con el fin de reducir la huella de carbono, aumentar la calidad de vida y mejorar el rendimiento de las edificaciones (Guerra & Abebe, 2019). Uno de los sistemas de certificación que determina si la construcción es sostenible en el diseño, construcción y operación del edificio, es el sistema *Excellent in Design for Greater Efficiencies* (EDGE).

EDGE es un sistema de certificación internacional rápido, fácil y asequible para construir y certificar edificaciones sostenibles, bajo estándares de ahorro del 20% tanto de agua, energía y materiales incorporados; certificación que está disponible en casi 120 países del mundo, incluido Ecuador. (Córdoba Rodríguez & Ortega, 2019). Según las proyecciones de la población presentada por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), Ecuador de 17510643 habitantes en el año 2020, puede llegar en el año 2050 a 23377412 habitantes, lo que supone un crecimiento de la urbanización, como se muestra en la *Figura 1*.(Villacís et al., 2011). Por lo tanto, se debe buscar soluciones que ayuden a disminuir el impacto ambiental, buscando materiales y procesos de construcción eficientes que aumenten el rendimiento

operacional, tal como lo estandariza EDGE, es por eso que es importante socializar EDGE con los profesionales de la construcción en el Ecuador. (Guerra & Shealy, 2018)

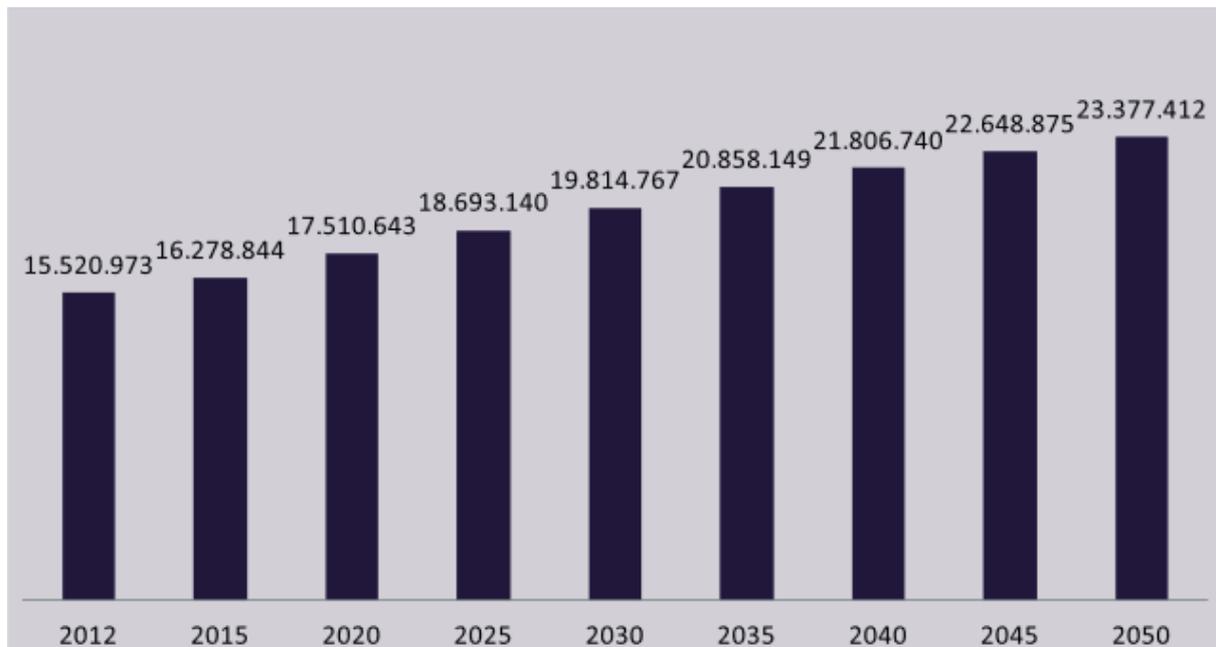


Figura # 1. Proyecciones de población 2012-2050.
Fuente. Villacís & Carrillo – 2012.

1.2. Justificación

La certificación EDGE tiene un impacto positivo en el mercado, ya que con sólo una inversión del 2% adicional para la construcción de edificios verdes, se pueden producir ahorros de más de 10 veces dicha inversión inicial. (Rodríguez, 2017). Estos ahorros corresponden a los costos operacionales, es decir, costos por el uso del agua y energía durante la vida útil de la edificación, donde se pasa más del 90% del tiempo. (Alavedra et al., 1997). La reducción del uso de estos recursos significa ahorro en los pagos de planillas de servicios públicos, mientras se vive en espacios confortables y amigables con el medio ambiente. (Albújar Cabrera et al., s. f.).

Además, esta certificación promueve un proceso de innovación dándole a los proyectos un valor agregado para la comercialización. La obtención de la certificación brinda incentivos

comerciales y financieros, debido a que se pueden acceder a créditos verdes ofrecidos por la banca local. (Rivera Chica & Cachote Romero, 2019). Por todo lo mencionado, se ha visto la necesidad de desarrollar una socialización en esta certificación internacional EDGE mediante módulos de capacitación (Stermán, J., 2014), con el objetivo de que los profesionales de la construcción comprendan el funcionamiento de uno de los componentes de la certificación EDGE, que es el software EDGE.

1.3. Objetivos

Para este trabajo de investigación se han planteado los siguientes objetivos:

- a. Estudiar y comprender el sistema de certificación sostenible EDGE, su alcance y sus componentes.
- b. Aprender el manejo del software EDGE para el ahorro de energía, agua y materiales.
- c. Desarrollar módulos de aprendizaje para la socialización de la certificación EDGE.

2. REVISIÓN LITERARIA

El sistema de certificación internacional EDGE, es una herramienta creada por la Corporación Financiera Internacional (IFC), miembro del Grupo del Banco Mundial, para promover una construcción sostenible en más de 120 países, como se muestra en la *Figura #2*. (EDGE, s. f.)

La entidad que administra las certificaciones de proyectos, es el Green Building Council (GBCI) que comparte una misión de creación de edificios y comunidades seguras, saludables, inclusivas, inteligentes, productivas, eficientes, equitativas, sostenibles, sensibles y resilientes. (Yandri et al., 2020)

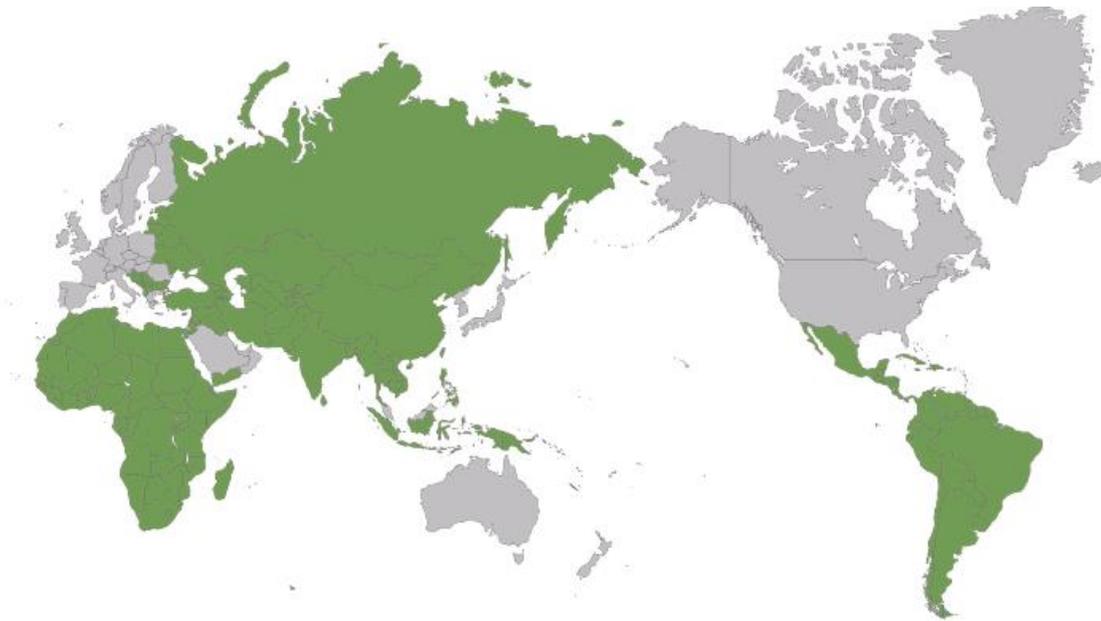


Figura # 2. Países que fomentan el sistema de certificación EDGE.

Fuente: Extraído de edge.gbci.org

La IFC brinda asesoramiento, inversión y creación de mercado, basado en ayudar a las entidades financieras a lanzar programas de inversión y financiamiento para la construcción de edificios verdes, hipotecas verdes y/o bonos verdes, con el fin de expandir el mercado para la diversificación de inversores, y reducir el riesgo de inversión. (Unión Interamericana para la Vivienda, 2019).

Este sistema de certificación nació de la problemática de la rápida urbanización debido al crecimiento poblacional en mercados emergentes, con el fin de incentivar construcciones con mejor aprovechamiento de recursos, ya que según las estadísticas de EDGE los edificios consumen el 35% de la energía mundial, el 5 % del agua y el 15 % de todas las emisiones de gases de efecto invernadero.(EDGE, s. f.). Este reto llevo a la creación de EDGE que se basa en 3 componentes: el software EDGE que gratuito, el estándar global de construcción sustentable y el sistema de certificación. (Vilsmaier & Lang, 2015)

2.1. Componentes de EDGE

2.1.1. Software EDGE

El software gratuito en línea tiene una interfaz fácil de usar como se muestra en la *Figura #3*, pero con una programación de cálculo avanzado que permite evaluar el diseño de proyectos de forma rápida y comparar los costos estimados que están dirigidos a la reducción del consumo de energía, uso del agua y materiales incorporados.(EDGE, s. f.). Este software tiene datos específicos para cada país y ciudad, como costos de servicios públicos, clima y prácticas de construcción, por consiguiente, la ubicación del proyecto es un dato primordial del que dependerán los ahorros, ya que en algunos lugares habrá más materiales a elegir que brinden eficiencia energética que en otros sitios.(Merricks, 2016)

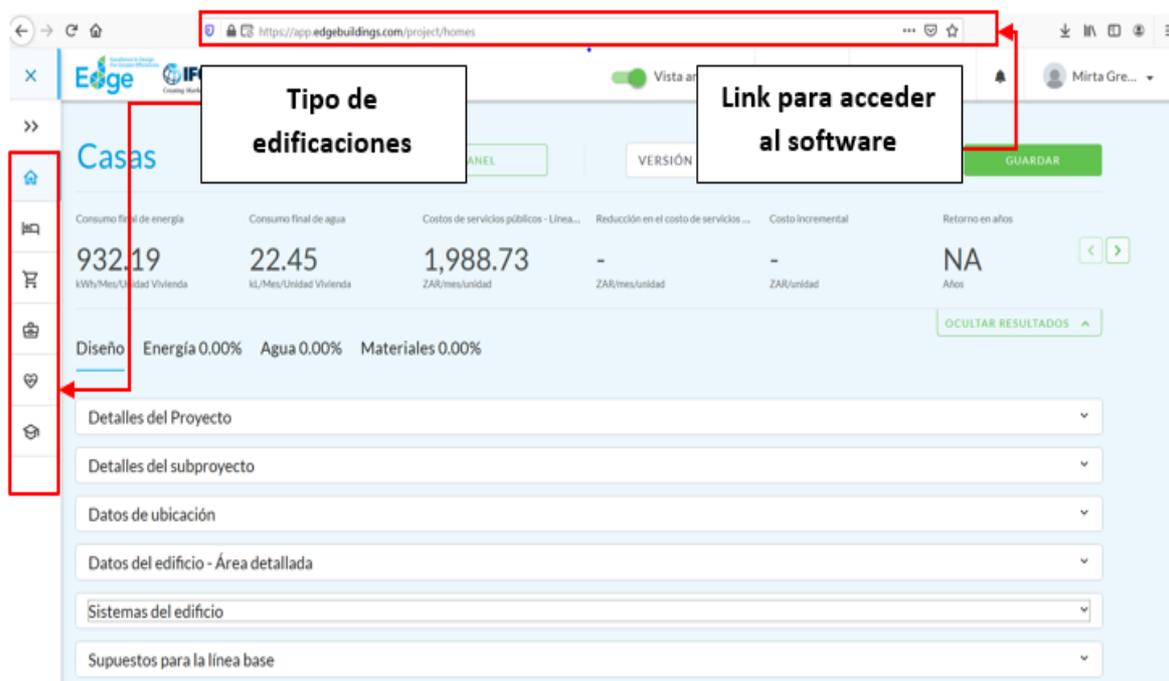


Figura # 3. Interfaz del Software EDGE

Para acceder al software EDGE se debe hacer clic en el siguiente link: <https://app.edgebuildings.com/project/homes>. Luego, se debe crear una cuenta para que la información ingresada quede guardada. (Dror, 2019). Este software ofrece una guía de diseño

con varias medidas técnicas de construcción dada en varios idiomas, y para diferentes tipos de edificaciones nuevas o existentes, como: residenciales, hospitalidad, comercio, oficinas, hospitales, instituciones educativas e instalaciones mixtas. En la parte izquierda del software como se ve en la *Figura 3*, se puede escoger el tipo de edificación a analizar.

Este software permite evaluar y comparar rápidamente los costos y el ahorro del retorno de inversión de la construcción sustentable, así como la combinación óptima de estrategias para lograr el mejor retorno de inversión. (EDGE, s/f)

Tabla # 1. Tipo de edificaciones que analiza el software EDGE.

Residencial	Casas unifamiliares	Hospitales	Hospitales privados		
	Casas multifamiliares		Hospitales públicos		
	Condominios		Clínicas dentales		
	Edificio de apartamentos		Clínicas ópticas		
Hospitalidad	Hoteles	Educación	Escuelas		
	Moteles		Universidades		
	Posadas		Jardines infantiles		
	Complejos turísticos		Instalaciones deportivas		
Comercio	Centros comerciales	Oficinas	Oficinas		
	Supermercados		Edificios comerciales		
	Tiendas individuales				
	Industria liviana				
	Bodegas				
Instalaciones mixtas					
					

Fuente: Imágenes obtenidas del software EDGE desde <https://app.edgebuildings.com/project/homes>

2.1.2. Estándar global de certificación sustentable

El estándar global de certificación sustentable establece la obtención de la certificación mediante el ahorro de agua, energía y materiales de al menos un 20%. Pero hay tres niveles para obtener la certificación EDGE, la certificación EDGE con el alcance de la norma mínima del 20% en los 3 recursos, EDGE Avanzado que se obtiene cuando el ahorro de energía es de un 40% o más para alcanzar un nivel más alto de reconocimiento, con ahorros de agua y materiales de al menos un 20% y Carbono Zero, que es un alcance de una huella neta de carbono con ahorros de energía de un 40% o más en el emplazamiento, utilizando el 100% de energías renovables o con la adquisición de compensaciones de carbono, como se muestra en la Figura 4. (*Certificación EDGE / Bioconstrucción y Energía Alternativa, s. f.*)



Figura # 4. Niveles de Certificación EDGE.

Fuente: Bioconstrucción y energía alternativa, extraído desde <https://bioconstruccion.com.mx/certificacion-edge/>

2.1.3. Sistema de certificación

El último componente EDGE, es el sistema de certificación, que una vez verificado mediante el software gratuito el cumplimiento del estándar global de certificación, el proyecto queda apto para obtener la certificación EDGE. Para obtener esta certificación se debe seguir un proceso de certificación EDGE que consta de dos etapas: la etapa de diseño y la etapa de construcción. (Melgar et al., 2020)



Figura # 5. Proceso de Certificación EDGE obtenido desde Uniapravi

Fuente: Bioconstrucción y energía alternativa, extraído desde <https://bioconstruccion.com.mx/certificacion-edge/>

En el proceso de certificación, el primer paso es realizar el registro del proyecto en el software EDGE para la autoevaluación del diseño y visualizar si ésta cumple con los estándares de la certificación EDGE, con eso se obtiene una certificación preliminar como prueba de cumplimiento para el inversor. (Green Group Sustainability Consulting, s. f.)

Posterior, ya en la etapa de construcción se obtiene la certificación definitiva. El proceso mencionado anteriormente se debe seguir para construcciones nuevas, y para construcciones existentes se omite el proceso de la fase de diseño y solo se obtendría la certificación definitiva. (Mujaahid et al., 2018)

2.1.3.1. Roles para la certificación EDGE

2.1.3.1.1. Cliente y Experto EDGE

El rol del desarrollador o propietario junto con su equipo de proyecto y Experto EDGE, utilizará el software EDGE para ayudar a identificar las mejores estrategias sustentables y completará una autoevaluación para determinar si el proyecto cumple con el estándar EDGE. A continuación registrará su proyecto con GBCI en edge.gbci.org y preparará y presentará la documentación de apoyo de respaldo para la revisión por el auditor EDGE. (Banco Mundial, 2020). No es necesario algún entrenamiento formal para ofrecer servicios EDGE, como parte de un equipo de proyecto puede empezar a llevar servicios EDGE al mercado y a sus clientes, y al final se puede considerar obtener las credenciales de experto EDGE.

2.1.3.1.2. Auditor EDGE

El siguiente rol clave para el proceso de certificación es el auditor EDGE. El auditor EDGE es un tercero, un revisor imparcial que determina si las medidas implementadas por el proyecto cumplen con los requisitos del estándar EDGE. El auditor EDGE revisará la documentación proporcionada por el equipo de proyecto, realizará una visita al sitio para confirmar que el proyecto cumple con los requisitos del estándar EDGE y luego presentara su recomendación al proveedor de la certificación EDGE, quien es el GBCI. El auditor EDGE, es generalmente contratado por el desarrollador o propietario del proyecto.

2.1.3.1.3. Certificadora

El GBCI revisará las recomendaciones del auditor y emitirá un certificado preliminar, después de la auditoria de diseño y un certificado EDGE final después de auditoria de construcción. El GBCI, como el proveedor de certificación EDGE, también capacita, otorga licencias y supervisa a los auditores EDGE y también asegura la calidad de todo el proceso.

2.1.3.2. ¿Cómo convertirse en Experto EDGE?

Un experto EDGE es un profesional que ayuda al desarrollador o al propietario así como el equipo del proyecto a que entiendan el estándar, el software y el proceso de certificación. El

rango del trabajo de un experto EDGE incluye dar asesoría sobre edificios sostenibles y asistencia en la preparación de la aplicación para la certificación EDGE de un proyecto, ayudar a completar los cálculos y completar la documentación requerida para el trabajo de un auditor, así como manejar el proceso general con miras a la certificación EDGE

Los pasos para convertirse en experto EDGE:

1. Ser elegible

Los LEED APs están precalificados, sino se requiere de un título de educación superior en un campo relacionado a la industria de la construcción o tres años de experiencia trabajando en el campo de la construcción, como un profesional calificado o a nivel comercial, y un título en educación superior no necesariamente en un campo relacionado a la industria de la construcción, como los mostrados a continuación:

2. Entrenamiento

El entrenamiento es obligatorio para poder presentar el examen, para ello debe tomarse el taller técnico EDGE, el taller cubre los básicos de EDGE, el proceso de certificación y como usar el software EDGE. El curso en línea consta de cinco sesiones sucesivas, con cuestionarios, un ejercicio práctico y otros elementos y recursos interactivos. El costo del curso es de \$150.

Tabla # 2. Roles aceptables en la industria de la construcción

Arquitecto	Gerente de construcción	Técnico
Gerente de licitaciones	Ingeniero de energía / ambiental	Ingeniero Estructural
Ingeniero Civil	Ingeniero de obra	Gerente de compras y contrato
Contratista	Administrador de obra	Aparejador

3. Examen EDGE

El examen EDGE tiene un costo de \$60 dólares, se lo hace de manera virtual a libro cerrado, está compuesto por 75 preguntas de opción múltiple con un límite de 2.5 horas y está disponible en inglés y español

Ser experto EDGE ayuda a contribuir a las mejores prácticas de diseño bioclimático, obtener más atributos mercadeables y así ser más competitivo. Desarrollar nuevos negocios y expandir sus servicios profesionales y lograr un impacto positivo a través de edificios más eficientes

2.1.3.3. ¿Cómo convertirse en Auditor EDGE?

A nivel de proyecto el auditor debe ser independiente del equipo del proyecto. El auditor EDGE es responsable de revisar la documentación y cálculos enviados por el equipo de proyecto, completar las auditorías de diseño y en sitio, recomendar la certificación de proyectos a GBCI, también son responsables de responder cualquier pregunta técnica que el equipo de proyecto puede tener. La necesidad de auditores es impulsada por el número de proyectos que busca la certificación. En muchos mercados actualmente existe una necesidad limitada de auditores EDGE, esto debido a que EDGE es relativamente nuevo, por lo tanto el GBCI, se centra principalmente en generar capacidades en los equipos de proyectos a través de un creciente grupo de expertos EDGE para poder tener más proyecto aplicando para una certificación EDGE. También sabemos que los mejores auditores eran aquellos que han trabajado en proyectos EDGE y están familiarizados con el proceso. Para convertirse en auditor EDGE se debe inscribir en la página web edge.gbci.org y debe ser un profesional que tenga un título de tercer nivel y sea experto EDGE.

3. ¿CÓMO FUNCIONA EDGE?

El software EDGE se basa en un motor de cálculo del rendimiento que aplica un conjunto de ecuaciones matemáticas basadas en los principios de climatología, transferencia de calor y la física de los edificios, que finalmente permite visualizar el rendimiento del edificio en energía, agua y materiales (Sánchez Cordero et al., 2020). EDGE se basa en la información sobre las prácticas de construcción habituales y los códigos de construcción nacionales, para que el usuario pueda determinar que paquete de medidas técnicas constituye la mejor opción para alcanzar los niveles de eficiencia necesarios. (Corporación Financiera Internacional, 2018)

3.1. Medidas de eficiencia energética

Para cumplir con la reducción de energía establecido en el estándar global de la certificación, se puede optar por las siguientes medidas:

3.1.1. *HM01* Menor proporción de vidrio en la fachada exterior – WRR de 20%*

Esta medida es obligatoria en la que se debe colocar la relación ventana – pared. El objetivo de esta medida es lograr un equilibrio entre los beneficios de iluminación y ventilación de los vidrios con respecto al impacto de la ganancia de calor en la necesidad de refrigeración o calefacción pasiva, es decir, que el diseño debe satisfacer los niveles mínimos de iluminación sin que la ganancia de calor solar sea excesiva en climas cálidos, y en climas fríos aprovechar al máximo la calefacción pasiva. En esta medida se logra ahorros si la proporción de vidrio – fachada exterior es menor. (Mujaahid et al., 2018)

El software EDGE calcula esta relación con la siguiente ecuación:

$$WWR = \frac{\sum \text{sup. vidriada (m}^2\text{)}}{\sum \text{sup. bruta pared externa (m}^2\text{)}}$$

La superficie vidriada así como la pared bruta toma en cuenta todas las fachadas exteriores en todas las orientaciones, donde para calcular la superficie de la pared externa, se debe utilizar la superficie interior de la pared externa a fin de medir longitudes. Si en el diseño, se tiene una mayor relación de WWR (por sus siglas en inglés, Window to Wall Ratio), esta puede compensarse con otras medidas de ahorro de energía.

El software permite ingresar la superficie tanto de la pared como la vidriada en cada dirección con la calculadora propia del software. Para los proyectos con varios subproyectos, se recomienda calcular una WWR promedio para todo el edificio, sin embargo, se puede modelar cada subproyecto con su propio WWR, siempre y cuando no exista una diferencia considerable entre los subproyectos como espacios de doble altura o superficies vidriadas muy diferentes.

Si la WWR es mayor transferirá más calor a la edificación, y para ello será necesario tomar otras medidas como el control solar o un menor coeficiente de ganancia de calor solar del vidrio en climas cálidos, mientras que en climas fríos es necesario tomar en consideración el aislamiento del vidrio con la utilización de vidrios dobles o triples. Como recomendación para utilizar la luz solar como fuente de iluminación y reducir al mínimo la ganancia de calor, se puede utilizar ventanas pequeñas con WWR del 15% que iluminen una superficie dentro del espacio que luego propague la luz a una superficie mayor, o utilizar ventanas de tamaño medio WWR del 30% que miren hacia una superficie reflectante exterior, pero que se encuentren protegidas de la luz solar directa.

3.1.2. HM02 Pintura reflectiva / tejas para techo: reflectividad solar (albedo) de 0.7

Esta es una medida alternativa, donde el objetivo es reducir la carga de refrigeración en los espacios con aire acondicionado y mejorar el confort térmico en los espacios sin aire acondicionado. Además, que esta opción ayuda a reducir la temperatura de la superficie y mejorar la vida útil de los acabados. Esta medida se basa en el Índice de Reflectancia Solar

(SRI, siglas en inglés), que es la capacidad de un techo para rechazar el calor solar, cuando hay pequeñas alzas de temperatura. La reflectividad solar se expresa como un valor fraccionario entre 0 y 1, que está dado en las fichas técnicas del producto que deben ser provistas por el fabricante.

EDGE calcula la parte de radiación solar que se transfiere al edificio restando la reflectividad solar del nivel total de radiación solar que cae sobre la superficie del techo, donde el software brinda una línea base del SRI de 30, la línea mejorada sugerida es de 70%. En la guía de usuario se encuentra valores referenciales de reflectividad solar para materiales de techo habituales. El factor clave en la reflectividad solar del material o acabado es el color. En climas cálidos, se recomienda blanco o colores claros para maximizar la reflectividad.

×

Calculadora

HME02 - Calculadora de reflectividad solar (SR) promedio para techos 

Tipo de techo Ejemplo: Tipo 1, o techo principal	Superficie (m ²) Ejemplo: 1500	Superficie (%)	SR Ejemplo: 0.70
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

+ AGREGAR FILA NUEVA

Superficie total

SR promedio ponderada

¿Introducir el valor calculado en la medida?

Nota:
Los valores calculados se mostrarán en la medida cuando se inserten. Si edita los valores manualmente en la medida, los cambios no se verán reflejados en la calculadora.

Figura # 6. Calculadora del software EDGE para Reflectividad Solar (SR).

Fuente: Obtenido del software EDGE desde <https://app.edgebuildings.com/project/homes>

3.1.3. HME03 Pintura reflectiva para paredes externas: reflectividad solar (albedo) de 0.7

La línea base del Índice de Reflectancia Solar (SRI) es 30 y se indica en los Supuestos clave. La línea mejorada sugerida es del 70 % y los ahorros de energía se reflejan cuando está marcada. O bien, ingrese un porcentaje diferente en el campo de entrada de usuario y observe el cambio en los ahorros de energía.

3.1.4. HME04 Control solar externo – Factor promedio de sombreado anual (AASD) de 0.53

El control solar externos son dispositivos que se colocan en la fachada de la edificación con el objetivo de proteger los elementos vidriados, tanto puertas como ventanas contra la radiación solar directa, ya que esto ayuda a moderar el resplandor y reducir la ganancia de calor solar en climas donde se necesita de refrigeración. Este método es más efectivo que el control solar interno como las persianas. EDGE para esta medida utiliza un factor de sombreado predeterminado equivalente al de un dispositivo de control solar que mide un tercio de la altura y un tercio del ancho de cada ventana del edificio. El factor de sombreado depende de la latitud y la orientación de las ventanas, así como del tamaño del dispositivo.

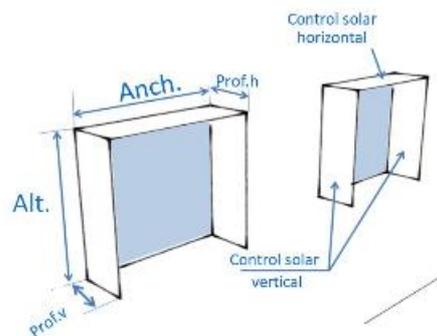


Figura # 7. Dimensiones utilizada para calcular el factor de sombreado

Fuente: Obtenido del software EDGE desde <https://app.edgebuildings.com/project/homes>

Este factor promedio de sombreado anual (AASF) se define a través de la siguiente ecuación:

$$AASF = 1 - \frac{\text{Gan. de calor solar anual total de una ventana de control solar (kWh)}}{\text{Gan. de calor solar anual total de una ventana sin control solar (kWh)}}$$

Al realizar estos cálculos debe tomarse en cuenta todas las ventanas exteriores, tal que la superficie total de ventanas debe coincidir con la superficie total de ventanas exteriores utilizadas en el cálculo de la WWR.

En la guía del usuario se puede encontrar los dispositivos de control solar habituales con su respectiva descripción y recomendación de uso. La eficacia de un dispositivo de control solar varía en función de la ubicación respecto del ecuador (latitud) y de la orientación de la ventana. El AASF sugerido por el software depende de la ubicación y está basado en un ángulo de sombreado horizontal (HSA) y un ángulo de sombreado vertical (VSA) de 70 grados.

3.1.5. HME05 Aislamiento del techo – Valor –U de 0.45

La línea mejorada sugerida se calcula por medio de una combinación de las medidas HMM02 y HMM07 seleccionadas, y refleja el ahorro de energía cuando se marca. O bien, ingrese un valor-U diferente y observe los cambios que se producen en el ahorro de energía. Asegúrese de seleccionar el material de aislamiento para el techo en el menú desplegable de la medida HMM07. También puede elegir el poliestireno, el material por defecto. Cabe destacar que marcar el aislamiento en la sección de “Energía” impactará de modo negativo en la sección de “Materiales” debido a la energía incorporada que tiene el aislamiento, aunque el ahorro de energía lo compensará ampliamente.

3.1.6. HME06 Aislamiento térmico de paredes externas – Valor –U 0.44

El valor-U de la pared de la línea base se encuentra en los “Supuestos”. La línea mejorada sugerida se calcula por medio de una combinación de las medidas HMM03 y HMM08 seleccionadas, y refleja el ahorro de energía cuando se marca. O bien, ingrese un valor-U diferente y observe los cambios que se producen en el ahorro de energía. Asegúrese de seleccionar el material de aislamiento de las paredes en el menú desplegable de la medida HMM08. También puede elegir el poliestireno, el material por defecto. Cabe destacar que marcar el aislamiento en la sección de “Energía” impactará de modo negativo en la sección de “Materiales” debido a la energía incorporada que tiene el aislamiento, aunque el ahorro de energía lo compensará ampliamente.

3.1.7. HME07 Vidrio de baja emisividad- Valor –U de 3 W/m². K y SHGC:0.45

Las líneas base del valor-U y el SHGC del vidrio de baja emisividad se encuentran en los “Supuestos”. Cabe destacar que el valor-U incluye los marcos de ventana. La línea mejorada sugerida es de 3 W/m²K con un SHGC de 0,45, y refleja el ahorro de energía cuando se marca. O bien, ingrese un valor-U o un SHGC diferentes y observe los cambios que se producen en el ahorro de energía.

3.1.8. HME08 Vidrio de alto rendimiento térmico - Valor-U: 1.9 W/m².K y SHGC: 0.28

Las líneas base del valor-U y el SHGC del vidrio de alto rendimiento térmico se encuentran en los “Supuestos”. Cabe destacar que el valor-U incluye los marcos de ventana. La línea mejorada sugerida es de 1,95 W/m² K con un SHGC de 0,28, y refleja el ahorro de energía cuando se marca. O bien, ingrese un valor-U o un SHGC diferentes y observe los cambios que se producen en el ahorro de energía.

3.1.9. HME09 Ventilación natural

Los factores clave para decidir la estrategia de ventilación adecuada son el tamaño de la habitación (profundidad, ancho y altura), así como el número y la ubicación de las aberturas. Deben calcularse la “relación entre la profundidad de la habitación y la altura del cielo raso” y la “superficie mínima de abertura” usando la calculadora integrada de EDGE. Cada tipo de espacio pertinente de un proyecto debe ingresarse en una fila independiente de la calculadora a fin de garantizar una ventilación natural adecuada para todos los espacios correspondientes del edificio. Todos los tipos de espacios obligatorios para una clase de edificio deben aprobarse en la calculadora para poder afirmar que se aplica la medida. Para evaluar si las aberturas de una pared reúnen o no los requisitos para ventilación natural, calcule la proporción de vidrio en la fachada exterior de esa pared en particular. La superficie de la ventana debe representar como mínimo un 10% de la superficie de la pared para contarse como una abertura de ventilación natural. Las aberturas que ocupan menos del 10% de la pared no se consideran aberturas de ventilación natural (si bien sí se tienen en cuenta para el cálculo de la proporción de vidrio en la fachada exterior)

3.1.10. HME10 Ventiladores de techo en todos los ambientes habitables

Los ventiladores de techo aumentan el movimiento del aire, lo que contribuye a aumentar el confort humano al promover la evaporación de la transpiración (refrigeración evaporativa). La línea base no incluye ventiladores de techo, salvo en el caso de ciertos países (como India) donde es obligatorio este tipo de ventiladores en todas las habitaciones. En India, la selección de esta medida requiere la instalación de ventiladores de techo energéticamente eficientes.

3.1.11. HME11* Sistema de aire acondicionado - COP de 3.5

Si el proyecto incluye un sistema de refrigeración, deberá ingresarse en el software el coeficiente de desempeño (COP) del sistema (incluso si el COP es menor que el del caso base). Podrá lograrse un ahorro si el sistema de aire acondicionado ofrece un COP superior al del caso base. EDGE utiliza el coeficiente de desempeño (COP) para medir la eficiencia de los sistemas de aire acondicionado. El COP es la producción total de energía de refrigeración por electricidad consumida. El COP de la refrigeración se define como la relación entre la tasa de remoción de calor y la tasa de consumo de energía eléctrica, expresada en unidades consistentes, para un sistema completo de aire acondicionado o una parte específica de dicho sistema en las condiciones de funcionamiento designadas. A continuación se detalla la fórmula para calcular el COP. Para garantizar la coherencia, se deberán utilizar las condiciones del Instituto de Aire Acondicionado y Refrigeración (ARI) para comparar los valores del COP.

3.1.12. HME12 Caldera de alta eficiencia para calefacción - Eficiencia: 95%

Puede afirmarse que se está aplicando esta medida cuando la caldera utilizada para la calefacción es una caldera de condensación con una eficiencia de consumo anual de combustible superior al caso base, indicada en los “Supuestos para el caso base” del apartado “Diseño”. En forma predeterminada, la eficiencia del sistema del caso base es del 80% si se selecciona el gas como combustible para calefacción

3.1.13. HME13 Caldera de alta eficiencia para agua caliente - Eficiencia de 95 %

Puede afirmarse que se está aplicando esta medida cuando la caldera utilizada para suministrar agua caliente ofrece una eficiencia de consumo anual de combustible superior al del caso base indicada en los supuestos del caso base que figuran en el apartado “Diseño”. Si se selecciona esta medida, debe ingresarse la eficiencia real para el equipo seleccionado. Esta medida no se

aplica al calentamiento eléctrico de agua. En el caso base, la opción seleccionada por defecto para “Fuel used for hot water generation”(Combustible usado para generación de agua caliente) es “Electricity (Electricidad)”; si se selecciona esta medida, en el caso de las calderas de gas deberá cambiarse el combustible a “Natural Gas”(Gas natural) o a LPG (GLP)" o "Diesel (Diésel)", según corresponda.

3.1.14. HME14 Bomba de calor para agua caliente - COP de 3

Los calentadores de agua con bomba de calor usan electricidad para extraer el calor del aire circundante y transferirlo al agua que se encuentra en un tanque cerrado. Este proceso es similar al proceso de transferencia de calor que tiene lugar en un refrigerador, pero a la inversa. Los calentadores de agua con bomba de calor pueden usarse con una doble funcionalidad en los hoteles, por ejemplo, para refrigerar la cocina, el cuarto de lavado o el área de planchado, y para generar agua caliente. Las bombas de calor, dado que mueven el calor en lugar de generarlo, pueden ofrecer eficiencias superiores al 100%. El coeficiente de desempeño (COP) indica la eficiencia de una bomba de calor. Se determina dividiendo la producción de energía de la bomba de calor por la energía eléctrica necesaria para que dicha bomba funcione a una temperatura específica. Cuanto mayor es el COP, más eficiente es la bomba de calor. Los calentadores de agua con bomba de calor típicos son de dos a tres veces más eficientes que los calentadores de agua eléctricos estándar

3.1.15. HME15 Refrigeradores y lavadoras de ropa energéticamente eficientes

EDGE utiliza los siguientes sistemas de clasificación reconocida para los electrodomésticos, aunque no necesariamente de forma exclusiva:

- clasificación Energy Star, o

- clase “A” mínima en el marco del sistema de etiquetado de eficiencia energética establecido por la Unión Europea, o
- nivel equivalente en un sistema de calificación similar a los anteriores.

En el caso base, los refrigeradores y las lavadoras tienen una calidad estándar; en caso mejorado, muestran una eficiencia entre un 5% y un 10% más elevada

3.1.16. HME16 Bombillas ahorradoras de energía - Espacios internos

Puede afirmarse que se está aplicando esta medida cuando las bombillas utilizadas en el proyecto son lámparas fluorescentes compactas (CFL), ledes o T5, u otros tipos de artefactos de iluminación que alcancen una eficiencia de 90lm/W o más. Al menos el 90% de las lámparas deben ser de bajo consumo. Los espacios en los que el uso de bombillas de bajo consumo es obligatorio varían según el tipo de edificio.

3.1.17. HME17 Bombillas ahorradoras de energía - Áreas comunes y espacios externos

Puede afirmarse que se está aplicando esta medida cuando las bombillas utilizadas en el proyecto son lámparas fluorescentes compactas (CFL), ledes o T5, u otros tipos de artefactos de iluminación que alcancen una eficiencia de 90lm/W o más. Al menos el 90% de las lámparas deben ser de bajo consumo. Los espacios en los que el uso de bombillas de bajo consumo es obligatorio varían según el tipo de edificio.

3.1.18. HME18 Controles de iluminación para áreas comunes y externas

Puede afirmarse que se está aplicando esta medida cuando la iluminación de todas las habitaciones que deben cumplir los requisitos es controlada por medio de tecnologías como sensores de ocupación, temporizadores o sensores de luz. Al instalar controles de iluminación en las habitaciones, se reduce el uso de la iluminación. Esto puede lograrse colocando sensores

de ocupación para evitar que queden luces encendidas cuando la habitación está desocupada o sensores fotoeléctricos cuando hay suficiente luz natural. Cuando se reduce el uso de la iluminación artificial, disminuye el consumo de energía. No existen cálculos relacionados con la evaluación de esta medida. Para poder afirmar que se la ha aplicado, la iluminación de todas las habitaciones que deben cumplir los requisitos debe estar conectada a controles de iluminación. En el caso de los controles para aprovechamiento de la luz natural, la iluminación ambiental en “zonas de luz natural” que tengan acceso a ventanas que den al exterior, o a tragaluces, deberá estar conectada a un sistema de control automático de la luz natural equipado con sensores fotosensibles. Las zonas de luz natural ubicadas junto a ventanas se definen como el espacio perimetral próximo a una ventana con una profundidad de 1,5 veces la altura desde el cabezal de la ventana hasta el piso.

3.1.19. HME19 Colectores solares de agua caliente - 50 % de la demanda de agua caliente

Puede afirmarse que se está aplicando esta medida cuando se especifica un sistema de calentamiento solar de agua. La instalación de un sistema de calentamiento solar de agua reducirá el consumo de electricidad de la red eléctrica (combustibles fósiles) para calentar agua en el edificio. Para reconocer la reducción de energía derivada de la instalación de colectores solares, el usuario debe ingresarla parte de la demanda de agua caliente, en el caso mejorado, que se cubrirá con este sistema. EDGE utiliza este porcentaje para compensar la cantidad de energía necesaria, mostrando una superficie mínima aproximada de colectores necesarios para satisfacer esa parte de la demanda de agua caliente. Esto ayudará a los auditores a comprobar el tamaño del sistema solar con respecto a la estimación de EDGE. La cantidad de agua caliente suministrada por los colectores solares depende de la cantidad de energía solar disponible, la pendiente y el perfil del techo, el espacio disponible, los factores de sombreado, la orientación

y el ángulo de los colectores solares, y el tipo de colector solar. El tamaño del tanque de almacenamiento también repercute en la cantidad de agua caliente suministrada, ya que un tanque demasiado pequeño reducirá la cantidad que puede almacenarse. El equipo de diseño debe tener en cuenta estos factores.

3.1.20. HME20 Energía solar fotovoltaica - 25 % del uso total de energía

Puede afirmarse que se está aplicando esta medida cuando se instalan paneles fotovoltaicos en el edificio o el predio, y si la energía generada por los paneles se destina al funcionamiento del edificio. Dado que una proporción específica de electricidad se reemplaza con energía renovable, los paneles fotovoltaicos se consideran una medida de eficiencia energética. La instalación de paneles solares fotovoltaicos reduce la cantidad de electricidad que se consume de la red.

Para poder afirmar que se está aplicando esta medida, el equipo de diseño debe indicar la proporción de la demanda de electricidad que pretende compensar con la instalación de los paneles fotovoltaicos. Se trata del porcentaje del consumo anual de electricidad (expresado en kWh/año) que se cubre con el sistema fotovoltaico en el caso mejorado. Para calcular este porcentaje, puede utilizarse el consumo de electricidad del caso mejorado de EDGE para el proyecto y la producción anual prevista del sistema fotovoltaico. Por ejemplo, si el consumo de energía previsto en el caso mejorado es de 100 kWh/m²/año y el sistema fotovoltaico generará 10kWh/m²/año, el porcentaje que deberá ingresarse en el modelo es 10%. EDGE también indicará la potencia en kilovatios pico (kWp) necesaria para suministrar ese porcentaje. El equipo de diseño debe poder demostrar que la instalación tiene la capacidad de producir esa potencia. La producción prevista de los paneles solares se mide en kWp y está basada en la potencia pico teórica de los paneles en condiciones de ensayo. La potencia en kWp puede obtenerse directamente del fabricante.

3.1.21. HME21 Smart Energy Meters for Electrical Energy

Puede afirmarse que se está aplicando esta medida cuando cada unidad del edificio está equipada con medidores inteligentes. Los propietarios pueden suscribirse a un sistema de monitoreo en línea o instalar un sistema de gestión de la electricidad en el hogar, que requiere una instalación mínima de equipos adicionales. Cabe señalar que no puede afirmarse que se está aplicando esta medida cuando se instalan “medidores prepagos” que no se consideren inteligentes según los requisitos de EDGE. El medidor inteligente debe poder mostrar las lecturas correspondientes de la última hora, el último día, los últimos 7 días y los últimos 12 meses de datos de uso, y los dispositivos deben encontrarse en un lugar accesible de la vivienda. Otros objetivos de los medidores inteligentes o los sistemas de gestión de la electricidad en el hogar son:

- ✓ medir el consumo de electricidad en el hogar y la potencia real
- ✓ analizar las mediciones
- ✓ que el precio por vivienda sea relativamente bajo
- ✓ que la solución de medidores inteligentes pueda utilizarse en hogares sin conexión a internet

3.1.22. HME22 Otra energía renovable para generación de electricidad

Puede afirmarse que se está aplicando esta medida cuando en el proyecto se utiliza energía generada a partir de recursos renovables que no sea energía solar fotovoltaica, tales como energía de biomasa, eólica, geotérmica e hidroeléctrica. Para poder afirmar que se han logrado los ahorros correspondientes, la fuente de energía renovable debe estar ubicada en el sitio del proyecto. Dado que la fuente de energía renovable reemplaza una proporción de la electricidad

generada a partir de combustibles fósiles, las fuentes de energía renovable se consideran una medida de eficiencia energética.

EDGE calcula el consumo anual total de electricidad correspondiente al caso mejorado. El equipo de diseño debe poder demostrar que la fuente renovable de electricidad es suficiente para satisfacer el porcentaje de consumo de electricidad indicado para el proyecto. La fuente renovable de electricidad puede ser centralizada y abastecer a una serie de edificios/viviendas dentro del complejo inmobiliario. En estos casos, debe calcularse el total para el proyecto maestro y debe utilizarse el mismo porcentaje promedio de manera uniforme en todos los modelos del proyecto.

Para aumentar al máximo el porcentaje de contribución obtenido de la fuente renovable de electricidad, debe reducirse primero al mínimo la demanda de electricidad disminuyendo el consumo de energía (por ejemplo, utilizando ventilación natural en lugar de mecánica o controles de iluminación automático

3.2. Medidas de eficiencia de agua

3.2.1. HMW01* Cabezales de ducha de bajo flujo – 8 lts./min

Al especificar duchas de bajo flujo, se reduce el consumo de agua sin afectar negativamente la funcionalidad. El flujo de una ducha puede ser tan bajo como 6litros por minuto o superior a 20litros por minuto. Puesto que depende de la presión del agua, los fabricantes suelen proporcionar un gráfico en el que se muestra el flujo a distintas presiones. Para garantizar la coherencia, el flujo utilizado en la evaluación de EDGE en la etapa de diseño/previa a la construcción debe ser el establecido para una presión operativa de 3bares (43,5libras por pulgadas cuadradas [psi]). En la etapa posterior a la construcción, deberán usarse los flujos reales. Si la presión y los flujos de las duchas varían en un mismo proyecto tras la construcción,

deberá usarse un promedio ponderado con flujo máximo. Para obtener un promedio ponderado, deberán realizarse varias mediciones en distintos lugares y pisos. Puede afirmarse que se está aplicando esta medida cuando se ingresa el flujo real y este es inferior al indicado en el caso base. Un flujo inferior al valor predeterminado para el caso de diseño contribuye a un ahorro de agua aún mayor.

3.2.2. HMW02* Grifos de bajo flujo para cocina – 6 l/min

El flujo real de los grifos del fregadero de la cocina debe ingresarse en el software en todos los casos, independientemente del valor. Se pueden lograr ahorros si el flujo de los grifos de cocina es inferior al del caso base especificado en litros por minuto. En algunos casos, estos ahorros no son aplicables. Por ejemplo, en un edificio sin cocina, no habrá grifos de cocina y, por ende, no podrán obtenerse ahorros a través de esta medida. Al especificar grifos de cocina de bajo flujo, se reduce el uso de agua sin afectar negativamente la funcionalidad. También se reduce el consumo de agua caliente y, de ese modo, el consumo de energía destinada a calentar el agua.

El flujo utilizado en la evaluación de EDGE debe ser el establecido para una presión operativa de 3bares (43,5psi). Si este valor no se encuentra disponible, podrán realizarse mediciones físicas en el lugar usando un cubo de un tamaño conocido y un cronómetro para registrar el flujo. Si los flujos de los grifos varían en un mismo proyecto, deberá usarse un promedio ponderado. Para obtener un promedio ponderado, deberán realizarse varias mediciones en distintos lugares y pisos. Si se selecciona esta medida, se da por supuesto que el flujo mejorado es, por defecto, de 4litros por minuto. Siempre y cuando el flujo real sea inferior al del caso base expresada en litros por minuto, podrá afirmarse que se está aplicando esta medida especificando el flujo real. Un menor flujo contribuye a lograr mayores ahorros de agua.

3.2.3. HMW03* Grifos de bajo flujo en todos los baños - 6 L/min

Se pueden lograr ahorros si el flujo de los grifos especificados para los lavabos del edificio es inferior al flujo del caso base en litros por minuto. Este flujo debe obtenerse a través del uso de aireadores y controles de cierre automático. Al especificar aireadores y grifos de cierre automático para lavabos y fregaderos se reduce el consumo de agua sin afectar negativamente la funcionalidad. Dado que el flujo de un grifo depende de la presión del agua, los fabricantes suelen proporcionar un gráfico en el que se muestra el flujo a distintas presiones. Para mejorar la coherencia, el flujo utilizado en la evaluación de EDGE en la etapa de diseño/previa a la construcción debe ser el establecido para una presión operativa de 3bares (43,5psi). En la etapa posterior a la construcción, deberán usarse los flujos reales. Si el valor no se encuentra disponible, podrán realizarse mediciones físicas en el lugar utilizando un cubo de un tamaño conocido un cronómetro para registrar el flujo. Para obtener un promedio ponderado, deberán realizarse varias mediciones en distintos lugares y pisos. Si se selecciona esta medida, se da por supuesto que el flujo mejorado es de 2litros por minuto. Si el flujo es superior a los 2litros por minuto, pero inferior al caso base expresado en litros por minuto, igualmente podrá afirmarse que se está aplicando la medida si se ingresa el flujo real. Cuanto menor sea el flujo, mayor será el ahorro de agua.

3.2.4. HMW04* Descarga doble para inodoros en todos los baños - 6 L en la primera descarga y 3 L en la segunda descarga

Puede afirmarse que se está aplicando esta medida cuando los sanitarios de todos los baños del edificio tienen un mecanismo de doble descarga o un mecanismo de descarga simple eficiente o una válvula de descarga. El flujo real de los sanitarios deberá ingresarse en EDGE en todos los casos, independientemente del valor. La instalación de sanitarios de doble descarga ayuda

a reducir el agua que se utiliza en las descargas de los sanitarios, ya que ofrecen la posibilidad de descargar menos agua cuando no se requiere una descarga completa.

Esta medida permitirá lograr ahorros si la descarga principal es inferior a la del caso base en litros/descarga o si la segunda descarga es menor que la del caso base en litros/descarga. Los valores predeterminados de la descarga para el caso mejorado deben reemplazarse por los valores reales provistos por el fabricante.

3.2.5. HMW05* Sanitarios de descarga simple - 6 l. por descarga

Puede afirmarse que se está aplicando esta medida cuando los sanitarios de todos los baños del edificio tienen un mecanismo de descarga simple eficiente o una válvula de descarga. La instalación de sanitarios de descarga simple con un uso de agua más eficiente o con una válvula de descarga ayuda a reducir el agua utilizada

En el caso de un sistema de descarga simple más eficiente, seleccione la opción “Single flush/flush valve” (Descarga simple/válvula de descarga) en EDGE. En el campo correspondiente al volumen de descarga debe ingresarse el valor real de la descarga. Si los volúmenes de descarga varían en un mismo proyecto, deberá usarse un promedio ponderado. Para obtener un promedio ponderado, deberán realizarse varias mediciones en distintos lugares y pisos

3.2.6. HMW06 Sistema de recolección de agua de lluvia - 50% del área del techo utilizado para este fin

Se podrá afirmar que se está aplicando esta medida cuando se cuenta con un sistema de recolección de agua de lluvia para abastecer agua con el propósito de que sea utilizada dentro del proyecto. Esta agua debe reutilizarse en el predio del proyecto para reemplazar el consumo

de agua del suministro municipal. Entre los usos finales pueden incluirse las descargas de sanitarios, el sistema de HVAC, la limpieza del edificio o el riego de las superficies ajardinadas. EDGE calcula automáticamente la cantidad máxima aproximada de agua que puede recoger un sistema de recolección de agua de lluvia utilizando los datos pluviométricos de la ubicación del proyecto y la superficie del techo. Si bien el supuesto predeterminado es que el techo servirá como sistema de recolección de agua de lluvia, un sistema de este tipo ubicado en el suelo es igualmente admisible siempre y cuando tenga las dimensiones correspondientes.

Lo más importante a la hora de diseñar un sistema de recolección de agua de lluvia es que el tanque de almacenamiento tenga un tamaño adecuado. El proveedor/diseñador del sistema debe ser capaz de asesorar sobre el tamaño adecuado, pero los dos factores que es preciso tener en cuenta al establecer el tamaño del tanque son la tasa de abastecimiento (datos pluviométricos locales y superficie de recolección) y la demanda (consumo diario de agua). Cuando se recolecta agua de lluvia, debe utilizarse un sistema de doble tubería para separar el agua de lluvia del agua general y para distribuir el agua recolectada que se utilizará en el predio del proyecto (descargas de sanitarios, lavadoras o duchas).

3.2.7. HMW07 Aguas grises recicladas para la descarga de los sanitarios

El objetivo es reducir el consumo de agua potable así como la carga sobre la infraestructura de abastecimiento de agua y alcantarillado. Las aguas grises no provienen de las descargas de los sanitarios ni de los fregaderos de la casa. La cantidad de agua residual disponible depende de la eficiencia de la grifería, es posible que los edificios que hacen uso de agua más eficiente no dispongan de suficiente agua para satisfacer la demanda. En el caso base no se recicla las aguas grises pero en el caso mejorado la totalidad de las aguas grises de los lavabos se reutiliza en el edificio para las descargas de sanitarios.

3.2.8. HMW08 Aguas negras recicladas para la descarga de los sanitarios

El objetivo de esta medida es reducir el consumo de agua del suministro municipal y disminuir la carga en la infraestructura local de suministro de agua y aguas residuales, utilizando un sistema de reciclaje de aguas negras. Esta agua residual debe reutilizarse en el predio del proyecto que servirá para las descargas sanitarias, el sistema de HVAC, limpieza de la edificación o el riego de las superficies ajardinadas.

El software EDGE calcula automáticamente el posible suministro de aguas negras del edificio y aplica una reducción de la demanda de agua municipal a los distintos usos finales. Supone que la mayor parte de las aguas negras se recolecta, se trata y se almacena adecuadamente para satisfacer la demanda permanente.

Cuando se recicle el agua se debe utilizar un sistema de doble tubería para separar el agua reciclada de la general. Esta medida afecta el consumo de energía del edificio, ya que las bombas de agua usan la energía necesario para el funcionamiento del sistema que esta incluido en el consumo de energía en la parte otros.

3.3. Medidas de eficiencia de materiales

Dentro de las medidas de eficiencia de materiales no incluye elementos estructurales, dado que la estructura debe diseñarse teniendo en cuenta las consideraciones de seguridad y demás aspectos de ingeniería, por lo que no sufrirá modificaciones.

3.3.1. HMM01* Losas de piso y entrepiso (Losa reforzada de concreto en obra)

El diseñador debe seleccionar la especificación de la losa de piso de su diseño, donde debe ingresar su espesor y contenido de varillas de acero de refuerzo. El espesor solo incluirá la losa estructural, no el espesor del concreto utilizado para nivelar la losa para el piso terminado, esa capa de enfoscado está incluida en la energía incorporada de acabado de piso. En esta medida

también se podrá indicar si existe un segundo material predominante que cubra más del 25% de la superficie y el porcentaje de su superficie reflejara en el total del proyecto.

3.3.2. HMM02* Construcción de cubierta Tipo 1 (Losa reforzada de concreto en obra)

El diseñador debe seleccionar la especificación de la cubierta a utilizar con su respectivo espesor, contenido de varillas de acero de refuerzo. En la pestaña de energía deberá usarse un promedio ponderado para las especificaciones como reflectividad solar y valor $-U$. La especificación de cubierta seleccionada influirá en el aislamiento térmico de la superficie de la cubierta.

3.3.3. HMM03* Paredes externas tipo 1 (Pared de ladrillo común con yeso externo e interno)

Se debe seleccionar la especificación que coincida con el diseño real del edificio, en donde se debe incluir el espesor de las paredes externas. La especificación de pared exterior seleccionada influirá en el aislamiento térmico del elemento de la pared exterior, por lo que la eficiencia energética podría verse afectada negativamente o mejorada en función de la especificación elegida.

3.3.4. HMM04* Paredes interiores (Pared de ladrillo común con yeso en ambas caras)

Para esta medida el diseñador deberá seleccionar en la lista desplegable la especificación que más se asemeje a las paredes externas indicadas e incluir su espesor, pero cuando haya múltiples especificaciones se deberá seleccionar la más predominante. EDGE no incluye opciones de enyesado ni acabado. Esta medida incide en el rendimiento acústico y el software

tiene un caso base que las paredes externas se construyen con ladrillos comunes de 200 mm con yeso por ambos lados.

3.3.5. HMM05* Acabados de piso (Baldosa cerámica)

Esta medida es un requisito de EDGE en la que se debe seleccionar una especificación para el acabado de piso con una energía incorporada menor a la de la especificación común. Aunque el acabado del piso no afecta otras medidas, esta puede influir en el rendimiento acústico. En el caso base, se utiliza un acabado de piso de baldosas de cerámica.

3.3.6. HMM06* Marcos de ventana (Aluminio)

Esta medida es obligatoria y se debe seleccionar una especificación de marco de ventana con una energía incorporada inferior a la de la especificación típica. La elección del material de los marcos de ventana afecta el rendimiento térmico. El supuesto predeterminado del software es que los marcos de las ventanas son de aluminio. En la guía del usuario se puede observar las opciones de marcos de ventana con su respectiva descripción.

4. MÓDULO SOBRE EL MANEJO DEL SOFTWARE EDGE

Uno de los componentes de la certificación EDGE es el software EDGE, que como se mencionó anteriormente, es inteligente porque trabaja bajo una interfaz intuitiva que entiende las condiciones locales como clima y tarifas de consumo de agua y energía, pero también es rápida, asequible e inclusiva. A continuación, se realizó dos módulos de aprendizaje en modalidad video tutoriales para el manejo del software EDGE desde cero.



Figura # 8. Presentación principal del modulo de aprendizaje

El video abarca desde como se abre el software y en qué navegadores funcionan, ya que ésta no es una aplicación descargable, sino más bien una aplicación en línea totalmente gratuita.



Figura # 9. Funcionamiento del software EDGE.

También se menciona el link de acceso al software y la importancia de la creación de la cuenta para guardar los datos del proyecto a analizar.

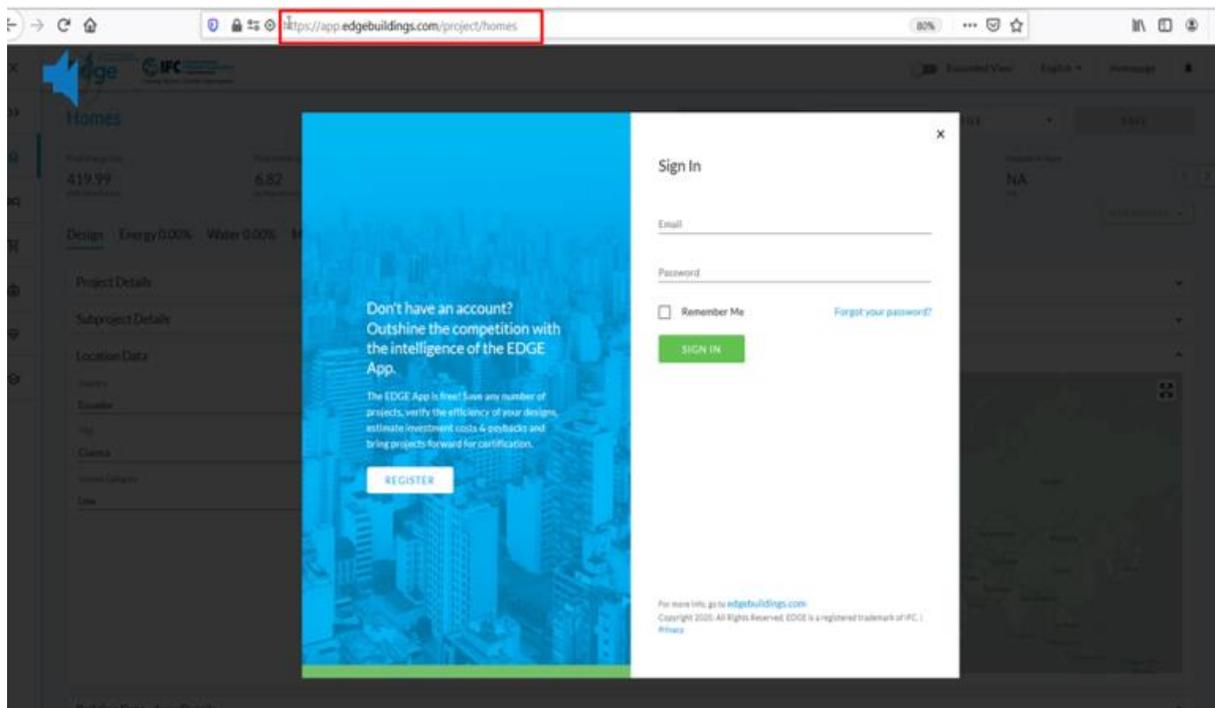


Figura # 10. Link de acceso al software EDGE.

Además, se explica la importancia de identificar el tipo de edificación como casas, hospitalidad, comercio, oficinas, hospitales y educación.

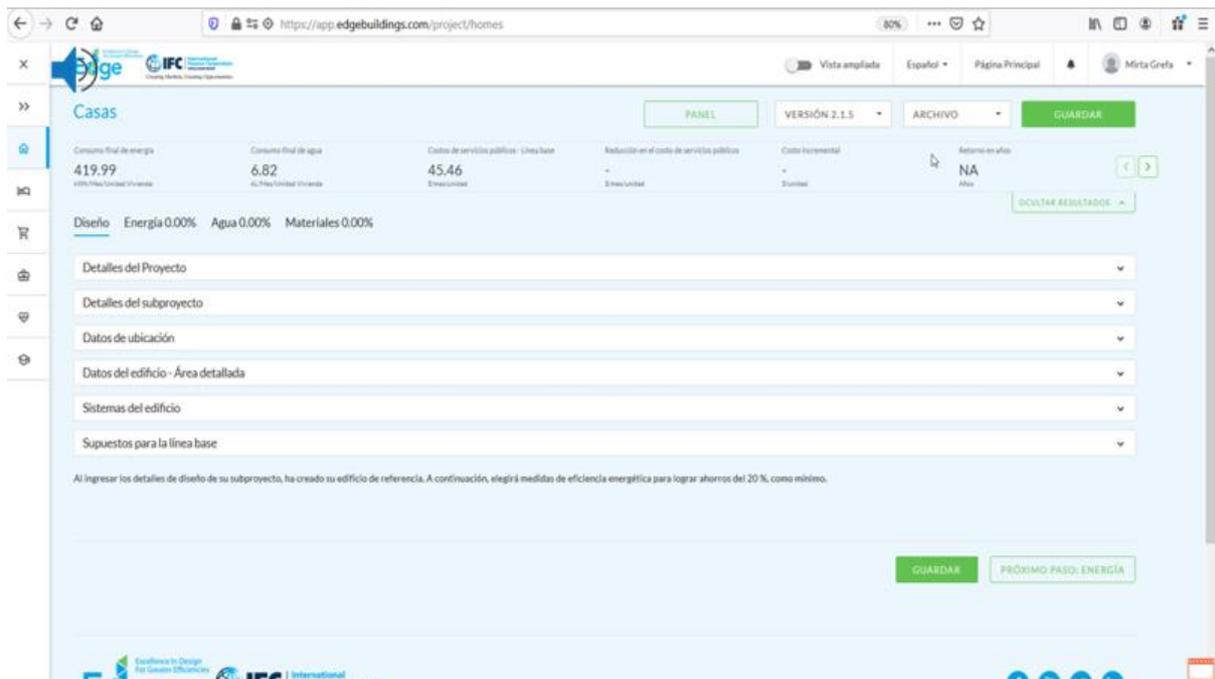


Figura # 11. Interfaz del software EDGE

También se aprendió a llenar el apartado de diseño en las secciones detalles del proyecto, detalles de subproyecto, datos de ubicación, datos del edificio – área detallada, sistemas del edificio y supuestos para la línea base. Y una vez guardado, se revisó como cargar los documentos del proyecto y del subproyecto.

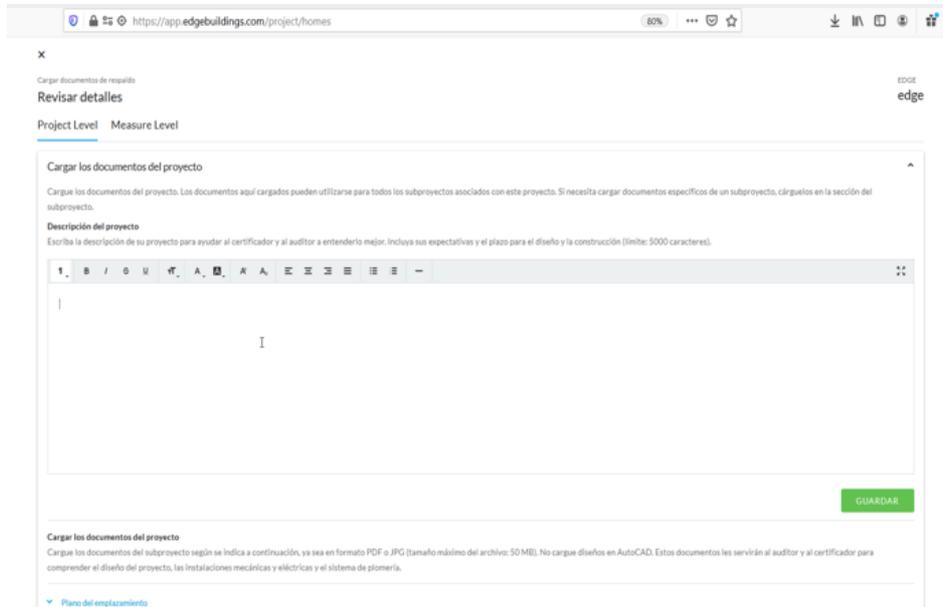


Figura # 12. Pestaña para cargar documentación del proyecto y subproyecto

En el módulo también se mencionó, los requisitos para la obtención de la certificación, que es la de conseguir el ahorro de al menos el 20% en energía, agua y energía incorporada a los materiales.

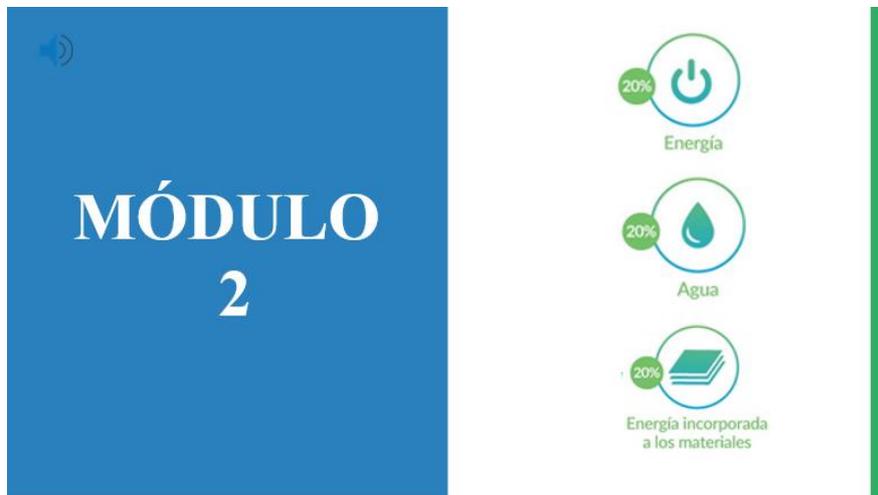


Figura # 13. Presentación del Módulo 2.

Y por ultimo, se aprendió cómo lograr el 20% de ahorro en los tres recursos.

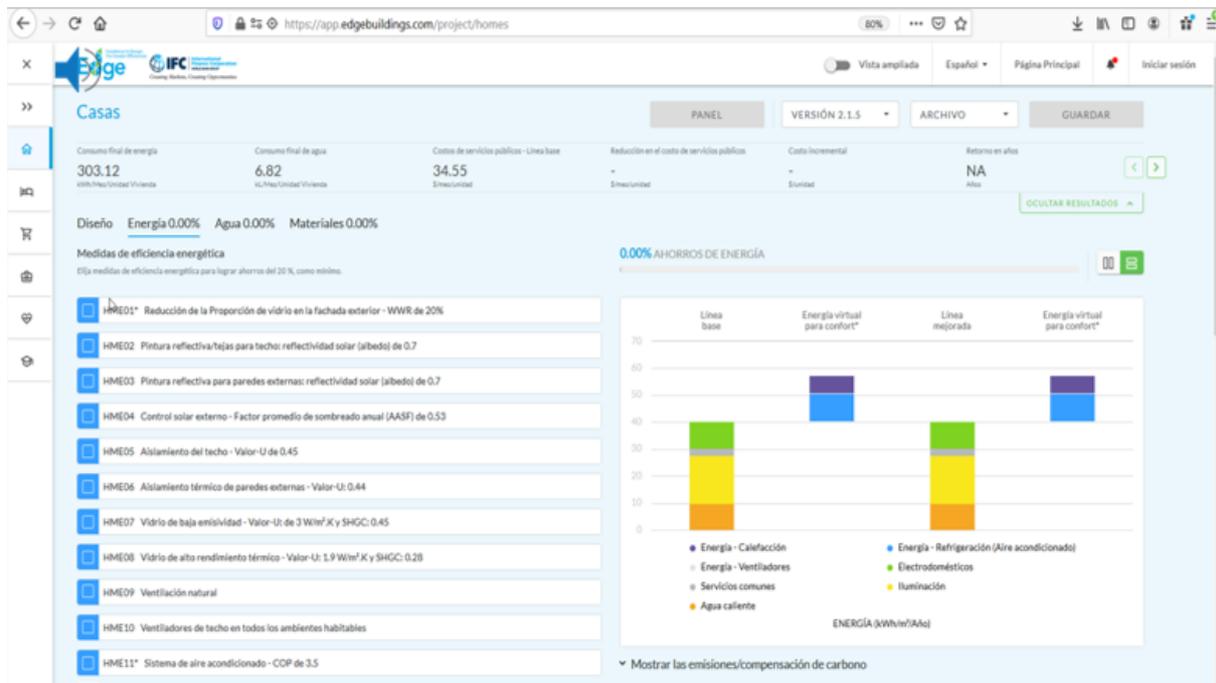


Figura # 14. Medidas disponibles para ahorro de energía.

5. CONCLUSIONES

En este trabajo de investigación, se comprendió la importancia del nuevo mercado de construcciones sostenibles, ya que así como la construcción es uno de los sectores que impulsa en gran medida el desarrollo socio económico, también es el responsable del consumo de recursos no renovables que de alguna manera causa los efectos del calentamiento global. Esta certificación internacional estableció parámetros para reconocer a una edificación como sostenible, y es la de lograr el ahorro de recursos de energía, agua y materiales en al menos un 20%. Además, se entendió que EDGE proporciona un software rápido, fácil y asequible que ayuda a visualizar en pocos minutos, como algunas medidas ayudan a ahorrar agua y energía, mejorando así el rendimiento de la edificación y reduciendo los gastos de servicios públicos.

Además, se aprendió sobre el manejo del software EDGE y se realizó módulos de aprendizaje de manera interactiva, destinado para cualquier profesional de la construcción que desee entender de mejor manera el funcionamiento del software, que va a estar adjuntada en la parte de anexos. Este sistema de certificación le da un valor agregado a las edificaciones, un ambiente de calidad y acceso a bonos verdes, a diferencia de otros sistemas de certificación sostenible. En el Ecuador, con diferencia de Quito no existe una normativa de construcción sostenible que establezca que la construcción realizada es verde.

En el Ecuador, hay pocas edificaciones sostenibles certificadas, y esto se debe a que no existe mucho conocimiento sobre este tema. En un futuro, la socialización se debería realizar en las universidades en las carreras de ingeniería civil y arquitectura. Aunque, si bien es cierto, el método del sistema de certificación es limitado, ya que el software contribuye al proceso de diseño, y a realizar comparaciones financieras direccionales pero no como para la toma de decisiones financieras que requieren mayor detalle.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alavedra, P., Domínguez, J., Gonzalo, E., & Serra, J. (1997). La construcción sostenible: El estado de la cuestión. *Informes de la Construcción*, 49(451), 41–47.
- Albújar Cabrera, P. E., Pichardo Inga, N. E., Polo Roca, M. E., Sánchez Felix, J. A., & Zegarra García, C. R. (s. f.). *Análisis Costo–Beneficio en edificaciones sostenibles con certificación EDGE, respecto a una edificación tradicional: Caso de estudio Edificio Multifamiliar en el distrito de San Borja–Lima*.
- Banco Mundial. (2020). *Desarrollo urbano: Panorama general* [Text/HTML]. World Bank. <https://www.bancomundial.org/es/topic/urbandevelopment/overview>
- Certificación EDGE / Bioconstrucción y Energía Alternativa*. (s. f.). Recuperado 18 de julio de 2020, de <https://bioconstruccion.com.mx/certificacion-edge/>
- Córdoba Rodríguez, C., & Ortega, L. F. (2019). *Diseño e implementación de estrategias para la certificación EDGE en la constructora CONACO*.
- Corporación Financiera Internacional. (2018). *Guía del Usuario de EDGE*. <https://www.edgebuildings.com/wp-content/uploads/2019/10/190515-EDGE-UG-Spanish.pdf?MOD=AJPERES#page=265>
- Dror, K. (2019). *Webinar Introductorio a la certificación EDGE y aplicación práctica en Ecuador—18 de julio de 2019*. <https://www.youtube.com/watch?v=tMOTH8MB-wI>
- EDGE. (s. f.). *EDGE Buildings / Build and Brand Green*. Recuperado 18 de julio de 2020, de <https://www.edgebuildings.com/>
- Green Group Sustainability Consulting. (s. f.). *CERTIFICACIÓN EDGE*. Green Group. Recuperado 18 de julio de 2020, de <https://www.greengroup.com.ar/detalle.php?a=certificaciOn-edge&t=18&d=229>
- Guerra, M., & Abebe, Y. (2019). Pairwise Elicitation for a Decision Support Framework to Develop a Flood Risk Response Plan. *ASCE-ASME J Risk and Uncert in Engrg Sys Part B Mech Engrg*, 5(011004). <https://doi.org/10.1115/1.4040661>
- Guerra, M., & Shealy, T. (2018). Teaching User-Centered Design for More Sustainable Infrastructure through Role-Play and Experiential Learning. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 144(4), 05018016. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)EI.1943-5541.0000385](https://doi.org/10.1061/(ASCE)EI.1943-5541.0000385)
- Hernández Moreno, S. (s. f.). John Riordan y Kristen Becker,(2008). The good office. Green design on the cutting edge. Nueva York: Collins Design. 223 pp. ISBN: 978-0-06-153789-9. *Entreciencias: Diálogos en la Sociedad del Conocimiento*, 3(6).

- Melgar, S., Bohórquez, M. A., & Andujar Marquez, J. (2020). uhuMEBr: Energy Refurbishment of Existing Buildings in Subtropical Climates to Become Minimum Energy Buildings. *Energies*, *13*, 1-35.
<https://doi.org/10.3390/en13051204>
- Merricks, S. (2016). *Using the EDGE web-based software is fast, easy and free [video] / GBCI*. <https://gbc.org/using-edge-web-based-software-fast-easy-and-free-video>
- Mujaahid, F., Mustika, D., Syahputra, R., Putra, K., & Purwanto, K. (2018). Energy Efficiency Through Lighting and Cooling System Approach. *Journal of Electrical Technology UMY*, *26*. <https://doi.org/10.18196/jet.2127>
- Rivera Chica, D. A., & Cachote Romero, A. A. (2019). *Diseños de ingeniería sustentable en proyecto inmobiliario. Caso de aplicación: Edificio Cervantes sector Cumbayá* [B.S. thesis]. PUCE-Quito.
- Rodríguez, D. (2017, febrero 15). Certificación EDGE para edificios sostenibles en Ecuador. *En.Te*. <http://www.entedesign.com/2017/02/15/certificacion-edge-ecuador/>
- Sánchez Cordero, A., Gómez Melgar, S., & Andújar Márquez, J. M. (2020). Green Building Rating Systems and the New Framework Level(s): A Critical Review of Sustainability Certification within Europe. *Energies*, *13*(1), 66.
<https://doi.org/10.3390/en13010066>
- Sterman, J. (2014). Interactive web-based simulations for strategy and sustainability: The MIT Sloan LearningEdge management flight simulators, Part I. *System Dynamics Review*, *30*(1-2), 89-121. <https://doi.org/10.1002/sdr.1513>
- Unión Interamericana para la Vivienda. (2019). *Cuaderno N°261: Certificación EDGE*. UNIAPRAVI.
https://www.google.com/search?sxsrf=ALeKk02EVQvnMcAILcv1p6MCLzAzn5bMdg%3A1595123984278&source=hp&ei=EKkTX-vBDcWJggepxbL4AQ&q=http%3A%2F%2Fwww.uniapravi.org%2Fobjetos%2Fpublicacion%2FMjU2%2F18122019105248.pdf&oq=http%3A%2F%2Fwww.uniapravi.org%2Fobjetos%2Fpublicacion%2FMjU2%2F18122019105248.pdf&gs_lcp=CgZwc3ktYWIQA1CTA1iTA2CdD2gAcAB4AIABxgGIACyBkgEDMC4xmAEAoAEC0AEBqgEHZ3dzLXdpeg&sclient=psy-ab&ved=0ahUKEwjric_zm9jqAhXFhOAKHamiDB8Q4dUDCAc&uact=5
- Villacís, B., Carrillo, D., & Martínez, A. G. (2011). Estadística demográfica en el Ecuador: Diagnóstico y propuesta. *Quito: Instituto Nacional de Estadística y Censos*, 1-74.
- Vilsmaier, U., & Lang, D. (2015). Making a difference by marking the difference: Constituting in-between spaces for sustainability learning. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, *16*, 51-55.
<https://doi.org/10.1016/j.cosust.2015.07.019>

Yandri, E., Ariati, R., Uyun, A., Setyobudi, R., Susanto, H., & Vincēviča-Gaile, Z. (2020). *Implementation of walk-through audits for designing energy management system: A first step towards an efficient campus* *Implementation of walk-through audits for designing energy management system: A first step towards an efficient campus*. 490. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/490/1/012005>

7. ANEXO A: MÓDULO 1

https://estudusfqedu-my.sharepoint.com/:v:/g/personal/maguerra_usfq_edu_ec/Ec4oHu6CNaBJvUYXIAQMok8BKhuDSyFID21gazC3wPOzTQ?e=aywdrn

8. ANEXO B: MÓDULO 2

https://estudusfqedu-my.sharepoint.com/:v:/g/personal/maguerra_usfq_edu_ec/EdcQ3R3vAJ5HiKZdpJ9p_gMBOCCzw01poY3LK_NvDnEy1w?e=tb8dYJ