

**ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD DE APLICACIÓN DE PRÁCTICAS  
SOSTENIBLES PARA LA OBTENCIÓN DE CERTIFICACIÓN LEED EN UNA  
CONSTRUCCIÓN NUEVA EN COLOMBIA**

**DIANA ROCIO SÁNCHEZ IZQUIERDO  
ZAMIR ALBEIRO MARTÍNEZ FONSECA**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
BUCARAMANGA**

**2016**

**ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD DE APLICACIÓN DE PRÁCTICAS  
SOSTENIBLES PARA LA OBTENCIÓN DE CERTIFICACIÓN LEED EN UNA  
CONSTRUCCIÓN NUEVA EN COLOMBIA**

**DIANA ROCIO SÁNCHEZ IZQUIERDO  
ZAMIR ALBEIRO MARTÍNEZ FONSECA**

**Proyecto de Grado presentado como requisito para optar al título de  
Ingeniero civil**

**Director:  
RICARDO ALFREDO CRUZ HERNÁNDEZ  
Ingeniero Civil  
PhD en Ciencias Técnicas**



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER  
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICO-MECÁNICAS  
ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL  
BUCARAMANGA**

**2016**

## CONTENIDO

	pág.
INTRODUCCIÓN	14
1. MARCO TEÓRICO	16
1.1 SITUACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL	16
1.2 CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE	17
1.2.1 Organizaciones promotoras de la construcción sostenible	17
1.3 LEED “LIDERAZGO EN ENERGÍA Y DISEÑO AMBIENTAL”	19
1.3.1 Sistemas de clasificación LEED	19
1.3.2 Funcionamiento de LEED	20
1.3.3 Beneficios de la Certificación LEED	21
2. METODOLOGÍA	23
3. REQUISITOS Y DOCUMENTACIÓN EXIGIDA POR LEED	25
4. PRÁCTICAS SOSTENIBLES POSIBLES A IMPLEMENTAR	29
5. ANÁLISIS	48
6. CONCLUSIONES	53
7. RECOMENDACIONES	55
BIBLIOGRAFÍA	56
ANEXOS	62

## LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Beneficios cuantitativos esperados de algunas prácticas	pág. 50
--	------------

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Niveles de Certificación	21

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Techos Verdes	62
Anexo B. Propiedades típicas del concreto permeable.	65
Anexo C. Índices de Reflectancia Solar	66
Anexo D. Líneas bases y estándares. [9]	67
Anexo E. Uso eficiente de la iluminación natural	69
Anexo F. Listado de proyectos LEED en Colombia	73

## ABREVIATURAS Y ACRÓNIMOS

**LEED:** Leadership in Energy & Environmental Design (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental).

**USGBC:** U.S. Green Building Council (Consejo de construcción verde de Estados Unidos).

**PNUMA:** Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente.

**CCCS:** Consejo Colombiano de Construcción Sostenible.

**SAC-ES:** Sello Ambiental Colombiano para Edificaciones Sostenibles.

**ASHRAE:** Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado.

**COPs:** Compuestos Orgánicos Persistentes.

**RPP:** Requerimientos para el proyecto del propietario.

**BD:** Bases de Diseño.

**CFC:** Clorofluorocarbonos.

**ARx:** Autoridad de Recepción.

**ODP:** Ozono depletion Potential (Potencial de destrucción de ozono).

**GWP:** Global warming potential (Potencial de calentamiento global).

**OSB:** Oriented Strand Board (Tableros de virutas orientados).

**FSC:** Forest Stewardship Council (Consejo de administración forestal).

## RESUMEN

**Título: ANÁLISIS DE LA VIABILIDAD DE APLICACIÓN DE PRÁCTICAS SOSTENIBLES PARA LA OBTENCIÓN DE CERTIFICACIÓN LEED EN UNA CONSTRUCCIÓN NUEVA EN COLOMBIA\***

**Autores: DIANA ROCIO SÁNCHEZ IZQUIERDO  
ZAMIR ALBEIRO MARTÍNEZ FONSECA\*\***

**Palaras Claves:** LEED, Prácticas sostenibles, Construcción nueva, Parcela sustentable, Eficiencia energética, Eficiencia agua, Materiales reciclables.

Actualmente la tendencia mundial se dirige hacia la reducción de la contaminación generada durante la construcción y posterior vida útil de una edificación, bien se sabe que la construcción es indispensable para el desarrollo de la sociedad, pero es uno de los principales responsables de las problemáticas medioambientales que se presentan en la actualidad, ya que los procesos y materiales que se usan, son las encargadas de la mayor producción de CO<sub>2</sub> y del inadecuado uso de los recursos naturales. La sostenibilidad se encarga de mitigar estos impactos negativos, implementando procesos que sean amigables ambientalmente con nuestro planeta y que sean aplicables a la construcción, con el fin de disminuir la contaminación a la capa de ozono. Este artículo presenta el análisis del procedimiento necesario para obtener una certificación LEED v4 en proyectos de edificaciones nuevas, implementando prácticas sostenibles que cumplan con la documentación y los requisitos requeridos por ésta. Mediante la adecuada selección de prácticas sostenibles se espera un ahorro de aproximadamente 20 a 50 por ciento de energía, reducción del 33 por ciento de emisiones de CO<sub>2</sub>, ahorro de 40 a 50 por ciento del consumo de agua y una reducción del 25 por ciento en acumulación de desperdicios sólidos, entre otros beneficios. Con lo anterior se espera una reducción significativa en la problemática actual y se busca incrementar la participación del sector constructor colombiano en esta certificación.

---

\* Proyecto de Grado.

\*\* Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas, Escuela de Ingeniería Civil. Director: Ricardo Alfredo Cruz Hernández

## ABSTRACT

**Title: ANALYSIS OF THE FEASIBILITY OF IMPLEMENTATION OF SUSTAINABLE PRACTICES FOR OBTAINING LEED CERTIFICATION IN A NEW BUILDING IN COLOMBIA\***

**Authors: DIANA ROCIO SÁNCHEZ IZQUIERDO  
ZAMIR ALBEIRO MARTÍNEZ FONSECA\*\***

**Keywords:** LEED, Sustainable practice, new construction, Sustainable sites, Energy efficiency, Water efficiency, Recyclable materials.

Currently the global trend is towards reducing pollution generated during construction and useful later life of a building, it is well known that construction is essential for the development of society, but it is one of the main responsible for environmental issues presented today, as the processes and materials used, they are responsible for the increased production of CO<sub>2</sub> and the inappropriate use of natural resources. Sustainability is responsible for mitigating these negative impacts, implementing environmentally friendly processes that are on our planet and that are applicable to the construction, in order to reduce pollution to the ozone layer. This article presents the analysis of the procedure necessary to obtain a LEED v4 certification in new buildings projects, implementing sustainable practices that meet the requirements and documentation required by this. By suitable selection of sustainable practices savings of approximately 20 to 50 percent energy reduction of 33 percent CO<sub>2</sub> emissions, saving 40 to 50 percent of water consumption and a reduction of 25 percent is expected in accumulation of solid waste, among other benefits. With the above in a significant reduction in the current problems are expected and seeks to increase the participation of the Colombian construction sector in this certification.

---

\* Graduation project.

\*\* Faculty of Engineering Physics and Mechanical, School of Civil Engineering. Director: Ricardo Alfredo Cruz Hernandez

## INTRODUCCIÓN

La construcción sostenible es una tendencia mundial en la cual se promueve la utilización de prácticas adecuadas para mitigar la problemática que se vive en la actualidad en temas como el excesivo consumo de energía, las emisiones de gases de efecto invernadero, la generación de residuos, el abastecimiento, uso y disposición de agua entre otros, ya que el sector de la construcción es uno de los principales actores en la problemática ambiental, por éste ser el responsable de gran parte de las emisiones nocivas a la atmósfera y del consumo de recursos naturales.<sup>1</sup> Por esta razón, se encuentra pertinente construir siguiendo parámetros que regulan y evalúan los criterios de sostenibilidad. Alrededor del mundo se han conformado diferentes entidades con este mismo objetivo, una de las más reconocidas y aplicada en toda América es la U.S Green Building Council “USGBC”. Esta es una asociación que promueve la construcción sostenible, energéticamente eficiente y respetuosa con el medio ambiente, que contribuye a mejorar la calidad de vida de los habitantes a través del estándar de certificación Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental “LEED”.<sup>2</sup>

Según un análisis realizado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, la certificación LEED ha sido incorporada en el mercado inmobiliario de Colombia teniendo una creciente aceptación; en abril del 2014 se contaban con 127 proyectos registrados, de los cuales 32 proyectos ya habían recibido una certificación básica, plata, oro o platino.<sup>3</sup> El primer proyecto en obtener la máxima

---

<sup>1</sup> CABAS R., Gina Alexandra, GARRIDO B., María Camila. Análisis comparativo de costos para un proyecto de hotel y oficinas leed certificado 3.0-2009 en la ciudad de Bogotá, Pregrado, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, 2011.

<sup>2</sup> USGBC. U.S. Green Building Council, LEED V4 [en línea]. [Citado 12 feb 2016]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.usgbc.org/leed#v4>>

<sup>3</sup> UNEP. Situación de la Edificación Sostenible en América Latina [en línea]. [Citado 15 ene 2016]. Disponible en Internet: <URL:[http://www.unep.org/sbci/documents/Situacion%20Edificacion%20Sostenible%20AL\\_ESP.pdf](http://www.unep.org/sbci/documents/Situacion%20Edificacion%20Sostenible%20AL_ESP.pdf)>

distinción fue el Homecenter Cajicá en mayo del 2014 en el sistema BD + C: Retail V3- LEED 2009 (Diseño y Construcción de Edificios al por menor en la versión 3).<sup>4</sup>

En el presente artículo se presenta una recopilación de la información necesaria para optar a la certificación LEED en el sistema BD+C: New Construction V4 (Diseño y Construcción de Edificios para una Construcción Nueva en la versión 4), citando, explicando y detallando cada uno de los requisitos y documentación solicitada para el cumplimiento de las distintas categorías, entre las que se encuentran localización y transporte, parcelas sostenibles, eficiencia en agua, energía y atmósfera, materiales y recursos. Con la intención de facilitar la interpretación de cada categoría se presenta su objetivo y una tabla con la anterior información.

Además se realizó una investigación de nuevas y posibles prácticas que se podían aplicar a un proyecto nuevo para el cumplimiento de lo exigido por el estándar, teniendo en cuenta todos los ítems a calificar, analizando la viabilidad y los beneficios que generan con respecto a las prácticas que se utilizan en la construcción tradicional. Todo esto con el fin de dar a conocer esta certificación e impulsar la implementación de la construcción amigable con el medio ambiente, creando conciencia del gran aporte positivo que se puede realizar desde este campo.

---

<sup>4</sup> SETRI. Homecenter Cajicá [en línea]. [Citado 2 nov 2016]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.setri.com.co/wp/nuestros-clientes/finalizados/homecenter-cajica/>>

## 1. MARCO TEÓRICO

### 1.1 SITUACIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN TRADICIONAL

La construcción tradicional comprende la utilización de materiales para la ejecución de procesos, con el fin de producir obras civiles que contribuyan tanto al desarrollo social como económico de una región, sin embargo, en estos procesos se generan unos impactos ambientales negativos entre los que se encuentran:

- Energía: Se requiere gran cantidad de energía para la elaboración de materiales que componen una vivienda, producida a partir de la combustión del petróleo, gas natural y carbón, que generan emisiones de CO<sub>2</sub> provocando el calentamiento del planeta conocido como efecto invernadero.
- Agua: Desperdiciar el recurso por la mala manipulación de materiales que han necesitado un alto consumo durante su fabricación, así como en los procesos que se requiera como por ejemplo en la realización de hormigón y morteros.
- Suelo: Contaminación por la emisión de sustancias peligrosas como combustibles y aguas de limpieza que generan una alteración al orden natural de la vegetación; así como también la tala indiscriminada de árboles.
- Aire: Contaminación producida por la combustión de combustibles como el petróleo y gas. Además aumentando la cantidad de partículas en suspensión como el polvo debido a los procesos constructivos.
- Agotamiento de los recursos naturales: Causada por la indebida explotación de los recursos naturales no renovables sin control alguno.<sup>5</sup>

Por esta razón la construcción se ha visto obligada a mirar opciones diferentes a las convencionales para poder mitigar estos efectos negativos.

---

<sup>5</sup> OROSTEGUI J. Jerson y ZAPATA B. Manuel, Sistemas de construcción sostenible aplicadas al diseño y la construcción de edificios institucionales en la región, Pregrado; Universidad Pontificia Bolivariana de Bucaramanga, Colombia, 2010.

## 1.2 CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE

La construcción sostenible constituye una manera de satisfacer las necesidades de vivienda e infraestructura del presente sin comprometer las de las generaciones futuras. El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente “PNUMA” describe la construcción sustentable como una manera de la industria de la construcción de actuar hacia el logro del desarrollo sostenible, tomando en cuenta aspectos medio ambientales, socioeconómicos y culturales. Específicamente, implica cuestiones tales como diseño y administración de edificaciones, construcción y rendimiento de materiales y uso de recursos, todas dentro de la órbita más amplia del desarrollo y la gestión urbanos.<sup>6</sup>

La construcción sostenible contempla el cuidado del ambiente a través de:

- Uso eficiente de energía.
- Empleo de fuentes de energía renovables.
- Empleo de materiales y productos de construcción amigables con el medio ambiente.
- Realización de una gestión integral de residuos.
- Análisis del impacto ambiental de la ubicación de la obra.

**1.2.1 Organizaciones promotoras de la construcción sostenible.** En el afán de cuidar el medio ambiente y mejorar los procesos en la construcción se han establecido organizaciones que desean promover, desarrollar tecnologías e implementar normas de certificación para los proyectos que buscan ser considerados sostenibles entre los cuales se encuentra:

- World Green Building Council “WGBC”

---

<sup>6</sup> HOLCIM. ¿Qué es la construcción sostenible? [en línea]. [Citado 14 dic 2015]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.holcim.com.ec/desarrollo-sostenible/holcim-foundation-for-sustainable-construction/que-es-la-construccion-sostenible.html>>

- Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency “CASBEE” creado por Japan Green Built council “JaGBC”.
- Green Star, Creado por The Green Building Council of Australia “GBCA”.
- Building Research Establishment Environmental Assessment Method “BREEAM” creado por Building Research Establishment “BRE” Inglaterra.
- Leadership in Energy and Environmental Design “LEED” creado por U.S Green Building Council “USGBC”.<sup>7</sup>

Este último consejo desarrolló en el año 2000 la certificación LEED, que es una de las más reconocidas a nivel mundial; cuenta con alrededor de 1,85 millones de pies cuadrados certificados diariamente<sup>8</sup> y ha sido la guía para la formación de diferentes consejos de construcción sostenible en países de América como el de Chile, México y Colombia, siguiendo su estándar. En Colombia se cuenta con distintas organizaciones como lo son:

- Sello Ambiental Colombiano para Edificaciones Sostenibles “SAC-ES”: Es una certificación que demuestra el cumplimiento eficaz de los criterios ambientales de un producto o servicio, así como la implementación y operación de un sistema de gestión ambiental para gestionar de forma permanente el cumplimiento con los criterios definidos en la Norma Técnica Colombia.
- El Centro de Desarrollo del Hábitat y la Construcción: Es un programa que busca inculcar en sus aprendices e instructores un compromiso ante la sociedad, por medio de programas de formación haciendo uso de tecnologías de la información y mediante proyectos, basándose en la parte ambiental, capacitándolos en temas como la arquitectura bioclimática y sostenible, construcción sostenible, calidad de aire interno, energías renovables entre otros.

---

<sup>7</sup> MORALES DAMIAN, Arnulfo Everardo. LEED: Un paradigma para las nuevas construcciones. Pregrado; Universidad Nacional Autónoma de México, México, 2009.

<sup>8</sup> USGBC. Op. Cit.

- Consejo Colombiano de Construcción Sostenible “CCCS”: Que es una empresa fundada en el 2008 que promueve la transformación de la construcción tradicional a una amigable con el medio ambiente y bienestar de los colombianos, este concejo es el vocero de LEED en nuestro país.

### **1.3 LEED “LIDERAZGO EN ENERGÍA Y DISEÑO AMBIENTAL”**

Certificación que promueve estándares ambientales para la construcción. El USGBC ha realizado diferentes actualizaciones tratando de acoplarse a las necesidades actuales. En las primeras versiones se buscaba crear conciencia y comprensión de los impactos negativos dentro del sector de la construcción, siguieron LEED V2.2 (2005), LEED V3 o LEED 2009 cuyo objetivo era entregar edificaciones con características sostenibles que generaran una reducción en la contaminación al medio ambiente y establecer una certificación más global, finalmente la última versión del sistema de certificación LEED v4, lanzada a finales del 2013 se centra en el desempeño de la edificación a través del tiempo asegurando la operación sostenible y generando un impacto positivo. Esta última será la versión con la cual se trabajará durante este proyecto.<sup>9</sup>

**1.3.1 Sistemas de clasificación LEED.** De acuerdo al tipo de uso que pueda tener un edificio verde, LEED creó sistemas de clasificación con los requisitos según las necesidades de cada uno de ellos. Hay cinco sistemas de clasificación que abordan múltiples tipos de proyectos:

- LEED BD+C: Diseño y Construcción de edificios.
- LEED ID+C: Diseño y Construcción de interiores.
- LEED O+M: Operación y Mantenimiento de Edificios.
- LEED ND: Desarrollo de Barrio.

---

<sup>9</sup> SETRI. Generalidades de LEED v4. [En línea]. [Citado 15 mar 2015]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.setri.com.co/wp/2014/07/13/generalidades-de-leed-v4/>>

- LEED HOMES: Casas.<sup>10</sup>

En este documento nos centraremos en el sistema de clasificación LEED BD+C, este se extiende para Nuevas Construcciones, Núcleos y Envoltorio, Educativo, Superficies Comerciales, Centros de Datos, Logística, Hospedaje y Salud. Este trabajo se enfoca únicamente al análisis de los requisitos y documentación exigida para proyectos de Nuevas Construcciones.

**1.3.2 Funcionamiento de LEED.** Este sistema funciona por medio de puntos que se obtienen al cumplir con los créditos establecidos en las diferentes categorías. LEED divide en seis categorías principales sus temas a calificar, los que a su vez están compuestos por requisitos previos que son obligatorios pero no cuentan con puntuación y créditos opcionales con los que se obtiene una puntuación según el impacto ambiental y los beneficios que generan.

Las categorías son:

- Localización y Transporte: 16 Puntos.
- Parcelas Sostenibles: 10 Puntos.
- Eficiencia en Agua: 11 Puntos.
- Energía y Atmósfera: 33 Puntos.
- Materiales y Recursos: 13 Puntos.
- Calidad Ambiental Interior: 16 Puntos.

---

<sup>10</sup> USGBC. Op. Cit.

Figura 1. Niveles de Certificación



Además existen categorías adicionales que premia la creatividad en el desarrollo de la construcción sostenible, así como las medidas de diseño que no estén cubiertas en las seis categorías anteriormente mencionadas, las cuales son:

- Innovación: 6 Puntos disponibles.
- Prioridad Regional: 4 Puntos Accesible.

Se encuentran establecidas unas distinciones o niveles de certificación con su respectiva puntuación (Ver figura 1); la suma total de los puntos obtenidos en cada categorías establecerán dicha distinción.

**1.3.3 Beneficios de la Certificación LEED.** Los beneficios ambientales y económicos que se producen al implementar el sistema LEED son los siguientes:<sup>11</sup>

- Reducir los costos operativos y aumenta el valor de los activos.
- Ahorran agua y energía.
- Hacer un lugar más saludable y seguro para los ocupantes.
- Reducir la contaminación en la atmosfera, disminuyendo el efecto al calentamiento global.
- Demostrar el compromiso que tiene con el medio ambiente junto a la responsabilidad social.

<sup>11</sup> SETRI. Generalidades de LEED v4, Op. Cit.

- Reducir cantidades de desechos enviados al relleno sanitario.

## 2. METODOLOGÍA

Para la realización de este proyecto y con el fin de cumplir con los objetivos establecidos, se llevó a cabo la siguiente metodología:

### ✓ **Revisión Bibliográfica**

Inicialmente se realizó una extensa recopilación de información sobre todo lo concerniente con certificación LEED y construcción verde, documentos con pautas establecidas, estudios realizados con anterioridad dentro y fuera del país en los que se implementó dicha certificación, así como también prácticas verdes o también conocidas como sostenibles.

Esto se realizó a través de consultas en la web, textos físicos como artículos, tesis de grado y revistas científicas. Además de documentos técnicos y de estudios expuestos por USGBC y por el concejos de construcción verde de Chile. Para el acceso a algunos de estos documentos se requirió registrarse de manera gratuita.

### ✓ **Identificación de los requisitos y la documentación exigida por LEED**

- Análisis de la información recopilada en la revisión bibliográfica.
- Identificación de las categorías y su propósito.
- Reconocimiento de los respectivos prerrequisitos y créditos, con los posibles puntos a alcanzar.
- Elaboración de tablas con la información resumida sobre los requisitos y la documentación exigida para el cumplimiento de cada prerrequisito y crédito.

### ✓ **Establecer las prácticas sostenibles**

- Identificación de las posibles recomendaciones y prácticas encontradas en la revisión bibliográfica.

- Investigación de otras prácticas sostenibles para el cumplimiento de cada prerrequisito y crédito exigido.
- Selección de las prácticas más eficientes para ser ejecutadas en Colombia.

✓ **Análisis Comparativo**

- Análisis de los ahorros obtenidos a partir de la implementación de las prácticas sostenibles en comparación con la construcción convencional en Colombia.

✓ **Conclusiones y Recomendaciones**

Finalizando el proceso de analizar la aplicación de prácticas sostenibles se generaran conclusiones de los beneficios y las posibles desventajas que se presenten, así como las recomendaciones para futuras investigaciones.

### 3. REQUISITOS Y DOCUMENTACIÓN EXIGIDA POR LEED

Existe un crédito preliminar que no se encuentra entre las categorías y su propósito es realizar un análisis previo con información que contribuya a realizar correcciones anticipadas al proyecto. Este crédito al igual que los otros créditos y prerrequisitos que componen cada categoría tiene unos requisitos mínimos y una documentación que debe cumplir para demostrar su cumplimiento y obtener la puntuación establecida.<sup>12</sup> Este crédito se conoce como:

#### PROCESO INTEGRADO



**(1 PUNTO)**

#### **Requisitos**


Realizar un análisis relacionado con los siguientes sistemas:

- Energía: Realizar un análisis previo de modelización energética de Prisma Sencillo en el que se explore cómo reducir las cargas energéticas y cumpla con los objetivos de sostenibilidad cuestionando las suposiciones definidas. Valorar al menos dos estrategias potenciales asociadas con:
  - Condiciones de la parcela.
  - Masa y orientación.
  - Atributos básicos del envoltorio.
  - Niveles de iluminación.
  - Rangos de Confort térmico.
  - Necesidades de cargas de proceso y enchufes.
  - Parámetros programáticos y operativos.

---

<sup>12</sup> USGBC. LEED v4 for building design and construction [en línea]. [Citado 10 sep 2016]. Disponible en Internet: <URL: [http://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED%20v4%20BDC\\_10.01.15\\_current\\_0.pdf](http://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED%20v4%20BDC_10.01.15_current_0.pdf)>

- Agua: Realizar un análisis previo del presupuesto de agua, en el cual se explore posibilidades para reducir posibles cargas de agua y que cumpla con el objetivo de sostenibilidad. Analizando temas como:

- Demanda de agua interior.
- Demanda de agua exterior.
- Demanda de agua de proceso. (Cocina,  lavandería, torres de enfriamiento, etc.)
- Fuentes de Suministro. (Agua lluvia in situ, aguas grises, etc.)

### **Documentación Exigida**

Documentar cómo los análisis anteriores modificaron las decisiones sobre el diseño y la forma del edificio, incluyendo los elementos que sean necesarios para demostrar la reducción tanto en energía como en agua.

A continuación se presentan cada categoría con una breve introducción de los temas que abarcaran, y se incluirán tablas en los anexos del A-H con la información simplificada, puntual y de fácil comprensión de cada prerrequisito y crédito:

## **LOCALIZACIÓN Y TRANSPORTE**

### **(7-16 PUNTOS POSIBLES)**

El primer punto que se debe tener en cuenta para cualquier proyecto sostenible es la localización adecuada del lote, evitando desarrollos en parcelas inapropiadas, reduciendo los kilómetros recorridos por vehículos e impulsando realizar actividad física mejorando la salud humana, entre otros tema importantes. Los requisitos y documentación exigida véase en el Anexo A.



### **PARCELAS SOSTENIBLES**

### **(8-10 PUNTOS POSIBLES)**

En esta categoría se pretende realizar una identificación anticipada de todos los daños que se generaran dentro de las actividades de construcción y las posibles

soluciones que se pueden realizar para mejorar el ambiente que rodea el proyecto durante toda su vida útil. Los requisitos y documentación exigida véase en el Anexo B.



#### **EFICIENCIA EN AGUA (4-11 PUNTOS POSIBLES)**

En esta categoría el objetivo principal es reducir el consumo de agua en el interior y en el exterior del proyecto además de concientizar a los ocupantes de la importancia de cuidar las fuentes hídricas minimizando el consumo para actividades de limpieza. Los requisitos y documentación exigida véase en el Anexo C.



#### **ENERGÍA Y ATMÓSFERA (12-33 PUNTOS POSIBLES)**

Al seguir las indicaciones que nos presentan los diferentes créditos de esta categoría, se pretende reducir las cantidades de energía requerida para la operación del proyecto, utilizando fuentes de energía más amigable con el medio ambiente, logrando reducir las emisiones de CO<sub>2</sub> y aumentando el cuidado del entorno. Los requisitos y documentación exigida véase en el Anexo D.



#### **MATERIALES Y RECURSOS (6-13 PUNTOS POSIBLES)**

El objetivo de esta categoría es reducir las cantidades de desechos mediante procesos de clasificación y manejo adecuado de las basuras. Esta sección se encarga más exactamente del impacto ambiental generado por los materiales que se utilizan en la construcción de una obra y en la cantidad de residuos que son llevados a los rellenos sanitarios. Los requisitos y documentación exigida véase en el Anexo E.



#### **CALIDAD DEL AMBIENTE INTERIOR (9-16 PUNTOS POSIBLES)**

El objetivo de esta categoría está enfocado en el mejoramiento de la calidad del ambiente que se presenta al interior del proyecto llevando a cabo diferentes estrategias como la prohibición del humo de tabaco, la utilización de luz natural y el no almacenamiento de materiales que emanan vapores peligrosos para la salud y

bienestar de los ocupantes. Los requisitos y documentación exigida véase en el Anexo F.



### **INNOVACIÓN (2-6 PUNTOS DISPONIBLES)**

Este crédito impulsa a que los integrantes del grupo de trabajo experimenten nuevas estrategias de eficiencia e innovación para llevar a cabo un proyecto amigable con el medio ambiente. Los requisitos y documentación exigida véase en el Anexo G.



### **PRIORIDAD REGIONAL (1-4 PUNTOS ACCESIBLES)**

El objetivo de esta categoría es proporcionar un incentivo a los proyectos que tengan una prioridad por el ambiente, por la equidad social y por la salud pública de la región donde está ubicado. Los requisitos y documentación exigida véase en el Anexo H.

#### 4. PRÁCTICAS SOSTENIBLES POSIBLES A IMPLEMENTAR

Estas prácticas sostenibles son un conjunto de actividades que se realizan estratégicamente a lo largo de un proyecto que conlleve a una construcción inteligente y que pueda hacerse acreedora a una de las distinciones de LEED. Por esta razón es muy importante realizar un análisis profundo a las prácticas que se vayan a implementar dependiendo de las condiciones de cada proyecto, ya que las prácticas que se puedan implementar con éxito en una zona particular no siempre serán adecuadas para otras; estas varían según las necesidades y su rendimiento será el que conllevará a una alta puntuación y a su vez esto generará una mayor distinción. A continuación se mencionan algunas opciones de prácticas y actividades que además de ser factibles son viables, ya que son asequible, sostenibles y económicamente rentables para el cumplimiento de los prerequisites y créditos de cada categoría:



##### **LOCALIZACIÓN Y TRANSPORTE**

❖ La actividad principal al iniciar un proyecto es realizar un análisis previo en el cual se establezca que la construcción no se encuentra en terrenos agrícolas, terrenos con peligro de inundación, terrenos cercanos a humedales, terrenos en los que exista flora y fauna amenazadas, terrenos de bien público así como también terrenos cercanos a un cuerpo de agua y se debe tener en cuenta además las normas vigentes en el lugar del proyecto. Otra parte importante para la selección del sitio es tener muy presente el uso que tendrá el proyecto, de esta manera se podrá ubicar estratégicamente.

❖ Encontrar de preferencia un lote donde anteriormente existirá una edificación que pueda ser remplazada por una nueva y que además se encuentre dentro o cerca de una comunidad que cuente con los servicios básicos, evitando así utilizar

lotes vírgenes. Si se logra encontrar dicho lote es importante realizar un análisis del área del sitio existente y el área del proyecto a desarrollar con el fin de determinar y garantizar el aumento de la densidad del proyecto.

❖ Seleccionar un sitio contaminado o con presencia de contaminantes, al cual se le realiza una evaluación del nivel y clase de contaminantes para determinar estrategias de remediación. Existen algunas tecnologías de remediación usadas para recuperar dichos sitios aquí mencionaremos algunas de ellas: Biorremediación es una de la tecnología más simple para tratar grandes extensiones de tierra sin realizar excavaciones o transporte de este. Entre los tratamientos de biorremediación encontramos Bioventeo (aireación del terreno), biorreactores (inyección de microorganismos y nutrientes). Para tratar las aguas subterráneas contaminadas se procede a la extracción y el tratamiento conocido como bombeo. Cuando la porción afectada no es tan grande y se puede transportar es posible realizar la Desorción Térmica el cual es un proceso que se realiza fuera del sitio en el cual se utiliza intercambio de calor directo e indirecto para vaporizar los contaminantes orgánicos, generando unos vapores que se condensan o recogen para posteriormente ser eliminados, en el Anexo I se presentara el procedimiento para la evaluación y remediación de un sitio contaminado, las tecnologías de remediación mencionadas anteriormente y su evaluación según los criterios del estudio de factibilidad y unos documentos guías para la remediación de suelos contaminados.<sup>13,14</sup>

❖ LEED promueve el caminar como un bienestar para las personas por esta razón los proyectos deben tener accesos peatonales con distancias que puedan ser recorridas para acceder a diferentes servicios básicos.

---

<sup>13</sup> SITIOS SUSTENTABLES. Documento de Análisis LEED®, Sitios Sustentables 2012, Chile GBC [en línea]. [Citado 25 ago 2015]. Disponible en Internet: <URL:<http://www.chilegbc.cl/user/estudios/DOCUMENTO%20SITIOS%20SUSTENTABLES%20FINAL.pdf>>

<sup>14</sup> SINIA. Guía para preparar estudios de factibilidad de proyectos de remediación de sitios contaminados con COPs [en línea]. [Citado 12 oct 2015]. Disponible en Internet: <URL:[http://www.sinia.cl/1292/articles-43251\\_recurso\\_1.pdf](http://www.sinia.cl/1292/articles-43251_recurso_1.pdf)>

❖ Seleccionar la ubicación del proyecto cerca de estaciones o paradas de los servicio de transporte público, promoviendo así el uso de los mismos y con ello disminuir el uso del vehículo particular.<sup>15</sup> Para facilitar el uso del transporte público se debe proporcionar mapas de acceso a ellos y generar una unión con estos de tal manera que se puedan también proporcionar las diferentes rutas existentes.

❖ Proveer al proyecto de bicicletas que estarán al servicio de los ocupantes, adicionalmente diseñar carriles, rutas de entradas y estacionamientos seguros no solo para las que pertenecen al proyecto sino también para impulsar a los usuarios al uso de sus propias bicicletas con las que además de obtener beneficios físicos y económicos, también generan un bien común reduciendo con esto el uso de los automotores. Para incentivar el uso de este medio de transporte es importante identificar y dar a conocer las ciclovías existentes cerca al proyecto y para mayor comodidad se recomienda la creación de camerinos y duchas.

❖ Proveer al proyecto de un número mínimo de estacionamientos estipulado por la normativa local que se ajuste a lo estrictamente necesario, evitando que se construyan más y esto incite a seguir adquiriendo vehículos, también es importante implementar programas de autos compartidos generando descontaminación y descongestión. Adicionalmente se plantea generar alianzas con edificios vecinos para compartir estacionamientos, reutilizando espacio existente que tal vez no se estén utilizando y al mismo tiempo reducir los costos de creación de unos nuevos.<sup>16</sup>

❖ Con el fin de contribuir a la reducción de la contaminación e impactos ambientales se recomienda proveer vehículos eficientes compartidos que funcionen de forma similar a un taxi o ruta, especialmente para proyectos de empresas. Si se considera

---

<sup>15</sup> SINIA. Guía para preparar estudios de factibilidad de proyectos de remediación de sitios contaminados con COPs [en línea]. [Citado 12 oct 2015]. Disponible en Internet: <URL:[http://www.sinia.cl/1292/articles-43251\\_recurso\\_1.pdf](http://www.sinia.cl/1292/articles-43251_recurso_1.pdf)>

<sup>16</sup> SITIOS SUSTENTABLES. Op. Cit..

viable se aconseja agregar al proyecto estaciones de combustible alternativo, de lo contrario identificar las estaciones que se encuentren cerca y crear un mapa de acceso para facilitar y promover su uso. Además como estímulo generar estacionamientos preferenciales para automóviles eficientes por su contribución con la reducción de la contaminación.



## PARCELAS SOSTENIBLES

❖ Al iniciar las actividades de construcción se deben tomar medidas para el control de la contaminación generada por esta, entre ellas encontramos:

- La siembra de una capa vegetal temporal de crecimiento a corto plazo con el fin de estabilizar suelos en peligro de erosión. Se recomienda las gramíneas, las cuales forman
  - céspedes que permiten el alto tráfico y reducen la escorrentía entre un 50 a 60% y las pérdidas de suelo por erosión entre 60 a 80%.<sup>17</sup>
  - Realización de un recubrimiento de capa orgánica. Se recomienda revisar si parte de los residuos del descapote puede utilizarse según las características que tenga y complementarse con tierra vegetal, viruta de madera o grava. Además se puede complementar con el proceso anterior lo cual genera una capa con mayor densidad.<sup>18</sup>
  - Instalar materiales para el control de erosión como lo son las membranas geotextiles porosas construidas a través de fibras sintéticas que previenen la perdida de suelo por la acción del viento.<sup>19</sup>
  - Aplicación de abonos o fijadores al suelo que composición química con un control temporal de la erosión del suelo.<sup>20</sup>

---

<sup>17</sup> RIVERA, P., R. SINISTERRA, and D. CALLE. Restauración Ecológica de suelos degradados por Erosión en Cárcavas en el enclave xerofítico de Dagua, Valle del Cauca, Colombia., Área de restauración ecológica de CIPAV. Centro para la investigación en sistemas sostenibles para la producción agropecuaria (s/f). Cali, Colombia, CIPAV, 2007.

<sup>18</sup> SITIOS SUSTENTABLES. Op. Cit.

<sup>19</sup> SUÁREZ, J., Control de erosión en zonas tropicales. Bucaramanga, CO. División Editorial y de Publicaciones Universidad Industrial de Santander, 2001.

<sup>20</sup> SITIOS SUSTENTABLES. Op. Cit.

- Para el control estructural de la sedimentación existen diferentes soluciones entre las cuales se encuentran dique de tierra y vallas de tela que son trampas en la parte baja de las pendientes que evitan la sedimentación.
- Para controlar la contaminación que se generan en el proceso constructivo por las partículas suspendidas se recomienda la instalación de membranas en el perímetro de la construcción.

En el Anexo J se encontrara un listado de diferentes documentos sobre el control de erosión del suelo.

❖ Para ganar el primer punto de esta categoría no es necesario realizar una práctica sino elaborar una documentación con la valoración del sitio, incluyendo temas como topografía, hidrología, clima, vegetación, suelos, uso humano y efectos en la salud. Para demostrar cómo estos temas influenciaron el diseño del proyecto.

❖ Construir o restaurar jardines alrededor del edificio y de áreas caminable, logrando con esto disminuir el área de concreto al mínimo y generar diferentes beneficios ambientales como lo es una mayor absorción de agua por el suelo, mejorar la calidad del aire y ampliar las zonas sombreadas.<sup>21</sup>

❖ Identificar y seleccionar con preferencia las especies de plantas nativas presentes en el sitio para incluirlas en las áreas verdes, además de mantener y proteger la biodiversidad local. Estas especies ayudan a reducir la demanda de agua para riego, los costos de mantenimiento y minimizan la utilización de fertilizantes y plaguicidas que perjudican el estado del suelo. Colombia es uno de los países más ricos en flora del planeta, la Universidad Nacional de Colombia cuenta con un catálogo de alrededor de 23.759 especies nativas el cual está

---

<sup>21</sup> SINIA. Op. Cit.

disponible al público lo cual aumenta la posibilidad de integrar diferentes especies al proyecto.<sup>22</sup>

❖ Trasplantar árboles nativos que se encuentren en el área en caso de no ser posible incluirlo en el proyecto; LEED promueve preservar y proteger los ecosistemas y la biodiversidad existente así sea de manera independiente.

❖ Implementar techos, terrazas y paredes verdes, usando vegetación nativa preferiblemente o adaptadas. Esta estrategia genera diferentes ventajas como lo son la reducción de las superficies pavimentadas, producción de oxígeno, purificación del aire y regulación de la temperatura entre otros, se requiere tener especial cuidado en los detalles constructivos como lo es la impermeabilización y el drenaje. En el Anexo K se muestran los componentes constructivos y se enuncia un libro con todo el tema de techos verdes.<sup>23</sup>

❖ La construcción de estanques y humedales se cuentan como áreas de espacios abiertos y sirve como hábitat de diferentes especies.

❖ Fomentar espacios abiertos sombreados mediante el paisajismo, integrando árboles nativos, arbusto de gran tamaño y especies no invasivas. Estos espacios pueden ser desde jardines, huertos o canchas deportivas con el fin de propiciar interacción social y actividades físicas.

❖ Para cumplir con el crédito de gestión del agua lluvia se requiere estrategias para remplazar zonas impermeables por zonas permeables en terrenos que tengan un largo flujo o en otros casos intercalar las zonas para dejar correr un flujo menor, para ello se puede utilizar:

---

<sup>22</sup> BERNAL, R., S.R. GRADSTEIN & M. Celis (eds.). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 2015 [Citado 15 mar 2016]. Disponible en Internet: <URL:catalogoplantascolumbia.unal.edu.co>

<sup>23</sup> MINKE, G., et al., Op. Cit.

- Construcción de zanja de pasto generando un talud con el cual se logra una reducción de la velocidad de escurrimiento y favoreciendo la retención y filtración del agua. De manera similar se puede construir una franja de pasto que realiza la misma función.
- Existen otras estrategias más técnicas en las cuales se utilizan pavimentos con alta porosidad (Propiedades típicas del concreto permeable Anexo L) o bloques prefabricados con espacio en la superficie que permite una alta infiltración y evita el escurrimiento superficial, sus usos principales son para estacionamientos, senderos peatonales y rutas de ciclas.<sup>24</sup>
- También se pueden diseñar obras específicas para la captura del flujo superficial que facilitan la infiltración al suelo o que sirvan de almacenamiento de este recurso hídrico, entre ellos están los estanques de infiltración con poca profundidad ubicados en suelos permeable, las zanjas son obras de mayor profundidad que cuentan con tuberías y los pozos de infiltración donde se puede almacenar el agua.
- Construir sistemas de recolección del agua lluvia que cae en una porción o en la totalidad del lote, en algunos casos los sistemas pueden ser básicos donde la recolección se realiza en las cubiertas y en otras se utilizan sistemas portátiles que pueden ser localizados un lugar al aire libre del proyecto. En el Anexo M se mostraran sistema de captación y se enuncian documentos en los cuales se implementan diferentes sistemas de captación de aguas lluvias y sus tratamientos.

Para cualquier método de captación y almacenamiento de aguas lluvias se debe implementar un tratamiento adecuado para poder disponer de ellas dependiendo el uso que se les vaya a dar, eliminando partículas de contaminación y evitando malos olores que se puedan generar.

---

<sup>24</sup> AIRE, C. Concreto permeable: alternativas sustentables. Hacia una construcción sustentable, Tecnología, Junio 2011, p 24-28.

❖ Utilizar materiales con alta reflectancia solar para pavimentos durante su vida útil, se debe comprobar con el fabricante cual es el índice de reflectancia solar (SRI) que aumenta cuando se utilizan colores más claros, para esto existe una tabla que se encuentra en el Anexo N. También seleccionar materiales con alta reflectancia solar para cubiertas o utilizar pavimentos de rejilla abierta para reducir la absorción de calor.

❖ Implementar la instalación de paneles solares térmicos, fotovoltaicos o turbinas eólicas como cubiertas que ayudan a producir energía que compensa el uso de los recursos no renovables. Estos además aportaran a disminuir el efecto isla de calor cuando se logra por lo menos un 75% de estacionamientos cubiertos.<sup>25</sup>

❖ Diseñar los estacionamientos teniendo en cuenta que en su preferencia se encuentre bajo cubierta como por ejemplo subterráneos, cubiertas de paneles solares o bajo un edificio que le genere sombra.

❖ Instalar dispositivos que controlen la potencia lumínica en los interiores como sensores de nivel de iluminación natural y los sensores de presencia para el encendido y apagado. Al igual implementar el control de la potencia de iluminación exterior para exclusivamente los sitios que requieren de esta como lo son los estacionamientos y caminos peatonales por seguridad, asegurándose que no iluminen más allá de la superficie de la propiedad.

❖ Se recomienda tener especial cuidado con las el uso de cortinas de tela opaca o persianas eléctricas para controlar la transmisión de luz.

---

<sup>25</sup> Ibíd.



## AHORRO DE AGUA

❖ Para disminuir el consumo de agua en el exterior se pueden utilizar varias de las prácticas de la categoría anterior, Pavimentos permeables, zonas verdes con plantas nativas que no requieran riego o mínimo entre otros.

❖ Utilización de artefactos sanitarios de bajo consumo para los baños y duchas, al igual que seleccionar electrodomésticos, equipos y procesos que cumplan con los estándares establecidos.<sup>26</sup> En el Anexo O se presentará la línea base para aparatos y accesorios, además de los estándares para electrodomésticos y procesos, además de estrategias eficientes.

❖ Reutilizar las aguas grises producidas por el edificio, utilizando sistemas de recuperación, como por ejemplo:

- Reutilización de aguas de lavanderías, estas aguas requieren un proceso de purificación que incluye continuas etapas de filtrado, desinfección y precalentamiento.
- Reutilizar el agua de duchas y lavamanos, igualmente se requiere purificarla para su reutilización.

❖ Reúso de aguas negras, mediante tratamientos como Biofiltro, Sistema Tohá o Biodigestores se obtiene aguas grises que pueden ser usadas para riego, recarga de baños y sistemas de refrigeración.<sup>27</sup> Estas aguas deben ser recolectadas en

---

<sup>26</sup> USGBC. LEED v4 for building design and construction. Op. cit.

<sup>27</sup> GBC. Ahorro en el uso del agua. Documento de Análisis LEED®, Ahorro en el Uso del Agua 2011, Chile GBC. [en línea]. [Citado 27 sep 2015]. Disponible en Internet: <URL:[http://www.chilegbc.cl/estudios\\_new.php#](http://www.chilegbc.cl/estudios_new.php#)>

tanques diferentes a los de las aguas lluvias y las aguas grises porque su tratamiento es diferente para eliminar su nivel de contaminación.<sup>28</sup>

❖ Utilizar el agua utilizada o de captación de aguas lluvias para las torre de refrigeración, teniendo en cuenta que se le debe realizar un tratamiento para cumplir los parámetro mínimos de potabilidad. Además limitar los ciclos de las torres de refrigeración para evitar desperdicio. Estas aguas también se pueden utilizar para regar los jardines o disponerlas para los sanitarios.

❖ Implementar métodos de riego eficientes que ayuden a reducir el consumo de agua potable por ejemplo:

- Riego por goteo, este sistema es altamente eficiente ya que se requieren pequeños volúmenes de agua que son aplicadas directamente a la planta evitando pérdidas.

- Otro sistema son los hidrogeles polímeros, sistema de absorción de agua, que permite almacenar el agua y nutrientes para ser liberados cuando la planta lo requiera.

- Sistema de membrana textil es un riego localizado que aplica el agua de forma continua mediante un tubo tejido poroso que exuda agua en toda su longitud y en la totalidad de su superficie.

Para abastecer estos sistemas se recomienda usar aguas captadas o reutilizadas.<sup>29</sup>

❖ Fomentar el uso de especies Xerofitos, son plantas que toleran la falta de agua y captan la mayor cantidad de agua en los cortos períodos que puedan estar expuestas a esta.<sup>30</sup>

---

<sup>28</sup> SINIA. Op. Cit.

<sup>29</sup> GBC. Ahorro en el uso del agua. Op. Cit.

<sup>30</sup> Ibíd.

❖ Para zonas en las que se presenta neblina se puede utilizar la camanchaca, método implementado en Chile con gran acogida por su fácil implementación. Para captar el agua, está la retiene en suspensión para luego condensarla y almacenarla para su posterior uso.

❖ Captar el agua por condensación, esta proviene del intercambio de temperaturas por enfriamiento del aire que generan los equipos de climatización, recomendaba especialmente para grandes instalaciones donde se utilizan grandes equipos Ver anexo P.<sup>31</sup>

❖ Optimizar las redes de suministro y desagüe, detectar fugas y agrupar las zonas húmedas para optimizar las instalaciones hidráulicas.<sup>32</sup>

❖ Combinar distintas estrategias entre las cuales se encuentran:

- Artefactos de bajo consumo.
- Una adecuada selección de especies.
- Riego eficiente.
- Uso de agua de lluvia capturada.
- Uso de agua reciclada.
- Uso de agua no potable tratada y transmitida por una agencia pública.

Generará ahorros adicionales.

❖ Instalar contadores permanentes de agua para mantener un seguimiento y control de los consumos.

---

<sup>31</sup> *Ibíd.*

<sup>32</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana / Unión Temporal Construcción Sostenible S.A y Fundación FIDHAP (Consultor). Bogotá, D.C.: Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012. 200 p.

❖ Se pueden utilizar varias de las estrategias que ya se mencionaron anteriormente pero abre las puertas para que los diseñadores del proyecto puedan jugar con su imaginación y propagar nuevos sistemas de captación de aguas lluvias, métodos de reutilización entre otros.



## **ENERGÍA Y ATMÓSFERA**

❖ Consta de dos partes la primera es orientar al dueño del proyecto en plasmar por escrito cuales son las metas que él tiene en cuanto a sostenibilidad, energía, agua y otros factores, este documento se conoce como RPP (Requisitos para el proyecto del propietario).

Luego de esto se procede a una revisión de las propuestas de diseño, y propuestas comerciales para el suministro de los equipos finales. La segunda parte consta de una asesoría avanzada en la cual se orienta a los diseñadores del proyecto a enfocar sus diseños para el cumplimiento de las metas propuestas en él, además se les ayuda a la creación del documento llamado BD (Bases de Diseño), en donde se hacen dos revisiones del diseño de un sistema que comprende la documentación que contiene planos, fichas técnicas y narrativa que ayude al entendimiento de los mismos, para finalmente comparar dichos diseños con las normas o estándares que se quieran cumplir para obtener la certificación LEED, después se hacen las pruebas de campo de los equipos instalados y se hace un manual de sistemas y un reporte final al cliente.<sup>33</sup>

❖ La disminución del consumo energético se hace sobre el costo total de energía anual. Se demuestra a través de una simulación por computador utilizando uno de los softwares aprobados por el GBCI como DOE Energy Plus, TRANE 700. Hay que demostrar un ahorro mínimo del 10% sobre el estándar ASHRAE 90.1-2007; el

---

<sup>33</sup> CABAS R., Gina Alexandra, GARRIDO B., María Camila. Op. cit.

ahorro es calibrado a una zona climática específica establecida por ASHRAE para cada ciudad o país.<sup>34,35</sup>

❖ Hacer uso de equipos con bajos niveles de CFC, aunque en la actualidad la industria de los refrigerantes ya dejó de utilizar cloro fluoruro carbono (CFC) dentro de sus sistemas, debido a los protocolos internacionales que protegen el medio ambiente, causando dicha modificación a nivel general.<sup>36</sup>

❖ Hacer una serie de simulaciones a los diferentes sistemas energéticos, para determinar cuál diseño es más eficiente. Una opción es simular la envolvente del edificio que son las superficies que separan el edificio con el exterior y sugerir que sistemas se van a implementar para optimización de la energía.<sup>37</sup> Ver Anexos Q, R, S.

❖ Implementar sistemas que funcionen con energías renovables como la energía eólica, la biomasa o la solar. Ver Anexo T. Aprovechamiento de la energía solar.

❖ Contratar a un consultor independiente, el cual puede ofrecer beneficios en las etapas de diseño mientras trabaja con el ARx (Autoridad de recepción). El personal de operaciones puede ser entrenado junto a él y desarrollar un manual de operaciones, éste también puede revisar las operaciones del edificio meses después de haber finalizado la obra.<sup>38</sup>

❖ Seleccione el tipo de refrigerante y equipo identificando las características necesarias para realizar el cálculo de impacto ponderado:

---

<sup>34</sup> ENERGIA Y ATMOSFERA. Documento de Análisis LEED®, Energía y Atmosfera 2012, Chile GBC. [en línea]. [Citado 25 ago 2015]. Disponible en Internet: <URL:[http://www.chilegbc.cl/estudios\\_new.php#>](http://www.chilegbc.cl/estudios_new.php#>)

<sup>35</sup> CABAS R., Gina Alexandra, GARRIDO B., María Camila. Op. cit.

<sup>36</sup> CABAS R., Gina Alexandra, GARRIDO B., María Camila. Op. cit.

<sup>37</sup> SETRI. Generalidades de LEED v4, Op. Cit.

<sup>38</sup> ENERGIA Y ATMOSFERA. Op. Cit.

- Nivel de deterioro del ozono (ODP).
- Potencial de calentamiento global (GWP).
- Capacidad de refrigeración (Qunit, tons).
- Tasa de fuga de refrigerante (Lr).
- Carga refrigerante (Rc, lb/tons).
- Vida útil del equipo (años, %).
- Pérdida de final de vida (Mr, %).<sup>39</sup>

❖ Para seleccionar el refrigerante apropiado se debe considerar si el equipamiento disponible es un equipo existente o nuevo, para saber si el refrigerante será reemplazado en un proceso de recambio.

❖ Consultar con un ingeniero mecánico o especialista en sistemas de HVAC&R durante la fase de diseño para identificar las propiedades de los equipos y refrigerantes.<sup>40</sup> Es importante considerar también la eficiencia energética que queremos lograr, el presupuesto y otros factores que puedan influir en la selección del refrigerante a utilizar

❖ En lo posible se debe seleccionar refrigerantes con cero o muy poco ODP (Potencial de Destrucción de Ozono) y GWP (Potencial de Calentamiento Global)

❖ Se sugiere instalar todo el equipo necesario para medir el uso de energía y posteriormente hacer una comparativa entre la eficiencia prevista con la eficiencia real de los componentes.

❖ es, ya sea por separado o de todo el conjunto, según sea lo más conveniente de acuerdo al equipo instalado.

---

<sup>39</sup> *Ibíd.*

<sup>40</sup> CABAS R., Gina Alexandra, GARRIDO B., María Camila. Op. cit.

❖ Se debe determinar las necesidades de energía del edificio e investigar las opciones para contratar el suministro de energía verde. Esta energía debe suministrarse de fuentes naturales como la solar, eólica, geotérmica, biomasa o hidroeléctrica de bajo impacto. El producto que sea suministrado no es necesario que este certificado.<sup>41</sup>



## **MATERIALES Y RECURSOS**

❖ Definir un área en el edificio, el cual va ser destinado para el almacenamiento y recolección de materiales reciclables. Esta área debe tener contenedores para cada tipo de material, estos materiales deben ser: papeles, cartón corrugado, vidrios, plásticos y metales. Esta área debe ser de fácil acceso con su debida señalización para una correcta utilización. Se recomienda un área especial para materiales que causen daños ambientales.<sup>42</sup>

❖ Reutilizar o conservar algunas estructuras del edificio anterior, incluyendo pisos estructurales junto a sus terminaciones, piel exterior y estructura, sin tener en cuenta ventanas y material de cubierta no estructurales.<sup>43,44</sup>

❖ Reutilizar todos los elementos no estructurales, interiores y exteriores como muros interiores, puertas, terminaciones de pisos y sistemas de cielos falsos de los edificios existentes; eliminar los elementos que provoquen riesgo de contaminación.<sup>45</sup>

---

<sup>41</sup> ENERGIA Y ATMOSFERA. Op. Cit.

<sup>42</sup> GBC. MATERIALES Y RECURSOS. Documento de Análisis LEED®, Materiales y Recursos 2011, Chile GBC [en línea]. [Citado 25 ago 2015]. Disponible en Internet: URL:[http://www.chilegbc.cl/estudios\\_new.php#](http://www.chilegbc.cl/estudios_new.php#)

<sup>43</sup> SETRI. Generalidades de LEED v4, Op. Cit.

<sup>44</sup> GBC. MATERIALES Y RECURSOS. Op. Cit.

<sup>45</sup> Ib{id.

❖ Implementar un plan de obra para el manejo de estos residuos, capacitando a los trabajadores para la correcta separación de los materiales. Especificando en este plan que materiales pueden ser reciclados como el cartón, metal, ladrillos, concreto, plástico, madera, vidrio, yeso y otros materiales que puedan ser reutilizados o bien desintegrados para formar uno nuevo.

Especificando el lugar donde se instalaran los contenedores debidamente señalados, para al final ser entregados a la empresa encargada de reciclar estos residuos, estas empresas deben ser certificadas y autorizadas para el manejo de estos residuos. Ver Anexo U. Manejo de residuos de materiales de construcción.

❖ Utilizar materiales recuperados, reusados y restaurados el cual representen el 5 y 10% del costo total de los materiales del proyecto. No incluye componentes mecánicos, eléctricos y de plomería, ni elementos especiales como elevadores, solo se debe cuantificar elementos instalados permanentemente. Dichos materiales pueden ser mármol, lavabos, excusados, tejas de demolición, maderas de demolición, durmientes, neumáticos y botellas.<sup>46</sup> Ver Anexo V. Reutilización y reciclaje de materiales

❖ Implementar materiales al proyecto con contenido de reciclaje como:

- **Pre-consumo:** Paneles de OSB, Paneles de yeso cartón, Lana mineral.
- **Post- consumo:** Acero reciclado, Hormigón reciclado, Eco ladrillos, Bitublock y Vidrio reciclado.<sup>47</sup>

❖ Identificar a los proveedores de los materiales más cercanos al proyecto, contribuyendo así a la reducción de daños al medio ambiente debido al transporte, además se va presentar una reducción de los costos y la eficiencia va aumentar.

Hacemos mención a los materiales más comunes de la región:

---

<sup>46</sup> SETRI. Generalidades de LEED v4, Op. Cit.

<sup>47</sup> GBC. MATERIALES Y RECURSOS. Op. Cit.

- **Madera:** Tableros de construcción, madera laminada, madera de construcción, molduras, revestimientos, puertas y marcos de ventanas.
- **Productos de arcilla:** Ladrillos, tejas, enchapes, baldosín y cerámicas.
- **Productos de áridos:** Cemento, hormigón, yeso, pizarreño, asfalto y lana mineral.
- **Productos metálicos:** Lámina de cobre, acero y aluminio.
- **Vidrio:** Ventanas, espejos, paneles y bloques.<sup>48</sup>

❖ Empezar a utilizar materiales que sean rápidamente renovables, algunos materiales que podemos implementar son los siguientes:

- **Bambú:** 6 años de ciclo renovable. Paneles, sistema estructural, revestimiento.
- **Algodón:** 1 año de ciclo renovable. Aislante térmico y acústico.
- **Corcho:** 9 años de ciclo renovable. Pisos, revestimiento de muros, aislante térmico y acústico.
- **Caucho Natural:** 8 años de ciclo renovable. Pintura, aislante y pisos.
- **Linóleo:** 1 año de ciclo renovable. Pisos.
- **Semilla y paja de trigo:** 1 año de ciclo renovable. Aislante térmico.
- **Lana natural:** 1 año de ciclo renovable. Textiles, aislantes, alfombras y revestimientos.<sup>49</sup> Ver Anexo W. Materiales rápidamente renovables.

❖ Mediante empresas certificadas por el FSC (Consejo de Administración Forestal) en la región, usar materiales u objetos de madera y utilizarlos en marcos estructurales, vigas, suelos, puertas y acabados. El uso de la madera certificada no debe limitarse a los elementos anteriores, se pueden incluir varios más.<sup>50</sup>



## CALIDAD DEL AMBIENTE INTERIOR

<sup>48</sup> GBC. MATERIALES Y RECURSOS.

<sup>49</sup> Ibíd.

<sup>50</sup> Ibíd.

- ❖ Se recomienda hacer una revisión de las normas actuales establecidas por ASHRAE (Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, Refrigeración y Aire Acondicionado) que es una asociación de tecnología para edificios en la cual se enfocan en la eficiencia energética, la calidad del aire interior y la sostenibilidad.<sup>51</sup>
  
- ❖ Determinar y mantener por lo menos la mínima tasa de entrada de aire fresco según ASHRAE, mediante la instalación de mayor número de ventanas en toda la edificación.
  
- ❖ Usar un modelo analítico a mayor escala, para predecir que los flujos de aire ventilaran de forma natural y eficazmente cada zona del proyecto.
  
- ❖ En caso de utilizar aires acondicionados se recomienda implementar economizadores de aire. (Ver Anexo X) Teniendo en cuenta los coeficientes de diseño. (Ver anexo Y).
  
- ❖ Identificar medidas alternativas para disminuir los contaminantes en obra como implementar un plan de acopio para materiales de construcción que impida que contaminen.
  
- ❖ Abstenerse de usar productos de madera compuesta y fibra agrícola, que contengan urea-formaldehído ya que algunos son fabricados con químicos que a altas temperaturas se evaporan y pueden provocar problemas de salud a los ocupantes del proyecto.<sup>52</sup>

---

<sup>51</sup> ASHRAE. ASHRAE and Industry History [en línea]. S.f. [Citado 17 ene 2016]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.ashrae.org/about-ashrae/caaede7c-db4a-4c7e-bd1f-b08595e6bfc8>>

<sup>52</sup> GBC.CALIDAD DEL AMBIENTE INTERIOR. Documento de Análisis LEED®, Calidad del Ambiente Interior [en línea]. Chile GBC, 2012. [Citado 12 oct 2015]. Disponible en Internet: URL: <<http://www.chilegbc.cl/user/estudios/CalidadAmbienteInterior.pdf>>

- ❖ Identificar sistemas de entrada que ayuden a minimizar la entrada de contaminantes al proyecto.
  
- ❖ Utilizar productos de limpieza que no contengan compuestos químicos de alta peligrosidad para evitar la contaminación del agua.
  
- ❖ En las zonas donde se pueda presentar productos químicos o gases perjudiciales para la salud, se debe extraer con aire suficiente para crear una presión negativa eliminando residuos contaminantes.
- ❖ Proporcionar controles de iluminación como mínimo al 90% de usuarios de los espacios del proyecto.
  
- ❖ Es importante proporcionar controles para el sistema de confort térmico a las zonas de ocupación individual u multiocupantes para garantizar temperaturas, ingreso de aire exterior y control de humedad.
  
- ❖ Diseñar el edificio para maximizar la luz natural interior, controlar el deslumbramiento y vistas del alrededor del proyecto mediante cortinas o vidrios fotosensibles.
  
- ❖ Diseñar el edificio analizando los tipos de iluminación natural, las tecnologías existentes que permitirán mejorar el aprovechamiento de la luz del día y componentes estructurales que permiten una mayor captación de la luz natural en los diferentes sectores del proyecto.<sup>53</sup> En el Anexo P se presentan los tipos de sistemas y tecnologías.

---

<sup>53</sup> BARRERA, Omar y MARTÍNEZ, Ronald, Propuesta Metodológica para la Selección de Tecnologías de Iluminación Mixto (Natural-Artificial) para Edificaciones. Pregrado: Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga 2012.

## 5. ANÁLISIS

En comparación con la construcción convencional, una construcción nueva basada en los parámetros de sostenibilidad LEED contribuirá a una ciudad más organizada, respetando las zonas de riesgo y conservando los predios vírgenes; estos son temas de especial interés para la categoría localización y transporte, además de la reducción de emisiones de CO<sub>2</sub> mediante las siguientes prácticas:

- ❖ Uso del transporte público.
- ❖ Uso de bicicletas.
- ❖ Uso de los senderos peatonales.

En cuanto a las parcelas sostenibles, existen diferentes estrategias que son elegidas por el constructor teniendo en cuenta las diferentes características del terreno, por ejemplo, la implementación de materiales tales como el concreto permeable que permite la filtración del agua al subsuelo, ayudando a reducir el escurrimiento superficial, evitando la contaminación, el encharcamiento y la erosión de áreas aledañas. Además, cuando se combina con otras prácticas, por ejemplo con áreas verdes, la estructura porosa permite el ingreso de agua y oxígeno, necesario para el crecimiento de las plantas que dan sombra, reducen el efecto isla calor y mejoran la calidad al aire.<sup>54</sup>

Los techos verdes son una gran alternativa para implementar en el proyecto, ya que 10 a 20 cm de enjardinados sobre aproximadamente 15 cm de sustrato equivalen de 5 a 10 veces más superficie de hojas que la misma área en un parque abierto; lo cual favorece la producción de oxígeno, filtración de partículas de polvo y suciedad

---

<sup>54</sup> AIRE, C., Op. Cit., p. 28.

del aire y la absorción de partículas nocivas, así como también ayuda a regular la temperatura, la humedad y aumenta la retención de agua.<sup>55</sup>

En el caso del manejo adecuado del agua, la implementación de artefactos de ahorro, recolección y reutilización de distintas aguas conllevan a la reducción de demanda del recurso, generando con esto innumerables beneficios ambientales, en países de Europa, Estados Unidos y algunos latinoamericanos, estos ahorros les ha llevado a definir mediante regulaciones gubernamentales nuevos programas de abastecimiento que le permiten controlar y manejar adecuadamente el recurso.<sup>56</sup> En la tabla 1 se encuentran valores relacionados con ahorros que se obtienen al utilizar algunas de las prácticas más conocidas.

Las estrategias que se implementan para la reducción de energía en el país, son medidas que ayudan a mejorar la calidad de vida tanto a las personas que ocupan dicho proyecto, como a los demás, ya que estas estrategias representan un gran ahorro energético, económico y contribuye al medio ambiente. Los beneficios de las prácticas varían dependiendo de las características de cada proyecto, por ejemplo en el caso de relación ventana pared los ahorros fueron más altos en climas cálidos ya que la carga de aire acondicionado es más alta. Los vidrios de protección solar son vidrios que permiten ahorrar energía de acuerdo al clima, ya que si tiene un coeficiente alto sirve para climas fríos, mientras que un coeficiente bajo sirve para climas cálidos.

---

<sup>55</sup> MINKE, G., et al., Techos verdes: planificación, ejecución, consejos prácticos. 2014: e-libro, Corp.

<sup>56</sup> ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD – REPRESENTACIÓN EN COLOMBIA. Ahorradores de agua; [en línea]. S.f. [Citado 15 ene 2016]. Disponible en Internet: <<http://www.col.ops-oms.org/saludambiente/guia-ahorradores.htm>>

Tabla 1. Beneficios cuantitativos esperados de algunas prácticas

CATEGORÍA	PRÁCTICAS	BENEFICIOS
<b>Parcelas sostenibles.</b>	Utilización de superficies con materiales naturales. (Techos verdes)	Almacenar hasta 90 L de agua por m <sup>2</sup> . <sup>57</sup>
<b>Eficiencia en agua.</b>	Instalar artefactos de ahorro.	Ahorro ente el 25% y 35%.
	Instalar inodoros de bajo consumo.	Inodoro convencional: 13-23 L. Inodoro ahorrador: 6 L o menos. <sup>58</sup>
<b>Energía y atmosfera.</b>	Relación ventana pared.	Ahorro de energía entre el 5% y 15%.
	Elementos de protección de luz solar en edificación.	Ahorro de energía entre el 11% y 17%.
	Instalación de vidrios.	Ahorro de energía entre el 4% y 9%.
	Instalar sensores de control de luz.	Ahorro de energía del 15%. <sup>59</sup>
	Utilizar tanques de agua calentados gracias al sol.	Ayuda a ahorrar entre un 5% y 25% de energía. <sup>60</sup>
	Iluminación de energía eficiente	Ahorro entre 5% y 25%. <sup>61</sup>

<sup>57</sup> MINKE, G., et al., Op. Cit.

<sup>58</sup> ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD – REPRESENTACIÓN EN COLOMBIA. Ahorradores de agua; [en línea]. S.f. [Citado 15 ene 2016]. Disponible en Internet: <<http://www.col.ops-oms.org/saludambiente/guia-ahorradores.htm>>

<sup>59</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE VIVIENDA. Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones. [en línea]. S.f. [Citado 15 feb 2016]. Disponible en Internet: <URL: [www.minvivienda.gov.co](http://www.minvivienda.gov.co)>

<sup>60</sup> SUSANAGA MONROY, Jorge Mario, Construcción sostenible, una alternativa para la edificación de viviendas de interés social y prioritario. Especialización; Universidad Católica de Colombia, Bogotá, 2014.

<sup>61</sup> COLOMBIA. MINISTERIO DE VIVIENDA, Op. Cit.

	Economizadores de aire.	Aire acondicionado de serie ahorra energía un 6% y aires con mayor coeficiente de desempeño ahorran entre el 7% y 15% de energía.
<b>Materiales y recursos.</b>	Impermeabilización de espacios expuestos.	Ahorra un 50% de materiales, un 40% en desperdicios y entre un 50% - 90% en costos. <sup>62</sup>

Otro ejemplo son los economizadores de aire, el ahorro depende de las cargas internas de enfriamiento, el tipo de sistema de aire acondicionado y del clima. Es decir, hay que tener en cuentas estas variables para realizar una adecuada selección de las prácticas para cada proyecto.

Para la categoría de materiales y recursos se deben tener en cuenta varios criterios para considerar que tan sostenible pueden llegar a ser, entre ellos que sea de bajo costo ambiental, bajo costo energético y que sean fáciles de reciclar y reutilizar. La utilización de estos productos trae beneficios como la reducción de materias primas, consumo de recursos, disminuye el consumo de combustible, el efecto invernadero y mejora la calidad del aire.

En estudios realizados respecto a la satisfacción de los usuarios de un edificio LEED, con respecto a uno convencional, se ha revelado que los ocupantes de los edificios LEED tienden a ser ligeramente más satisfechos con la calidad del aire, y ligeramente más insatisfechos con la cantidad de luz.<sup>63</sup> Pero es leve los niveles de

<sup>62</sup> OBREGÓN LUQUE, Daniel; PRADO CADENA, Darío y PATIÑO RAMÍREZ, Santiago Andrés. Proyecto de construcción con certificación leed en viviendas de interés social en Colombia. Pregrado; Colegio de Estudios Superiores de Administración, Bogotá, 2012

<sup>63</sup> ALTOMONTE S. and SHIAVON S, "Occupant satisfaction in LEED and non-LEED certified buildings" Building and Environment 68 (2013) pp 66-76.

inconformidad y se proponen revisar las practicas aplicadas para corregir las molestias, pero en términos generales se pueden decir que se encuentran los edificios LEED cumplen con todos los estándares de calidad y contribuyendo enormemente a mejorar las condiciones actuales del medio ambiente, en la actualidad, en Colombia ya existen un gran número de proyectos que se han certificado y otros en la espera, en el anexo Q se presentan tablas en donde se pueden conocer algunos de estos.<sup>64</sup>

### **Beneficios tributarios**

La certificación LEED BD+C: New Construction v4 trae consigo adicionalmente unos beneficios tributarios por contribuir a la reducción de la contaminación del medio ambiente, uno de ellos es la Ley 788 de 2002 artículo 78 donde las personas jurídicas propietarias de estos proyectos se hacen merecedoras de la reducción máximo de un 20% en la renta, además se está presentando el proyecto de ley 119 de 2012 donde se pretende generar más beneficios incentivando a la realización de proyectos sostenibles.<sup>65</sup>

---

<sup>64</sup> USGBC. Op. cit.

<sup>65</sup> COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley No. 788 (27 de Diciembre) "por la cual se expiden normas en materia tributaria y penal del orden nacional y territorial, y se dictan otras disposiciones". Diario Oficial. Bogotá, D.C., 2002.

## 6. CONCLUSIONES

- ❖ Se identificaron los requerimientos principales para cada crédito y prerrequisito de cada categoría, junto con la documentación exigida que se dio a conocer en tablas para su fácil interpretación.
  
- ❖ Se propusieron diferentes prácticas pensadas en el cumplimiento de todos los requisitos que presenta LEED para obtener esta certificación, por lo que se presentaron diferentes estrategias que se pueden implementar en nuestro país acoplándolas a las características particulares de cada proyecto para garantizar su eficacia.
  
- ❖ Una construcción sostenible tendrá posiblemente un valor económico más alto durante el proceso de construcción con respecto a una construcción convencional, pero a mediano y largo plazo generará ahorros significativos tanto energéticos como de agua, además de reducir el grado de contaminación a lo largo de su vida útil.
  
- ❖ La selección adecuada de las prácticas que se van a implementar garantizan la obtención de una certificación LEED que además de generar diferentes beneficios medioambientales también generara para el proyecto beneficios tributarios.
  
- ❖ Con la implementación de las prácticas se espera aproximadamente un ahorro del 20 al 50 por ciento de energía, del 33 por ciento de reducción en emisiones de CO<sub>2</sub>, del 40 al 50 por ciento en reducción del consumo de agua y un 25 por ciento menos en la acumulación de desperdicios sólidos.
  
- ❖ Las personas que ocupan estas construcciones se espera que se encuentren más satisfecha al contar con un espacio más cómodo y mucho más saludable para ellos.

❖ Cualquier construcción nueva que quiera obtener la certificación LEED puede hacerlo, solo necesita una buena gestión, planeación y desarrollo para garantizar el cumplimiento del mayor número de requisitos y generar el nivel de satisfacción que se espera.

## 7. RECOMENDACIONES

- ❖ Para contribuir a la mejora de nuestro medio ambiente es necesario que desde nuestra área apoyemos estas ideas innovadoras poniéndolas en prácticas en nuestros proyectos.
  
- ❖ Existe en Colombia una desinformación acerca de los temas relacionados con la sostenibilidad y se han creado mitos de costos elevados para la implementación, lo cual ha bloqueado el auge de estas tecnologías, por esta razón se hace la invitación a todos los profesionales de nuestro sector a conocer más acerca de este tema que es viable tanto económicamente como ambientalmente.
  
- ❖ Valorar el ciclo de vida de la inversión, puesto que al querer certificarse como construcción sostenible se asumirá un sobre costo pero de la misma manera la inversión se recupera pronto siendo una operación eficiente.
  
- ❖ Establecer objetivos claros a los que se desea llegar para que la construcción sea sostenible y amigable con el medio ambiente.
  
- ❖ Generar más proyectos de ley que generen beneficios para incentivar a la construcción de proyectos sostenibles.
  
- ❖ Realizar una investigación a profundidad de las estrategias, separándolas dependiendo de diferentes características como el clima y la topografía.

## BIBLIOGRAFÍA

ADLER, I., G. Carmona, and J.A. Bojalil, Manual de captación de aguas de lluvia para centros urbanos. México DF, México.: International Renewable Resources Institute Mexico, 2008.

AIRE, C. Concreto permeable: alternativas sustentables. Hacia una construcción sustentable, Tecnología, Junio 2011, p 24-28.

ALDOMONTE S. and SHIAVON S, "Occupant satisfaction in LEED and non-LEED certified buildings" Building and Environment 68 (2013) pp 66-76.

ARANGO CUEVAS, Deisy Paola. Propuesta metodológica para obtener el sello ambiental LEED en uno de los edificios de la Universidad Industrial de Santander, Pregrado; Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, 2013.

ARANGO, Nathalie y FLÓREZ, Juliana. Sistema de recolección, almacenamiento y conservación de aguas lluvias para el abastecimiento de agua potable a los habitantes del Pacífico Colombiano en zonas rurales de difícil acceso con ausencia o deficiencia del recurso. Pregrado; Universidad Icesi. Cali 2012.

ASHRAE. ASHRAE and Industry History [en línea]. S.f. [Citado 17 ene 2016]. Disponible en Internet: <URL: <https://www.ashrae.org/about-ashrae/caae7c-db4a-4c7e-bd1f-b08595e6bfc8>>

BARRERA, Omar y MARTÍNEZ, Ronald, Propuesta Metodológica para la Selección de Tecnologías de Iluminación Mixto (Natural-Artificial) para Edificaciones. Pregrado: Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga 2012.

BERNAL, R., S.R. GRADSTEIN & M. Celis (eds.). Catálogo de plantas y líquenes de Colombia. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 2015 [Citado 15 mar 2016]. Disponible en Internet: <URL:catalogoplantas colombia.unal.edu.co>

BVSDE. Especificaciones técnicas, captación de agua lluvia para el consumo humano; [en línea]. S.f. [Citado 12 feb 2016]. Disponible en Internet: <URL:http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/cosude/i.pdf>

CABAS R., Gina Alexandra, GARRIDO B., María Camila. Análisis comparativo de costos para un proyecto de hotel y oficinas leed certificado 3.0-2009 en la ciudad de Bogotá, Pregrado, Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, 2011.

COLOMBIA. CONGRESO DE LA REPÚBLICA. Ley 788 (27 de Diciembre) "por la cual se expiden normas en materia tributaria y penal del orden nacional y territorial, y se dictan otras disposiciones". Diario Oficial. Bogotá, D.C., 2002.

COLOMBIA. MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana / Unión Temporal Construcción Sostenible S.A y Fundación FIDHAP (Consultor). Bogotá, D.C.: Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012. 200 p.

COLOMBIA. MINISTERIO DE VIVIENDA. Guía de construcción sostenible para el ahorro de agua y energía en edificaciones. [En línea]. S.f. [Citado 15 feb 2016]. Disponible en Internet: <URL: www.minvivienda.gov.co>

CORIA, I.D., Remediación de suelos contaminados con hidrocarburos [en línea]. Centro de Altos Estudios Globales [en línea]. S.f. [Citado 17 ene 2016]. Disponible en Internet: <URL:http://www.sustentabilidad.uai.edu.ar/pdf/ing/UAIS-IGA-600-001, 2007>

ENERGIA Y ATMOSFERA. Documento de Análisis LEED®, Energía y Atmosfera 2012, Chile GBC [en línea]. [Citado 25 ago 2015]. Disponible en Internet: <URL:[http://www.chilegbc.cl/estudios\\_new.php#](http://www.chilegbc.cl/estudios_new.php#)>

GBC. Ahorro en el uso del agua. Documento de Análisis LEED®, Ahorro en el Uso del Agua 2011, Chile GBC. [En línea]. [Citado 27 sep 2015]. Disponible en Internet: <URL:[http://www.chilegbc.cl/estudios\\_new.php#](http://www.chilegbc.cl/estudios_new.php#)>

GBC. MATERIALES Y RECURSOS. Documento de Análisis LEED®, Materiales y Recursos 2011, Chile GBC [en línea]. [Citado 25 ago 2015]. Disponible en Internet: <URL:[http://www.chilegbc.cl/estudios\\_new.php#](http://www.chilegbc.cl/estudios_new.php#)>

GBC. CALIDAD DEL AMBIENTE INTERIOR. Documento de Análisis LEED®, Calidad del Ambiente Interior [en línea]. Chile GBC, 2012. [Citado 12 oct 2015]. Disponible en Internet: URL: <<http://www.chilegbc.cl/user/estudios/CalidadAmbienteInterior.pdf>>

HOLCIM. ¿Qué es la construcción sostenible? [En línea]. [Citado 14 dic 2015]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.holcim.com.ec/desarrollo-sostenible/holcim-foundation-for-sustainable-construction/que-es-la-construccion-sostenible.html>>

MINKE, G., et al., Techos verdes: planificación, ejecución, consejos prácticos. 2014: e-libro, Corp.

MORALES DAMIAN, Arnulfo Everardo. LEED: Un paradigma para las nuevas construcciones. Pregrado; Universidad Nacional Autónoma de México, México, 2009.

MORALES ROBLEDO, R.R., Desarrollo de un método para la remediación de suelos contaminados con metales, via agentes biodegradables. 2008.

NOVASCOTIA. Erosion and sedimentation control handbook for construction sites; [en línea]. S.f. [Citado 15 feb 2016]. Disponible en Internet: <URL:<https://www.novascotia.ca/nse/surface.water/docs/erosionsedimentcontrolhandbook.construction.pdf>>

OBREGÓN LUQUE, Daniel; PRADO CADENA, Darío y PATIÑO RAMÍREZ, Santiago Andrés. Proyecto de construcción con certificación leed en viviendas de interés social en Colombia. Pregrado; Colegio de Estudios Superiores de Administración, Bogotá, 2012

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD – REPRESENTACIÓN EN COLOMBIA. Ahorradores de agua; [en línea]. S.f. [Citado 15 ene 2016]. Disponible en Internet: <<http://www.col.ops-oms.org/saludambiente/guia-ahorradores.htm>>

OROSTEGUI J. Jerson y ZAPATA B. Manuel, Sistemas de construcción sostenible aplicadas al diseño y la construcción de edificios institucionales en la región, Pregrado; Universidad Pontificia Bolivariana de Bucaramanga, Colombia, 2010.

RIVERA y ZARAZA. Factibilidad técnica y económica de la implementación de un sistema hidrosanitario para la reutilización de aguas grises y pluviales, caso de estudio en vivienda de alto consumo del A.M. de Bucaramanga. Pregrado; Universidad Industrial de Santander 2015.

RIVERA, P., R. SINISTERRA, and D. CALLE. Restauración Ecológica de suelos degradados por Erosión en Cárcavas en el enclave xerofítico de Dagua [en línea]. Valle del Cauca, Colombia, Área de restauración ecológica de CIPAV. Centro para

la investigación en sistemas sostenibles para la producción agropecuaria (s/f). Cali, Colombia, CIPAV, 2007.

SETRI. Generalidades de LEED v4. [En línea]. [Citado 15 mar 2015]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.setri.com.co/wp/2014/07/13/generalidades-de-leed-v4/>>

SETRI. Homecenter Cajicá [en línea]. [Citado 2 nov 2016]. Disponible en Internet: <URL: <http://www.setri.com.co/wp/nuestros-clientes/finalizados/homecenter-cajica/>>

SINIA. Guía para preparar estudios de factibilidad de proyectos de remediación de sitios contaminados con COPs [en línea]. [Citado 12 oct 2015]. Disponible en Internet: <URL:[http://www.sinia.cl/1292/articles-43251\\_recurso\\_1.pdf](http://www.sinia.cl/1292/articles-43251_recurso_1.pdf)>

SITIOS SUSTENTABLES. Documento de Análisis LEED®, Sitios Sustentables 2012, Chile GBC [en línea]. [Citado 25 ago 2015]. Disponible en Internet: <URL:<http://www.chilegbc.cl/user/estudios/DOCUMENTO%20SITIOS%20SUSTENTABLES%20FINAL.pdf>>

SOIL, V. and W.C. Commission, Virginia Erosion and Sediment Control Handbook: Standards, Criteria and Guidelines. 1974: The Commission.

SUÁREZ, J., Control de erosión en zonas tropicales. Bucaramanga, CO. División Editorial y de Publicaciones Universidad Industrial de Santander, 2001.

SUSANAGA MONROY, Jorge Mario, Construcción sostenible, una alternativa para la edificación de viviendas de interés social y prioritario. Especialización; Universidad Católica de Colombia, Bogotá, 2014.

SWCC. Guía de Campo para el Control de la Erosión y Sedimentación en Áreas de Construcción en Alabama; [en línea]. S.f. [Citado 20 feb 2016]. Disponible en

Internet:<URL:[http://swcc.alabama.gov/pdf/Erosion%20Handbooks&Guides/spanish\\_field\\_guide/Erosion\\_guide\\_Spanish\\_13june07.pdf](http://swcc.alabama.gov/pdf/Erosion%20Handbooks&Guides/spanish_field_guide/Erosion_guide_Spanish_13june07.pdf)>

TREJO, J.A.V., Tecnologías de remediación para suelos contaminados. 2002: Instituto Nacional de Ecología.

UNATSABAR, C., Guía de diseño para captación del agua de lluvia, in Guía de diseño para captación del agua de lluvia. 2004, OPS/CEPIS.

UNEP. Situación de la Edificación Sostenible en América Latina [en línea]. [Citado 15 ene 2016]. Disponible en Internet: <URL:[http://www.unep.org/sbci/documents/Situacion%20Edificacion%20Sostenible%20AL\\_ESP.pdf](http://www.unep.org/sbci/documents/Situacion%20Edificacion%20Sostenible%20AL_ESP.pdf)>

USGBC. LEED v4 for building design and construction [en línea]. [Citado 10 sep 2016]. Disponible en Internet: <URL: [http://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED%20v4%20BDC\\_10.01.15\\_current\\_0.pdf](http://www.usgbc.org/sites/default/files/LEED%20v4%20BDC_10.01.15_current_0.pdf)>

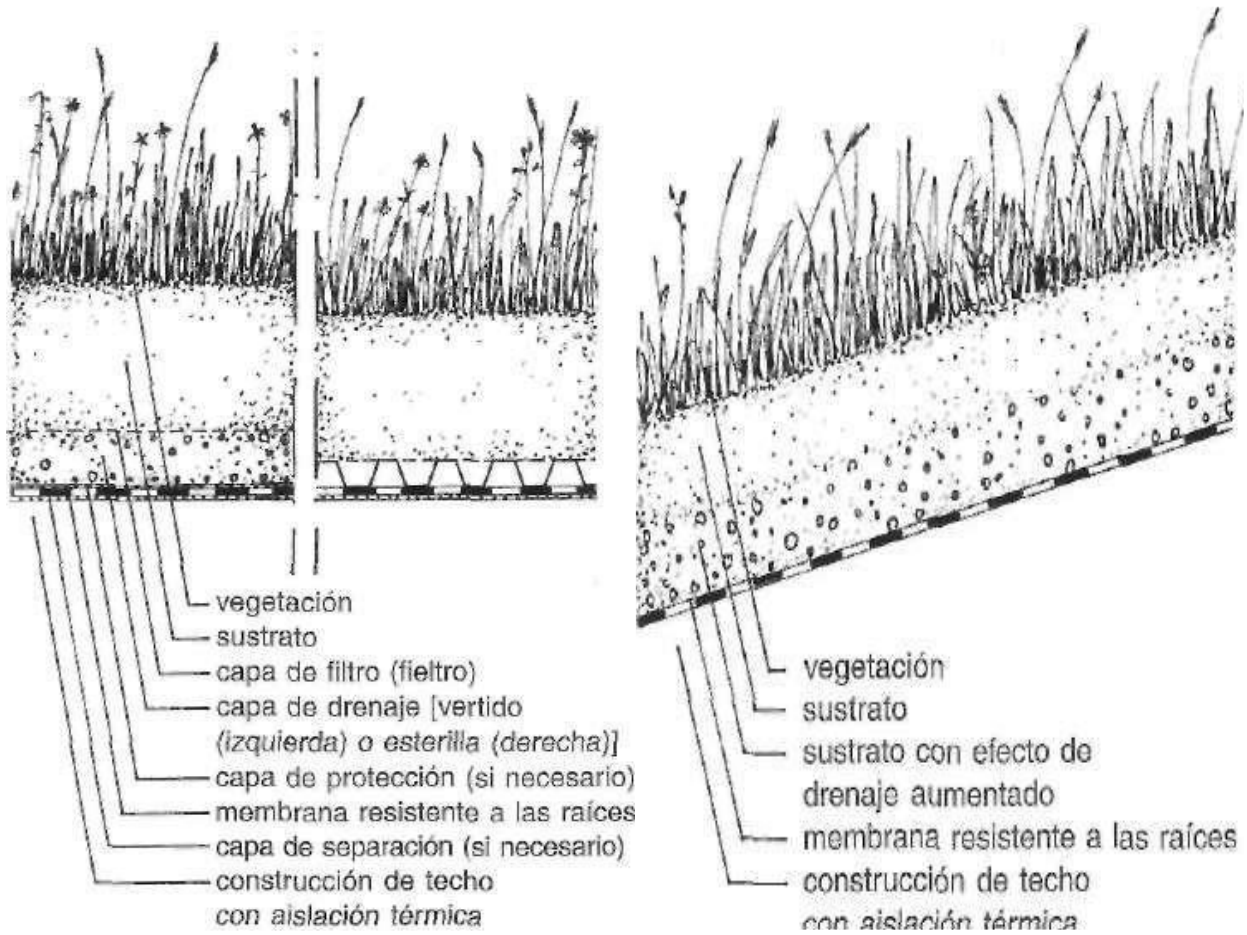
USGBC: U.S. Green Building Council, LEED V4 [en línea]. [Citado 12 feb 2016]. Disponible en Internet:<URL: <http://www.usgbc.org/leed#v4>>

ZIV, A., Biodegradación de compuestos orgánicos persistentes (cop): I. el caso de los bifenilos policlorados (PCB). Acta Biológica Colombiana, 2009. 14: p. 57-88.

## ANEXOS

### Anexo A. Techos Verdes

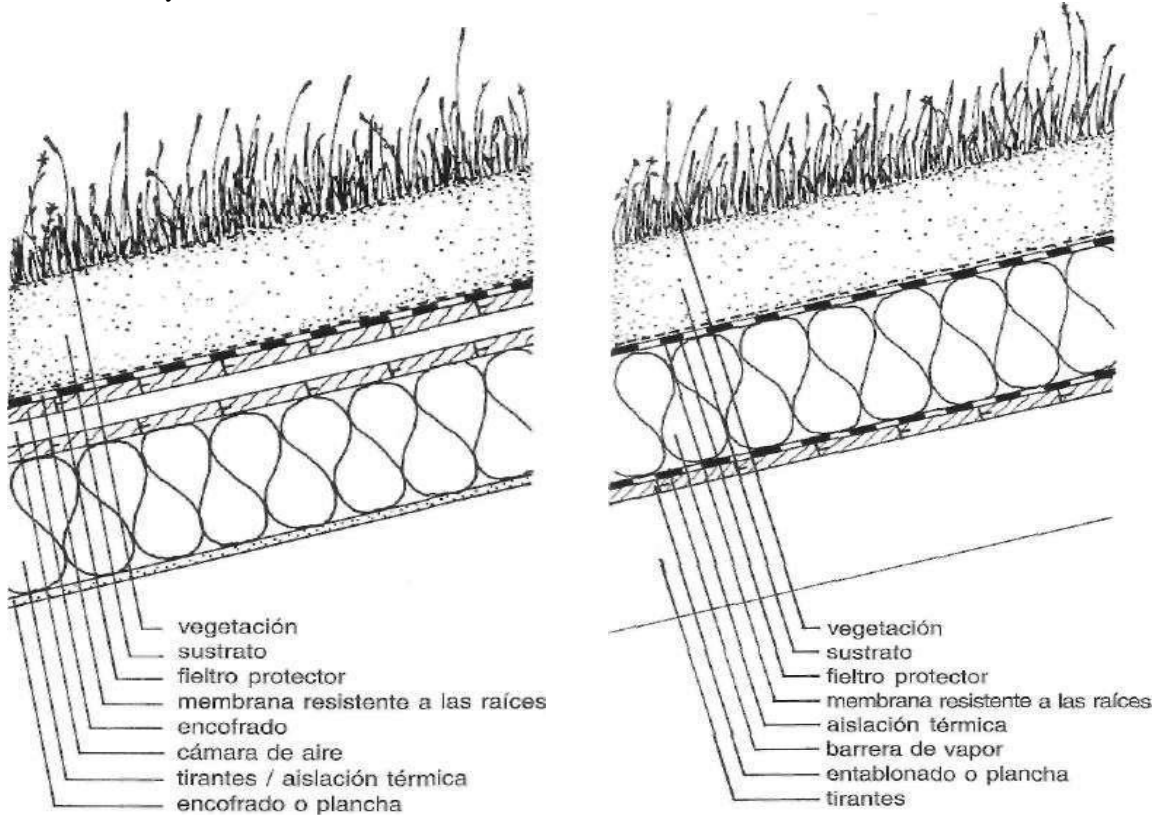
- Componentes de la construcción del techo.



*Construcción de un enjardinado de techo plano con sustrato en dos capas.*

*Construcción en un enjardinado de techo inclinado con sustrato en una sola capa.*

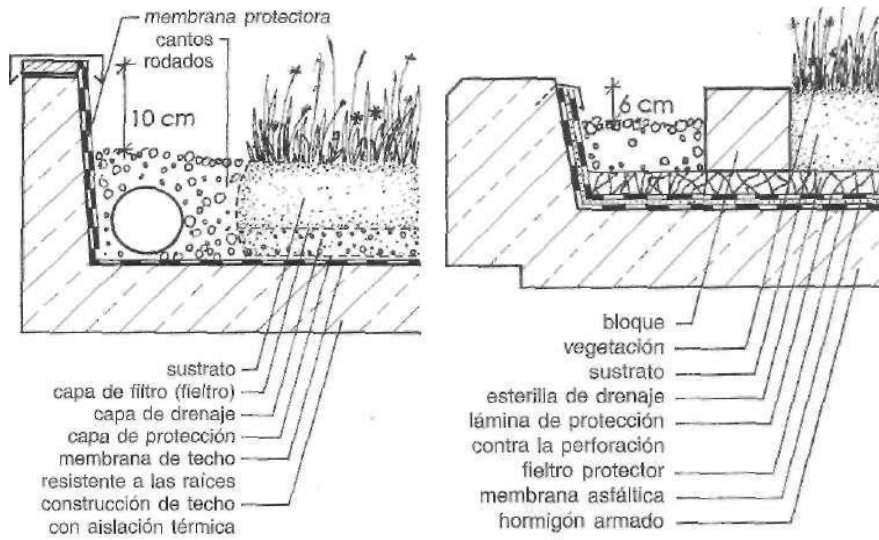
- Estructura y aislamiento térmico.



*Típica formación de un techo frío con enjardinado.*

*Típica formación de un techo caliente con enjardinado.*

- Construcción de borde de techos.



*Formación de borde de techo en enjardinados de garajes con techo plano.*

*Tomado de: TECHOS VERDES. Planificación, ejecución, consejos prácticos. Gernot Minke. [16]*

## Anexo B. Propiedades típicas del concreto permeable.

Tomado de: *CONCRETO PERMEABLE: alternativas sustentables*. Carlos Aire (ANAM/IIGEN/Estructuras y Materiales). [17]

Propiedad	Rango
Revenimiento, mm	20
Peso unitario, kg/m <sup>3</sup>	1600 – 2000
Tiempo de fraguado <sup>1</sup> , hora	1
Porosidad, % (en volumen)	15–25
Permeabilidad <sup>2</sup> , lt/m <sup>2</sup> /min (cm/seg)	120–320 (0.20–0.54)
Resistencia a compresión, MPa	3.5–28
Resistencia a flexión, MPa	1 – 3.8
Contracción	200 × 10 <sup>-6</sup>

<sup>1</sup> Con aditivos químicos, se puede extender el tiempo.

<sup>2</sup> En laboratorio se han encontrado valores de velocidad de flujo tan altas como 700 lt/m<sup>2</sup>/min.

**Nota:** En esta referencia se encontraran las especificaciones técnicas para la elaboración de un concreto permeable junto con algunas de sus propiedades y beneficios.

## Anexo C. Índices de Reflectancia Solar

Material	Emisividad	Reflectancia	SRI
Concreto gris nuevo	0,9	0,35	35
Concreto gris erosionado	0,9	0,20	19
Concreto blanco nuevo	0,9	0,7	86
Concreto blanco erosionado	0,9	0,4	45
Asfalto nuevo	0,9	0,05	0
Asfalto erosionado	0,9	0,1	6

*Tabla de valores de SRI; Según los materiales estándar para pavimentos. [10]*

	Pendiente	IRS Inicial	IRS a los 3 años
Tejado de baja pendiente	$\leq 2:12$	82	64
Tejado de pendiente pronunciada	$> 2:12$	39	32

*Tabla de valores mínimos del SRI; según la pendiente del tejado. [9]*

## Anexo D. Líneas bases y estándares. [9]

- Consumo de agua de línea base para aparatos y accesorios.

<i>Aparato o accesorio</i>	<i>Línea base (unidades IP)</i>	<i>Línea base (unidades SI)</i>
Sanitarios*	1,6 gpf	6 lpf
Urinarios*	1,0 gpf	3,8 lpf
Grifos de cuartos de baño de servicios públicos	0,5 gpm a 60 psi** todos los demás excepto usos privados	1,9 lpm a 415 kPa, todos los demás excepto usos privados
Grifos de cuartos de baño de servicios no públicos	2,2 gpm a 60 psi	8,3 lpm a 415 kPa
Grifos de cocinas (excepto grifos usados exclusivamente para operaciones de llenado)	2,2 gpm a 60 psi	8,3 lpm a 415 kPa
Cabezales de ducha*	2,5 gpm a 80 psi por cabina de ducha	9,5 lpm a 550 kPa por cabina de ducha

\*Etiqueta WaterSense disponible para este tipo de producto

gpf = galones por pulsación  
gpm = galones por minuto  
psi = libras por pulgada cuadrada

lpf = litros por pulsación  
lpm = litros por minuto  
kPa = kilopascales

- Estándares para electrodomésticos.

<i>Electrodoméstico</i>	<i>Requisito</i>
Lavadoras en edificios residenciales	ENERGY STAR o eficiencia equivalente
Lavadoras en edificios no residenciales	CEE Tier 3A
Lavavajillas en edificios residenciales (normales y compactos)	ENERGY STAR o eficiencia equivalente
Grifos rociadores de platos en cocinas industriales	≤ 4,9 lpm (1.3 gpm)
Máquina de Hielo	ENERGY STAR o eficiencia equivalente y usar enfriamiento por aire enfriado o circuito cerrado, tales como sistemas de agua enfriada o por condensador

gpm = galones por minuto  
lpm = litros por minuto

- Estándares para procesos.

<i>Proceso</i>	<i>Requisito</i>
Disipación de calor y enfriamiento	No utilizar agua potable en sistemas de enfriamiento en una sola pasada (OTC-sin recirculación) de ningún equipo ni electrodoméstico que disipe calor
Torres de refrigeración y condensadores evaporativos	Equipo con: <ul style="list-style-type: none"> <li>• contadores de agua suplementaria</li> <li>• controladores de conductividad y alarmas de exceso de caudal</li> <li>• eliminadores de rocío eficientes que reduzcan la deriva a un máximo de 0,002% del volumen de agua de recirculación para torres de flujo inverso y 0,005% de caudal de agua de recirculación para torres de flujo cruzado</li> </ul>



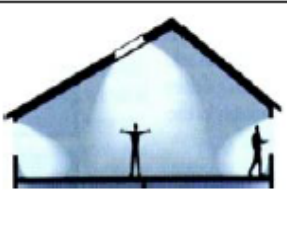
#### **Estrategias:**

- **Urinarios Secos:** Se trata de un sistema que implanta un sifón en el fondo del urinario que impide que salga el olor. El sifón de inserción, utilizado en los Urinarios Secos, recoge la orina y la descarga (sin usar agua) en el sistema de drenaje, luego queda sin líquido de sellado y evita que los malos olores se escapen.
  - **Ventajas:** Muchos modelos han sido aprobados bajo el código de plomería de California. Estos urinarios están incluidos en la categoría llamada High Efficiency Urinal (HEU).
  - **Desventajas:** Necesita un mantenimiento para cambiar los sifones periódicamente según el uso que se haga de ellos. Se debe realizar limpieza con líquidos especiales continuamente.
- **WC de Doble Descarga:** Los WC de doble descarga son muy eficientes en ahorro de agua, ya que permiten realizar la descarga de 3 litros para líquidos o 6 litros para sólidos. El sistema posee un dispositivo de descarga total o parcial, esta se lleva a cabo mediante una barra interna que se mueve en forma vertical, la barra es retenida dependiendo de la acción que se realice para activar la descarga. Además posee un dispositivo de retardo que determina el flujo de salida de agua hacia el exterior.
  - **Ventajas:** El sistema de doble descarga proporciona un ahorro máximo de un 50% del agua. Además el equipo mantiene perfectas condiciones sanitarias.
  - **Desventajas:** Necesita mantención en el sistema de accionado, porque suele ser muy frágil para utilizarse en lugares públicos o que requieran de un uso continuo.
- **Lavamanos con sensores de movimiento** para impedir el uso desmedido del agua, estos sensores pueden no ser eléctricos si se instalan a los paneles solares.
- **Grifos y duchas con regulador de caudal:** limitan el caudal de entrada, aumentando la velocidad de salida con incremento de la presión. Con aireador: boquillas con efecto atomizador del agua que incrementa la presión y la eficiencia. Con temporizador: permiten el flujo de agua durante un tiempo establecido.

*Tomado de: Criterios ambientales para el diseño y construcción de vivienda urbana [19] y AHORRO EN EL USO DEL AGUA. Documento de Análisis LEED®. [18]*

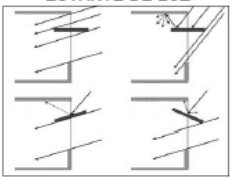
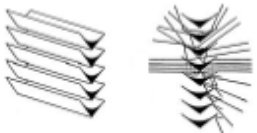

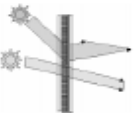

## Anexo E. Uso eficiente de la iluminación natural

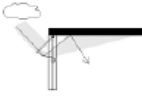
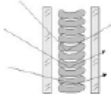

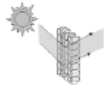



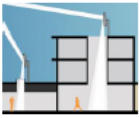
- Tipos de iluminación natural.


<p>Iluminación lateral</p>	<p>La luz ingresa desde una abertura lateral en la fachada, con esto se tiene un nivel alto de iluminancia en una área cercana a la abertura. Las ventanas orientadas al sur en el hemisferio norte reciben iluminación directa todo el día, mientras en el hemisferio sur no reciben iluminación directa, sólo reciben iluminación difusa, las tomas laterales en las zonas tropicales reciben de manera moderada la radiación directa y en un ángulo muy elevado.</p>	
<p>Iluminación cenital</p>	<p>Este tipo de luz incide sobre los objetos de forma vertical y describiendo un ángulo muy agudo. En este tipo de iluminación se indica la distribución de las fuentes luminosas en función de la altura del local.</p>	
<p>Iluminación combinada</p>	<p>Este tipo de iluminación presenta aberturas en las fachadas y en los techos, en instalaciones donde la abertura está por debajo de 2,5 m se considera lateral, por encima de esta altura se considera iluminación cenital.</p>	

*Tomado de: Propuesta Metodológica para la Selección de Tecnologías de Iluminación Mixto (Natural-Artificial) para Edificaciones.*

*Características generales de las tecnologías de iluminación natural*

CARACTERÍSTICAS	PROTECCIÓN AL DESLUMBRAMIENTO	PERMITE EL CONTROL DE LA CANTIDAD DE LUZ	PERMITE LA VISTA AL EXTERIOR	APLICABLE EN TECHOS	APLICABLE EN LA FACHADA	REQUIERE MANTENIMIENTO	PERMITE EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA
TECNOLOGÍAS DE ILUMINACIÓN NATURAL							
<p><b>ESTANTE DE LUZ</b></p> 	SI	SI	SI	NO	SI	SI	SI
<p><b>CORTINAS Y SISTEMAS DE PERSIANAS</b></p> 	SI	SI	NO	NO	SI	SI	SI
<p><b>PANELES PRISMÁTICOS</b></p> 	SI	SI	NO	NO	SI	NO	SI
<p><b>PANELES CORTADOS A LASER</b></p> 	NO	SI	NO	NO	SI	SI	SI
<p><b>TRAGALUZ ANGULAR SELECTIVO</b></p> 	SI	NO	N.A	SI	NO	NO	SI

CARACTERÍSTICAS	PROTECCIÓN AL DESLUMBRAMIENTO	PERMITE EL CONTROL DE LA CANTIDAD DE LUZ	PERMITE LA VISTA AL EXTERIOR	APLICABLE EN TECHOS	APLICABLE EN LA FACHADA	REQUIERE MANTENIMIENTO	PERMITE EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA
TECNOLOGÍAS DE ILUMINACIÓN NATURAL							
<b>GUÍA DE LUZ SOMBREADA</b> 	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
<b>CRISTAL CONDUCTOR SOLAR</b> 	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI
<b>VIDRIO DE LUZ CENTRAL CON HEO</b> 	NO	NO	SI	NO	SI	NO	SI
<b>PERSIANAS SOLARES ANIDÓLICAS</b> 	SI	SI	NO	NO	SI	NO	SI
CARACTERÍSTICAS	PROTECCIÓN AL DESLUMBRAMIENTO	PERMITE EL CONTROL DE LA CANTIDAD DE LUZ	PERMITE LA VISTA AL EXTERIOR	APLICABLE EN TECHOS	APLICABLE EN LA FACHADA	REQUIERE MANTENIMIENTO	PERMITE EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA
TECNOLOGÍAS DE ILUMINACIÓN NATURAL							
<b>SISTEMAS DE SOMBREADO DIRECCIONAL CON HEO</b> 	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
<b>TECHOS ANIDÓLICOS</b> 	NO	SI	SI	NO	SI	NO	SI
<b>ABERTURAS ANIDÓLICAS CENTALES</b> 	NO	NO	N.A	SI	NO	NO	SI
<b>HELIOSTATOS</b> 	NO	SI	SI	SI	NO	SI	SI

CARACTERÍSTICAS	PROTECCIÓN AL DESILUMBRAMIENTO	PERMITE EL CONTROL DE LA CANTIDAD DE LUZ	PERMITE LA VISTA AL EXTERIOR	APLICABLE EN TECHOS	APLICABLE EN LA FACHADA	REQUIERE MANTENIMIENTO	PERMITE EL AHORRO DE ENERGÍA ELÉCTRICA
TECNOLOGÍAS DE ILUMINACIÓN NATURAL							
DUCTOS DE FIBRA ÓPTICA 	NO	SI	NA	SI	SI	NO	SI

**Nota:** En la referencia [18] se describe cada tecnología presentada en las tablas anteriores, con sus características más fundamentales, principios físicos, adaptación a sistemas de control, mantenimiento, aplicación en el edificio y parámetros de diseño.

## Anexo F. Listado de proyectos LEED en Colombia

Tabla tomada de <http://www.usgbc.org/projects>.

Projects	City	Rating system	Version	Certification level
NEW FACTORY HUNTER DOUGLAS COLOMBIA	Tunja	New Construction	v2009	Certified
Ruta-N Torre C	Medellín	Core and Shell	v2009	Certified
Hotel Waya	Albania	New Construction	v2009	Certified
Connecta Modulos G6 y G7	Bogotá	Core and Shell	v2009	Certified
Connecta Plaza	Bogotá	Core and Shell	v2009	Certified
Bacata Express Hotel	Bogotá	New Construction	v2009	Certified
Agencia Nacional de Hidrocarburos	Bogotá	Commercial Interiors	v2.0	Certified
Ecotower 100		Core and Shell	v2009	Certified
Falabella SantafU MedellYn	Medellín	Retail - Commercial Interiors	v1.0 pilot	Certified
Falabella Centro Mayor	Bogotá	Retail - Commercial Interiors	v1.0 pilot	Certified
3M Customer Technical Center	Bogotá	New Construction	v2009	Certified
Contempo Headquarters	Bogotá	Commercial Interiors	v2009	Certified
PROYECTO EVOLUCION		Commercial Interiors	v2009	Gold
Encenillo - Cedi Pastas Doria	Mosquera	New Construction	v2009	Gold
CEDIS BIMBO	Tunja	New Construction	v2009	Gold
Oficinas Chico 92-11	Bogotá	Core and Shell	v2009	Gold
Ecoplaza	Mosquera	Core and Shell	v2009	Gold
ZF TOWERS Services and Technology Park	Bogotá	Core and Shell	v2009	Gold
ECOTOWER 93	Bogotá	Core and Shell	v2009	Gold
CENTRO EMPRESARIAL COLPATRIA TORRE 2	BOGOTA	Core and Shell	v2009	Gold
Connecta Modulos G 3 4 y 5	Bogotá	Core and Shell	v2009	Gold
BAVARIA Administrative Building		New Construction	v2009	Gold
Oficinas Terranum	Bogotá	Commercial Interiors	v2009	Gold
Tierra Firme		Core and Shell	v2009	Gold
ALPINA Edificio Corporativo Sopo No 3	Sopo	New Construction	v2009	Gold
URBAN PLAZA	BOGOTA	Core and Shell	v2009	Gold
ARGOS Oficina Bogotá	Bogotá	Commercial Interiors	v2009	Gold
RUTA N Torres A y B	Medellín	New Construction	v2009	Gold
OFICINA FASST LIGHTING	MEDELLIN	Commercial Interiors	v2009	Gold
TORRE GRUPO SURA ALA 1C	MEDELLIN	New Construction	v2009	Gold
Rochester School New Site Project	Chía	Schools - New Construction	v2009	Gold

NUEVA SEDE ISAGEN	Medellín	New Construction	v2009	Gold
World Business Center	Bogotá	Core and Shell	v2009	Gold
INCOLMOTOS YAMAHA	Girardota	New Construction	v2009	Gold
Centro Empresarial y Deportivo Calle 53	Bogotá	New Construction	v2.2	Gold
GNB Sudameris	Bogotá	New Construction	v2.2	Gold
Connecta Modulos A y B	Bogotá	Core and Shell	v2009	Gold
POSITIVA SA HeadQuarters	Bogotá	Commercial Interiors	v2009	Gold
Direccion General Bancolombia	Medellín	Existing Buildings	v2009	Gold
Avon Distribution Center	Guarne	New Construction	v2009	Gold
Aloft Hotel Bogotá Airport	Bogotá	New Construction	v2009	Gold
Homecenter Manizales	Manizales	Retail - New Construction	v2009	Gold
Homecenter Cajica	Cajica	Retail - New Construction	v2009	Platinum
Google Bog 8F FE69	Bogotá	Commercial Interiors	v2009	Platinum
PARALELO 26		Core and Shell	v2009	Platinum
Oxo 69 Centro Empresarial y Hotelero	Bogotá	Core and Shell	v2009	Platinum
Oxo Cartagena	Cartagena	New Construction	v2009	Silver
Fundacion Juan Felipe Gomez Escobar	Cartagena	Existing Buildings	v2009	Silver
Complejo Logistico San Cayetano T2	BOGOTA	Core and Shell	v2009	Silver
T3- Ciudad Empresarial Sarmiento Angulo	Bogotá	Core and Shell	v2.0	Silver
Oficinas Setri	Bogotá	Commercial Interiors	v2009	Silver
ALPINA Edificio Corporativo Sopo	Cundinamarca	New Construction	v2.2	Silver
Oficinas Coca-Cola Bogotá	Bogotá	Commercial Interiors	v2009	Silver
Hotel Terra 100 Royal	Bogotá	New Construction	v2009	Silver
Connecta BTS 2	Bogotá	Core and Shell	v2009	Silver
ESTACION SOPHIA - Teatro Publio Martinez	Bogotá	New Construction	v2009	Silver
HOMECENTER CEDRITOS BOGOTA	Bogotá	New Construction	v2009	Silver
Panoramic Eco Business Club Tower 2	Bogotá	Core and Shell	v2009	Silver
Yanbal Bogotá Keops	Tenjo	New Construction	v2009	Silver
Atlantica Torre Empresarial	Barranquilla	Core and Shell	v2009	Silver
San Antonio Plaza Comercial	Pitalito	Core and Shell	v2009	Silver
Homecenter Monteria	Monteria	Retail - New Construction	v2009	Silver
Arquitectura e Interiores Oficina Bogotá	Bogotá	Commercial Interiors	v2.0	Silver
Novartis New Building Bogotá	Bogotá	New Construction	v2.2	Silver

Panoramic Eco Business Club Tower 1	Bogotá	Core and Shell	v2009	Silver
FALABELLA PARQUE ARBOLEDA	PEREIRA	Retail - Commercial Interiors	v1.0 pilot	Silver
HOMECENTER BUCARAMANGA LA ROSITA	Bucaramanga	New Construction	v2009	Silver
Hospital Univ. San Vicente de Paul	Medellín	New Construction	v2.2	Silver
Guasimo - CEDI Multiambientes Cartagena	Cartagena	New Construction	v2009	
Multiplaza La Felicidad	BOGOTA	Core and Shell	v2009	
Bonga - CEDI Multiambientes Monteria	Monteria	New Construction	v2009	
Makro Poblado	Medellín	Retail - New Construction	v2009	
Gradeco Business Plaza	Bogotá	Core and Shell	v2009	
CENTRO COMERCIAL PLAZA CENTRAL	Bogotá	Core and Shell	v2009	
Centro Empresarial Colpatría Torre 4	Bogotá	Core and Shell	v2009	
BC Empresarial	Barranquilla	Core and Shell	v2009	
NQS 101	Bogotá	Core and Shell	v2009	
Centro Empresarial Colpatría Torre 3	Bogotá	Core and Shell	v2009	
Milla de Oro Distrito de Negocios	Medellín	Core and Shell	v2009	
T7T8 Ciudad Empresarial Sarmiento Angulo	Bogotá	Core and Shell	v2009	
DAVINCI Parque 105	BOGOTA	Core and Shell	v2009	
Torre Centro de Especialistas FCI	Bogotá	New Construction	v2009	
M001	Bogotá	Core and Shell	v2009	
VerdeVivo CEIBA Tower 2	Medellín	New Construction	v2009	
VerdeVivo CEIBA Tower 1	Medellín	New Construction	v2009	
Sancho	Bogotá	Core and Shell	v2009	
APICE 97	Bogotá	Core and Shell	v2009	
Falabella Jardín Plaza	Cali	Retail - Commercial Interiors	v2009	
Falabella Fontanar	Chía	Retail - Commercial Interiors	v2009	
ETB - Data Center Consultores	Bogotá	New Construction	v2009	
Nuevo Edificio El Bote Electrohuila	Palermo	New Construction	v2009	
CAMARA DE COMERCIO DE MEDELLIN	Medellín	New Construction	v2009	
Centro Empresarial Torre Central	Bogotá	Existing Buildings	v2009	
4u2better		Homes	v4	
Cartagena Global Center	Cartagena	Core and Shell	v2009	
Torre 75 Invernac	Bogotá	Existing Buildings	v2009	

Hotel Grand Hyatt Bogotá	Bogotá	New Construction	v2009	
Sede Operativa Integrada Codensa	Bogotá	New Construction	v2009	
Edificio Zona Franca Pacifico	Palmira	Core and Shell	v2009	
Green Loop Headquarters Bogotá	Bogotá	Commercial Interiors	v2009	
Nuevo CEDI Gestion Cargo Secos Cartagena	Cartagena	New Construction	v2009	
Falabella World Trade Center Cali	Cali	Retail - Commercial Interiors	v2009	
Falabella Acqua Power Center	Ibague	Retail - Commercial Interiors	v2009	
Torre Marquis	Bogotá	Core and Shell	v2009	
EDIFICIO OyD	Bogotá	Existing Buildings	v2009	
ATRIO Torre Norte	BOGOTA	Core and Shell	v2009	
Puerto Manoa	Cartagena	New Construction	v2009	
Torre del Puerto	Cartagena	Core and Shell	v2009	
Bodega PGT	Tocancipa	Core and Shell	v2009	
BMW Plaza	Bogotá DC	Core and Shell	v2009	
MOVA Centro de Innovacion del Maestro	Medellín	New Construction	v2009	
Griffith Colombia RD Center	Marinilla	New Construction	v2009	
Proyecto Canaguante - Regional Valledupar	Valledupar	New Construction	v2009	
Proyecto Arrayan - Regional Pasto	Pasto	New Construction	v2009	
Proyecto Cedro - Regional Florencia	Florencia	New Construction	v2009	
Proyecto Ceiba - Regional Palermo	Neiva	New Construction	v2009	
Midpoint 19	Bogotá	Core and Shell	v2009	
Proyecto Caracoli - Regional Aguachica	Aguachica	New Construction	v2009	
Bosques de Payande		Homes	v2008	
Connecta BTS 3 y 4	Bogotá	Core and Shell	v2009	
Connecta BTS 5 y 6	Bogotá	Core and Shell	v2009	
Icono 93	Bogotá	Core and Shell	v2009	
Edificio Corporativo Amarilo	BOGOTA	New Construction	v2009	
ONE PLAZA Business Center	Medellín	Core and Shell	v2009	
Connecta Modulos G1 y G2	Bogotá	Core and Shell	v2009	
Ecotower Chico	Bogotá	Core and Shell	v2009	
Centro Argos para la Innovacion	Medellín	New Construction	v2009	
Complejo Logistico San Cayetano T3	Bogotá DC	Core and Shell	v2009	
BRIDGE PORT Bodega Tipo	Cartagena	Core and Shell	v2009	
BRIDGE PORT Urbanizacion	Cartagena	Core and Shell	v2009	
HOTEL BIO 26	Medellín	New Construction	v2009	

Alvaro Beltran Pinzon.	BUCARAMANGA	New Construction	v4	
EDIFICIO RECORD	Medellín	New Construction	v2009	
Viverdi 85	Barranquilla	New Construction	v2009	
Exito Mosquera	Mosquera	Retail - Commercial Interiors	v2009	
Centro Comercial Fontanar	Chía	Core and Shell	v2009	
Restaurante CEMEX Transportes	Ibague	New Construction	v2009	
TELEMEDELLIN	Medellín	New Construction	v2009	
DAVINCI Bosque de Pinos	BOGOTA	Core and Shell	v2009	
Blu Tower	Bogotá	Core and Shell	v2009	
KUBIK VIRREY	Bogotá	New Construction	v2009	
CHSDM Phase3	Cartagena	Healthcare	v2009	
CHSDM Master Site	Cartagena	Healthcare	v2009	
CHSDM Phase2	Cartagena	Healthcare	v2009	
EDIFICIO DE OFICINAS CASS	Chía	New Construction	v2009	
Unilever Andina Colombia - Salsa	Palmira	New Construction	v2009	