

Documentación para la Certificación de Sostenibilidad de laboratorio de cero energía neta

Gaitán, Gabriela, Guardado, Oqueli y Juárez, Daniel, Martínez, Aarón.

Departamento de Ciencias Energéticas y Fluidicas, Universidad Centroamericana José Simeón Cañas, El Salvador

lamartinez@uca.edu.sv

Resumen- El propósito de este estudio es verificar la factibilidad de obtener la certificación LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) para el laboratorio de cero energía neta, ubicado en el campus de la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas (UCA) en Antigua Cuscatlán; proyecto de investigación que ha sido implementado mediante un convenio entre la UCA y USAID (United States Agency for International Development).

La certificación LEED consiste en un sistema de puntajes que busca mejorar la forma de diseñar, construir y operar los edificios de una forma sostenible mediante nueve categorías, las cuales son: Diseño Integrativo, Localización y Transporte, Parcelas Sostenibles, Eficiencia en el uso del agua, Energía y Atmósfera, Materiales y Recursos, Calidad del Ambiente Interior, Innovación en el Diseño y Prioridad Regional.

El objetivo primordial de este estudio es documentar el cumplimiento, o no cumplimiento, de los créditos de cada categoría LEED. Cada categoría consta de prerrequisitos, los cuales se deben cumplir, y de créditos, los cuales brindan el puntaje para la categoría.

La categoría de mayor potencial para el proyecto es la de Energía y Atmósfera, esto es porque el edificio a construir tendrá la característica de ser un net zero energy building (NZEB) a través de una combinación de eficiencia energética y energías renovables. Las categorías de Eficiencia en Agua, Materiales y Recursos y la Calidad Ambiental Interior muestran puntajes bajos porque no cumplen en su totalidad con los requerimientos que USGBC establece (debido a la etapa en la que actualmente se encuentra el proyecto).

Cabe mencionar que el puntaje obtenido contempla únicamente el análisis de los créditos que el proyecto NZEB ha logrado cumplir en su fase de diseño y por tanto el puntaje podría mejorar de manera significativa si se le da continuidad a este estudio analizando el resto de créditos durante la fase de construcción y operación.

Palabras clave— Certificación LEED, Categorías LEED, Créditos LEED, Diseño Integrativo, Localización y Transporte, Parcelas Sostenibles, Eficiencia en el uso del agua, Energía y Atmósfera, Materiales y Recursos, Calidad del Ambiente Interior, Innovación en el Diseño y Prioridad Regional.

I. INTRODUCCIÓN

LEED (Liderazgo en Diseño Energético y Ambiental) es un sistema de calificación para edificios verdes desarrollado por los miembros del U.S. Green Building Council, USGBC. Además, es internacionalmente reconocido como uno de los sistemas para la certificación de edificios sostenibles tomando en cuenta estrategias encaminadas a mejorar el desempeño en todos los indicadores influyentes con el medio ambiente: el ahorro de energía, la eficiencia del agua, la reducción de las emisiones de CO₂, la mejora de la

calidad ambiental interior, la gestión de recursos y la sensibilidad a sus efectos.

LEED es utilizada también como una herramienta de diseño para aquellos proyectos que no necesariamente desean obtener la certificación LEED [4].

LEED aborda los diferentes procesos de desarrollo y entrega de proyectos que existen en el mercado del diseño y la construcción de edificios mediante sistemas de clasificación para tipologías de edificios, sectores y alcances de proyectos específicos, entre las cuales se tienen [3].

- LEED BD+C; LEED para Nuevas Construcciones.
- LEED ID+C; LEED para Diseño y Construcción de Interiores.
- LEED O+M; LEED para Edificios Existentes.
- LEED ND; LEED para Desarrollo de Barrios.
- LEED for Homes; LEED para Viviendas.

LEED es un sistema de clasificación compuesto por la evaluación de varios criterios en base a un puntaje determinado, en el cual los proyectos obtienen puntos LEED por lograr cumplir con criterios específicos de construcción de edificios sustentables [3].

Generalmente, cada sistema de clasificación de LEED tiene 100 puntos de base; además de 6 posibles puntos en Innovación y 4 puntos en Prioridad Regional. En cada una de las categorías de créditos LEED, los proyectos deben satisfacer determinados prerrequisitos y ganar puntos. El número de puntos obtenidos por el proyecto determina el nivel de certificación LEED que el proyecto recibirá [3].

La certificación LEED está disponible en cuatro niveles progresivos de acuerdo con la siguiente escala:

- 40 a 49 puntos – LEED Certified (Certificado)
- 50 a 59 puntos – LEED Silver (Plata)
- 60 a 79 puntos – LEED Gold (Oro)
- 80 o más puntos – LEED Platinum (Platino)



Figura 1. Niveles de certificación LEED

II. MATERIALES Y MÉTODOS

A. Justificación de la Investigación

Debido al calentamiento global, el planeta está sufriendo varios cambios (los ecosistemas han sido afectados y la producción agrícola ha ido disminuyendo). El cambio climático, según el consenso internacional, es generado por las emisiones de gases de efecto invernadero producidos por las industrias, la quema de combustibles fósiles (el uso del vehículo) y las construcciones masivas de edificios; es por esto que las empresas están generando nuevas tecnologías en materiales de construcción y creando edificios más eficientes, lo que implica nuevos procesos de diseño, nuevas técnicas y estándares internacionales.

Una de las más completas en este ámbito es la certificación LEED, que trata temas centrales como: Proceso Integrativo, Localización y Transporte, Parcelas Sostenibles, Eficiencia en Agua, Energía y Atmósfera, Materiales y Recursos, Calidad del Ambiente Interior, Innovación en el Diseño y Prioridad Regional, dejando atrás la forma tradicional de diseñar las edificaciones y trabajando de manera conjunta con las distintas disciplinas en el área de diseño y construcción de edificios sostenibles.

Considerando el problema del calentamiento global, la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas (UCA), en conjunto con la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) han ejecutado el proyecto de investigación “Edificios de Cero Energía Neta en El Salvador NZEB” contribuyendo en la práctica de nuevas tecnologías que generarán una disminución en los impactos hacia el medio ambiente. Dicho proyecto busca la sostenibilidad del edificio a construir a través de la certificación LEED, la cual permitirá incentivar la adopción de nuevas prácticas para el desarrollo de más edificios sostenibles en El Salvador.

Con base en lo anterior, el objetivo de este estudio es recopilar toda la información y documentación posible que le permita a los investigadores del proyecto lograr certificar el edificio NZEB como un edificio sostenible bajo la clasificación de nueva construcción a través de la certificación LEED otorgada por USGBC (U.S. Green Building Council).

B. Recopilación de información

La metodología de este estudio consistió en la recopilación de información y documentación disponible para verificar la factibilidad de poder alcanzar una certificación LEED para el laboratorio de cero energía neta.

Para poder cumplir con los objetivos planteados, se obtuvo acceso a todos los documentos generados por el equipo de investigadores del proyecto, y a partir de esto se recolectó la información y documentación que sustenta el cumplimiento de los requisitos y créditos.

Además, se realizó una visita técnica en las instalaciones de Sherwin Williams, debido a que esta empresa logró alcanzar una certificación LEED (Oro) en el año 2015. El objetivo de la visita técnica era conocer más a detalle la documentación que USGBC solicita a los edificios que optan por alcanzar una certificación LEED.

C. Desarrollo según guía LEED

Con los documentos proporcionados por el equipo de investigadores se seleccionó la información necesaria según lo que establece la guía LEED versión 4 para el diseño y construcción de edificios sostenibles, con los cuales se realizó el análisis de la

factibilidad de lograr una certificación LEED para el laboratorio de cero energía neta.

Es importante aclarar que el estudio resume el cumplimiento de los requisitos obligatorios en las diferentes categorías, y créditos requeridos para la certificación, estando el proyecto en el inicio de la etapa de construcción.

Para cada caso, requisito o crédito, se detallaron las especificaciones que menciona la guía LEED versión 4 para Nuevas Construcciones, luego se estudió el cumplimiento del requisito o crédito, ya sea que cumpla o no, indicando para los créditos la cantidad de puntos ganados en función de los requerimientos que se logran cumplir con base a lo que se establece. Seguido a esto, se respaldó el cumplimiento del requisito o crédito a través de información y documentación solicitada por USGBC; cabe mencionar que si el crédito no se cumple es porque no se cuenta o no se cumple la documentación requerida.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las categorías con mayor potencial de certificación, según el presente análisis son Localización y Transporte, Energía y Atmósfera, porque son las que obtienen la mayor puntuación.

Se inicia el estudio de la certificación LEED con la categoría de Proceso Integrativo la cual involucra a diferentes disciplinas en todas las etapas de diseño, permitiendo que todas las áreas evalúen las decisiones tomadas por cada una de las disciplinas.

En la figura 2 se muestran fotografías de las reuniones del proceso de diseño para el edificio de cero energía neta.



Figura 2. Proceso Integrativo para el proyecto NZEB

Localización y Transporte se enfoca en que los proyectos tengan un buen servicio de transporte público que sea de fácil acceso peatonal y dejar de ser dependiente del automóvil, por lo tanto, el edificio NZEB cumple con tres créditos por tener buena ubicación y para demostrarlo se realizó una serie de planos logrando ganar 10 puntos de 16 que se pueden lograr, los cuales se muestran en la tabla I.

TABLA I. PUNTOS PROYECTADOS PARA LOCALIZACIÓN Y TRANSPORTE

Localización y Transporte (LT)	
Crédito	Puntos
LEED para localización en desarrollo urbano	0
Protección de suelos sostenibles	1
Parcela de alta prioridad	0
Densidad del entorno y usos diversos	4
Acceso a transporte público de calidad	5
Instalaciones para bicicletas	0
Huella de parqueo reducida	Pendiente
Vehículos sostenibles	Pendiente
Total de puntos potenciales a obtener	10

Para la categoría de parcelas sostenibles se realizó un análisis del sitio y debido al desarrollo que existe en lugar y a la vegetación existente se logra cumplir con la mayoría de los créditos, esta categoría se enfoca en preservar las zonas que aún no han sido desarrolladas por lo cual permite construir en zonas que han sido desarrolladas previamente para que el impacto al medio ambiente no sea grande, en la tabla II se muestra la puntuación que se logró.

TABLA II. PUNTOS PROYECTADOS PARA PARCELAS SOSTENIBLES

Parcelas Sostenibles (PS)	
Prerrequisito/Crédito	Puntos
Prevención de contaminación	-
Evaluación de la parcela	1
Desarrollo de la parcela-Proteger o restaurar el hábitat	2
Espacios abiertos	1
Gestión del agua lluvia	0
Reducción de islas de calor	2
Reducción de la contaminación lumínica	0
Total de puntos potenciales a obtener	6

Eficiencia de agua se trata de reutilizar el agua y recolectar el agua lluvia para no utilizar agua potable en inodoros y utilizarla solo para el contacto con las personas, cumpliendo con todos los requisitos y dos créditos más, es la categoría con la puntuación más baja. En la tabla III se muestran los resultados de la categoría.

TABLA III. PUNTOS PROYECTADOS PARA EFICIENCIA EN AGUA

Eficiencia en Agua (EA)	
Prerrequisito/Crédito	Puntos
Consumo de agua en el exterior	-
Consumo de agua en el interior	-
Medición de agua a nivel de todo el edificio	-
Consumo de agua en el exterior	1
Consumo de agua en el interior	0
Consumo de agua en las torres de refrigeración	0
Medición de agua	1
Total de puntos potenciales a obtener	2

La categoría de Energía y Atmosfera se refiere a utilizar solo la energía que el edificio requiere para funcionar. Esta es una de las categorías más sobresalientes porque se consigue la puntuación más alta y se demuestra con las simulaciones que hicieron los investigadores del proyecto, dando como resultado un 41% de mejora con respecto al caso base que establece la Norma 90.1-2010 de ANSI/ASHRAE/IESNA.

En la figura 3 se muestra la comparación general de los resultados de la simulación energética considerando un 25% de cargas misceláneas.

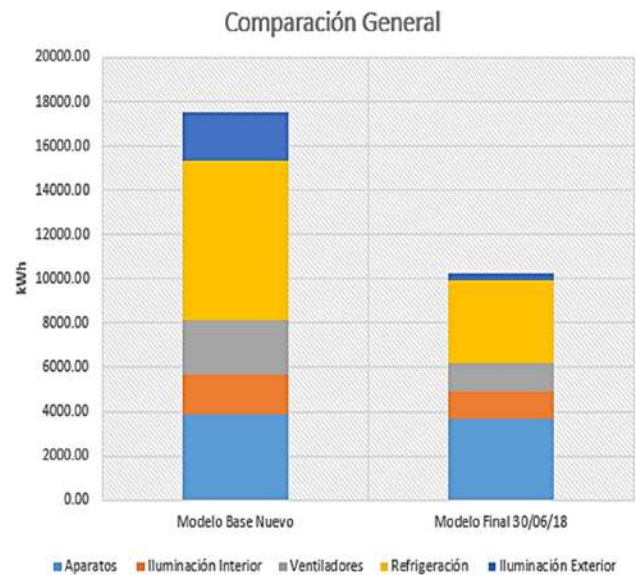


Figura 3. Resultados de la simulación energética.

En la tabla IV se muestra el puntaje obtenido en la categoría de Energía y Atmosfera siendo la categoría de mayor potencial en el proyecto NZEB.

TABLA IV. PUNTOS PROYECTADOS PARA ENERGÍA Y ATMÓSFERA

Energía y Atmósfera (EYA)	
Prerrequisito/Crédito	Puntos
Comisionamiento y verificaciones fundamentales	-
Mínima eficiencia energética	-
Medición de energía a nivel de todo el edificio	-
Gestión básica de refrigerantes	-
Comisionamiento avanzado	0
Optimización de la eficiencia energética	15
Medición avanzada de energía	1
Respuesta a la demanda	0
Producción de energía renovable	3
Gestión mejorada de refrigerantes	1
Energía verde y compensaciones de carbono	0
Total de puntos potenciales a obtener	20

Materiales y Recursos se enfoca en que los edificios utilicen la menor cantidad de materiales y que los desperdicios se puedan reutilizar. Debido a la etapa que se encuentra el proyecto (fase de construcción) no se ha podido lograr documentar el cumplimiento de todos los créditos que han quedado pendientes solo se ha logrado cumplir con los requisitos y un crédito.

En la tabla V se observa el resultado de la categoría de Materiales y Recursos.

TABLA V. PUNTOS PROYECTADOS PARA MATERIALES Y RECURSOS

Materiales y Recursos (MR)	
Prerrequisito/Crédito	Puntos
Recolección de materiales reciclables	-
Gestión de residuos de construcción y demolición	-
Reducción del impacto del ciclo de vida del edificio	3
Declaraciones ambientales de productos	Pendiente
Fuentes de materias primas	Pendiente
Componentes de los materiales	Pendiente
Gestión de residuos de construcción y demolición	Pendiente
Total de puntos potenciales a obtener	3

La categoría de Calidad Ambiental Interior se enfoca en generar un ambiente interior agradable para que las personas se sientan en confort y que se interactúe con el exterior, en esta categoría se implementa la política de no fumar dentro de la universidad, debido a la etapa en que se encuentra el proyecto (fase de construcción) no se puede medir la calidad del ambiente dentro del edificio dejando pendientes créditos. Los resultados de la categoría de Calidad Ambiental Interior se presentan en la tabla VI.

TABLA VI. PUNTOS PROYECTADOS PARA CALIDAD AMBIENTAL

Calidad Ambiental Interior (CAI)	
Prerrequisito/Crédito	Puntos
Mínima eficiencia de la calidad del aire interior	-
Control de humo del tabaco en el ambiente	-
Estrategias mejoradas de calidad del aire interior	Pendiente
Materiales de baja emisión	Pendiente
Calidad del aire interior durante la construcción	1
Evaluación de la calidad del aire interior	Pendiente
Confort térmico	1
Iluminación interior	2
Luz natural	0
Vistas de calidad	Pendiente
Eficiencia acústica	Pendiente
Total de puntos potenciales a obtener	4

La categoría de Innovación está relacionada con el reconocimiento de aquellos proyectos con un desempeño único y excepcional en créditos LEED establecidos y por las características ecológicas e innovadoras que no están contempladas en el sistema de calificación LEED.

Como regla general, la categoría de Innovación otorga méritos a los desempeños excepcionales al duplicar los requisitos de créditos y/o alcanzar el siguiente umbral de porcentaje incremental. Los resultados de esta categoría se presentan en la tabla VII.

TABLA VII. PUNTOS PROYECTADOS PARA INNOVACIÓN

Innovación (IN)	
Crédito	Puntos
Innovación	5
Profesional acreditado LEED	0
Total de puntos potenciales a obtener	5

Los resultados obtenidos en esta categoría se deben a que el edificio NZEB se caracteriza principalmente por su producción de energía renovable ya que los resultados de la simulación energética demuestran que los consumos mensuales y anuales de energía no sobrepasan la generación de energía fotovoltaica del edificio teniendo como resultado un balance energético positivo considerando al edificio como un edificio de cero energía neta.

Además, el porcentaje del costo de energía renovable en el sitio del edificio NZEB es del 173% superando en gran medida el máximo porcentaje de producción de energía renovable que el crédito de producción de energía renovable establece en la guía LEED versión cuatro.

Para la categoría de Prioridad Regional identifica una serie de zonas medioambientales dentro de las cuales se valora con mayor fuerza las estrategias de construcción sostenible.

En la tabla VIII se detallan las categorías que se consideran Prioridad Regional en El Salvador.

TABLA VIII. CATEGORÍAS LEED CONSIDERADAS PRIORIDAD REGIONAL EN EL SALVADOR

Prioridad Regional (PR)	
Créditos considerados Prioridad Regional en El Salvador	
Energía y Atmósfera	Optimización de la eficiencia energética
Calidad Ambiental	Plan de gestión de calidad de aire interior
Calidad Ambiental	Estrategias avanzadas para la calidad de aire interior
Calidad Ambiental	Confort térmico
Parcelas Sostenibles	Desarrollo de la parcela-Proteger o restaurar el hábitat
Parcelas Sostenibles	Manejo de agua lluvias

Se debe aspirar únicamente a cuatro de los seis créditos de Prioridad Regional. Estos créditos se han identificado por los consejos y capítulos regionales del USGBC como créditos que tienen una importancia regional adicional para la región del edificio.

Para el proyecto NZEB, los créditos que sí cumple y que son considerados como Prioridad Regional son: optimización de la eficiencia energética, plan de gestión de la calidad de aire interior, confort térmico y desarrollo de la parcela dando como resultado a ganar cuatro puntos adicionales para la certificación LEED.

Entre las fortalezas del proyecto se mencionan:

- El edificio producirá la energía que consumirá, esto es porque el edificio a construir tendrá la característica de ser NZEB a través de una combinación de eficiencia energética y energías renovables.
- Utiliza materiales bajo impacto al medio ambiente, como la madera.
- Conservación de toda la vegetación preservando el hábitat.

Debilidades:

- No se recolecta agua lluvia
- No se reutiliza el agua

IV. CONCLUSIONES

La categoría de Energía y Atmósfera es la que presenta el mayor puntaje proyectado debido a que la característica principal del edificio a construirse es ser NZEB lo cual se logra a través de la combinación de eficiencia energética y energías renovables, permitiendo que el edificio sea un piloto NZEB con rendimiento ejemplar y prototipo tecnológico.

La categoría de Eficiencia en Agua es de las categorías con puntaje más bajo debido a que el agua potable es utilizada también para los accesorios como inodoros y grifos, y no sólo para el consumo humano. La categoría se enfoca en la reducción del uso del agua potable, por lo que esto impide lograr más puntaje.

Con base en los resultados de la información y documentación recolectada, se obtiene la posibilidad de obtener un total de 55 puntos lo que permite demostrar que el laboratorio de cero energía neta tendrá un buen potencial para aspirar a una certificación LEED (Plata).

En la tabla IX se presenta un resumen del total de puntos proyectados por las diferentes categorías analizadas en este estudio.

TABLA IX. PUNTOS PROYECTADOS PARA LA CERTIFICACIÓN LEED

Categorías	Puntos proyectados
Proceso Integrador	1
Localización y Transporte (LT)	10
Parcelas Sostenibles (PS)	6
Eficiencia en Agua (EA)	2
Energía y Atmósfera (EYA)	20
Materiales y Recursos (MR)	3
Calidad Ambiental Interior (CAI)	4
Innovación (IN)	5
Prioridad Regional (PR)	4
Total de puntos potenciales a obtener	55

El puntaje proyectado puede aumentar de manera significativa, si se le da continuidad a los resultados obtenidos en las categorías de Eficiencia en Agua, Materiales y Recursos y la Calidad Ambiental Interior que son las áreas en las que no se ha logrado obtener toda la información y documentación solicitada por USGBC (debido a la fase en la que se encuentra actualmente el proyecto).

El uso de los criterios LEED son una referencia para la implementación de los procesos de diseño y construcción de edificios sostenibles, como es el caso del laboratorio de cero energía neta de la Universidad Centroamérica “José Simeón Cañas” (UCA), pudiendo tener una visión clara y amplia de la sencillez en la aplicación de estas medidas, aun cuando no sea la certificación el objetivo final del análisis.

Es importante destacar que el tema de las edificaciones sostenibles toma cada vez más fuerza ya que el medio ambiente se ve afectado y la conciencia que se debe tomar parte del día, se debe aplicar y sería muy conveniente que la universidad enfatizara en este tipo de estudios para ampliar la conciencia ecológica en los estudiantes.

REFERENCIAS

- [1] VINCE BRIONES. (2013). Technical vs Process Commissioning. ASHRAE Journal
- [2] USGBC. (2014). El diseño y la construcción de edificios LEED - Building Design and Construction
- [3] USGBC. (2013). Reference Guide for Building Design and Construction
- [4] Consejo de Construction Verde de España. (2015). Visión general de la guía de referencia para diseño y construcción de edificios

- [5] ASHRAE, ASHRAE/ANSI Standard 90.1-2013 Energy Standard for Buildings. 2013, American Society of Heating, Refrigerating, and Air-Conditioning Engineers: Atlanta, GA.

- [6] Arévalo, Cárcamo, Menjivar (2012). *Plan estratégico para promover la educación ambiental sobre el reciclaje, promocionando a través de la alcaldía municipal de Santa Tecla dirigido a los adolescentes del centro histórico de la ciudad de Santa Tecla departamento de La Libertad.* (tesis de pregrado). Universidad de El Salvador, San Salvador, El Salvador.

- [7] Ariza, Velásquez (2017). *Integración de metodologías y herramientas de simulación a procesos de diseño interdisciplinar para desarrollar edificaciones de cero energía neta.* (tesis de pregrado). Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas”, Antigua Guatemala, El Salvador.

- [8] Castellanos, Romero (2018). *Revisión, implementación práctica y optimización de metodologías de simulación con enfoque interdisciplinar para el diseño de edificios de cero energía neta.* (tesis de pregrado). Universidad Centroamericana “José Simeón Cañas”, Antigua Guatemala, El Salvador.

- [9] Rico Martínez (2016). *Certificación LEED en Instalaciones Eléctricas* (tesis de pregrado). Instituto Politécnico Nacional, Tecamachalco, México.