

Construcción sostenible: Implementación de la metodología de certificación LEED para la evaluación de la sostenibilidad en proyectos constructivos

Sustainable construction: Implementation of the
LEED certification methodology for the evaluation
of sustainability in construction projects

Construção sustentável: Implementação da
metodologia de certificação LEED para avaliação
de sustentabilidade em projetos de construção

Cristian Camilo Morales Morales

Estudiante. Facultad de Ingeniería Civil.
Universidad Santo Tomás – Seccional Tunja.
Correo electrónico: cristian.morales@usantoto.edu.co. Tunja – Colombia.

Gabriel Alberto Mariño Valcárcel

Estudiante. Facultad de Ingeniería Civil.
Universidad Santo Tomás – Seccional Tunja.
Correo electrónico: gabriel.marino@usantoto.edu.co. Tunja – Colombia.

Resumen

El sector de la construcción es una de las fuentes más críticas de impacto ambiental negativo. Por esta razón, los investigadores en el mundo han asumido el reto de cambiar y redefinir los diferentes procesos de construcción teniendo en cuenta la conservación de los recursos naturales, la reutilización de materiales, el reciclaje de materiales, la protección ambiental, el no uso de materiales tóxicos, los beneficios económicos, y la calidad de los diferentes procesos durante el proyecto de construcción. En Colombia ya existen muchos proyectos constructivos sostenibles, sin embargo, en la ciudad de Tunja, existe un déficit de estos proyectos, especialmente en la construcción de viviendas sostenibles. De esta manera, este proyecto tiene como objetivo la implementación del concepto de construcción sostenible mediante la aplicación de la certificación LEED. Una casa de estrato medio de la ciudad de Tunja fue seleccionada como estudio de caso. Los resultados muestran que el proyecto de construcción en el contexto tradicional obtuvo una calificación LEED de 24 puntos. Sin embargo, mediante la implementación de estrategias sostenibles, se obtuvo un puntaje de 74 puntos o "Certificación Oro". Con los resultados obtenidos se puede concluir que mediante la implementación de estrategias sostenibles, en los diferentes procesos constructivos como la selección del sitio de construcción, el manejo sostenible del agua y de la energía, el uso sostenible de materiales y la implementación de tecnologías sostenibles, el sector de la construcción puede reducir su impacto ambiental negativo.

Palabras clave: Construcción Sostenible, Certificación LEED, Protección ambiental, Impacto Ambiental

Para citar este artículo: Morales-Morales, C.C., Mariño-Valcárcel G.A. (2017). "Construcción sostenible: Implementación de la metodología de certificación LEED para la evaluación de la sostenibilidad en proyectos constructivos". *L'esprit Ingénieux*. Vol. 8, pp. 96 - 111

Summary

The construction sector is one of the most critical sources of negative environmental impact. For this reason, researchers in the world have taken on the challenge of changing and redefining the different construction processes, taking into account the conservation of natural resources, the reuse of materials, recycling of materials, environmental protection, the non-use of toxic materials, economic benefits, and the quality of the various processes during the construction project. In Colombia there are already many sustainable construction projects, however, in the city of Tunja, there is a deficit of these projects, especially in the construction of sustainable housing. Thus, this project aims to implement the concept of sustainable construction through the application of LEED certification. A middle socioeconomic stratum house in the city of Tunja was selected as a case study. The results show that the construction project in the traditional context obtained a LEED rating of 24 points. However, through the implementation of sustainable strategies, a score of 74 points or "Gold Certification" was achieved. With the obtained results, it can be concluded that, through the implementation of sustainable strategies, in the different construction processes such as the selection of the construction site, the sustainable management of water and energy, the sustainable use of materials and the implementation of sustainable technologies, the construction sector can reduce its negative environmental impact.

Key Words— Sustainable Construction, LEED Certification, Environmental Protection, Environmental Impact.

Resumo

O setor da construção é uma das fontes mais críticas de impacto ambiental negativo. Por essa razão, pesquisadores do mundo assumiram o desafio de mudar e redefinir os diferentes processos construtivos levando em consideração a conservação dos recursos naturais, a reutilização de materiais, a reciclagem de materiais, a proteção ambiental, a não utilização de materiais tóxicos, os benefícios econômicos e a qualidade dos diferentes processos durante o projeto de construção. Na Colômbia, já existem muitos projetos de construção sustentável, no entanto, na cidade de Tunja, há um déficit desses projetos, especialmente na construção de moradas sustentáveis. Desta forma, este projeto visa implementar o conceito de construção sustentável através da aplicação da certificação LEED. Uma casa de estrato médio na cidade de Tunja foi selecionada como um estudo de caso. Os resultados mostram que o projeto de construção no contexto tradicional obteve uma classificação LEED de 24 pontos. No entanto, através da realização de estratégias sustentáveis, obteve-se uma pontuação de 74 pontos ou "Certificação Gold". Com os resultados obtidos, pode-se concluir que, através da implementação de estratégias sustentáveis, nos diferentes processos construtivos, como a seleção do canteiro de obras, a gestão sustentável de água e energia, o uso sustentável de materiais e a implementação de tecnologias sustentáveis, o setor de construção pode reduzir seu impacto ambiental negativo.

Palavras-chave: Construção Sustentável, Certificação LEED, Proteção Ambiental, Impacto Ambiental.



INTRODUCCIÓN

El rápido crecimiento y desarrollo de los países industrializados, la conciencia tecnocentrista, la creencia de que los recursos disponibles son ilimitados, el excesivo crecimiento demográfico, unido a que los impactos que producimos sobre el entorno son, generalmente, tan a largo plazo que no se aprecian directamente, hacen que los efectos de nuestro modelo de desarrollo lo sufran las generaciones venideras (Rodríguez & Fernández, 2010). Son aspectos y características intrínsecas de la evolución, la ciencia y el desarrollo que al pasar el tiempo nos ha dejado la industria de la construcción por lo que tiene impactos masivos en la sociedad, en el ambiente y en nuestra economía. Lo que se suma y no es muy tenido en cuenta es básicamente que, para la transformación de materias primas en la construcción y la necesidad de transportar dichas materias, a través de largas distancias, demandan una gran cantidad de recursos adicionales, que provocan importantes impactos ambientales (Patzlaff, Stumpf González, & Parisi Kern, 2014).

Por esta razón surge la necesidad de implementar un modelo económico a partir de la conservación ambiental para no dañar el medio ambiente. El desarrollo sostenible pretende mejorar la calidad de vida de todos los ciudadanos de la tierra, sin aumentar el uso de recursos naturales más allá de la capacidad del ambiente de proporcionarlos indefinidamente (Boscán & Terán, 2017), de ahí que el rendimiento de la sostenibilidad de un proyecto de construcción individual a lo largo de su ciclo de vida es un aspecto indispensable para alcanzar el objetivo del desarrollo sostenible, teniendo en cuenta que las normas se centran en regular el impacto imponiendo restricciones, considerando parámetros ambientales como agua, en-

ergía, materiales, residuos, etc. Las normas son el punto de inicio de la evaluación medio ambiental CITATION Ser \l 9226 (Serrano, Quesada Molina, López Catalán, Guillen Mena, & Orellana Valdez, 2015).

Por otro lado, la apreciación de los impactos significativos de las actividades de construcción en el desarrollo sostenible ha llevado al desarrollo de varios enfoques y métodos de gestión para guiar a los participantes en la construcción a lograr un mejor desempeño de sostenibilidad del proyecto. El estudio de CITATION Kib94 \l 9226 (Kibert, 1994) introdujo 7 principios para implementar la práctica de la construcción sostenible, a saber, (1) la conservación (para minimizar el consumo de recursos); (2) reutilización (para maximizar la reutilización de recursos); (3) renovación / reciclaje (para usar recursos renovables o reciclables); (4) proteger la naturaleza (para proteger el ambiente natural); (5) usar materiales no tóxicos para crear un ambiente saludable y no tóxico; (6) beneficios económicos (para aplicar el análisis del costo del ciclo de vida); y (7) proporcionar productos de calidad.

El objetivo del presente trabajo, corresponde a la evaluación de la sostenibilidad en el proyecto de construcción seleccionado, teniendo en cuenta la problemática y los aspectos necesarios para su ejecución, con el fin de brindar una alternativa sostenible que cumpla con los parámetros establecidos por el sistema de certificación LEED para un proyecto de vivienda.

DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA DE ELABORACIÓN DEL PROYECTO

La metodología utilizada durante el desarrollo del proyecto, inicialmente consiste en realizar un ACV de los diferentes materiales de construcción que se utilizan en una edificación; para esto las etapas según (Gonçalves, 2004) son: adquisición de materia prima, procesamiento de material a granel, producción de materiales técnicos y de espe-

cialidad, fabricación y ensamble, transporte y distribución, uso y servicio, retiro y tratamiento, disposición y destino final. Dentro de su proceso de selección se estiman algunos valores del consumo de agua, combustible, energía y suelo durante el proceso minero y constructivo, lo anterior para establecer los materiales que contribuyen de buena forma con el medio ambiente para ser empleados en nuestro proyecto.

Sumado a esto se cuantifican los parámetros del modelo de metabolismo urbano que se constituye en un concepto útil, flexible, certificado y reconocido por la academia, la industria, la sociedad y el gobierno, que ayuda en el entendimiento de las ciudades y su dinámica, y en la búsqueda de su permanencia en el espacio y el tiempo (Díaz Álvarez, 2014). Para esto se establece un periodo de tiempo de análisis para determinar las cantidades de emisiones, residuos sólidos y consumos energéticos de combustible, energía y gas simulando que el proyecto se ha ejecutado y está en funcionamiento.

El paso a seguir es el diseño de la edificación que se sustenta con los análisis que se realizaron anteriormente, para este caso se trabaja sobre un área de 108 m² tomando un modelo que se adecue a las características de las edificaciones conforme al estrato del barrio.

Posterior a esto se tiene en cuenta los parámetros, para obtener una certificación oro en lo correspondiente a la evaluación LEED, lo que compromete hacer una modificación del diseño para alcanzar este objetivo.

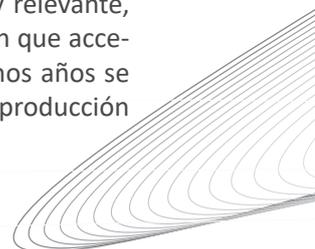
DESCRIPCIÓN DE LA PROBLEMÁTICA DE SOSTENIBILIDAD

Los métodos de construcción han avanzado de forma significativa conforme pasan los años, generando relevancia principalmente en las obras, en donde la mayoría de los materiales utilizados para su edificación son consumidores de gran parte de los recursos no renovables y son causantes del incremento de costos energéticos y ambientales, que por medio de gases y sustancias tóxicas están contaminando el aire, el agua y el suelo a causa de su fabricación, estos materiales son responsables del 40% aproximadamente del consumo energético y el 30% de las emisiones transmitidas a la atmósfera, los principales materiales que podemos resaltar dentro de una obra civil son; ladrillo o bloque, acero, madera, arena, pintura, tuberías, hierro, entre otros.

La fabricación de tuberías y aceros es relevante por su alto consumo de energía, de igual manera la producción de mampostería maneja una gran cantidad de gas natural a causa de las altas temperaturas que deben tener para su adecuada cocción, estos procesos son causantes de la contaminación del aire y la atmósfera a base de las emisiones de gases por parte de las fábricas. Con el fin de reducir el impacto ambiental por parte de la construcción, se debe tener en cuenta el uso de materiales renovables o tratados, de igual manera procesos auto sustentable para la edificación con el fin de generar una relevante disminución en el consumo de recursos no renovables.

Modelo de Evaluación y Problemática Ambiental en la etapa Minero-Constructiva

Hoy en día los recursos naturales están siendo consumidos de una manera muy relevante, esto es causado por la explotación excesiva de los mismos y por la sobrepoblación que acceden a estos formando una inestabilidad en el medio ambiente, durante los últimos años se ha observado un relevante cambio climático ocasionando una disminución en la producción



de los recursos naturales generando que la obtención de los materiales mineros sea un proceso poco compatible con el medio ambiente. Se debe tener en cuenta que para obtener una sostenibilidad con respecto al desarrollo minero debe implicar las dimensiones adecuadas tales como; Ambientales, sociales, económicas y gubernamentales, con el fin de obtener beneficios con respecto a los costos, a los derechos humanos y al

medio ambiente, teniendo un adecuado uso de los principales recursos mineros a favor de su ciclo de vida con el fin de ir generando el bienestar humano. La base de un plan de recuperación se encuentra tanto en el conocimiento que se tenga del medio biofísico, socioeconómico y cultural del área de acción, como en la existencia y seguimiento riguroso de un plan de minería. CITATION Min02 \l 9226 (Energia, 2002) .

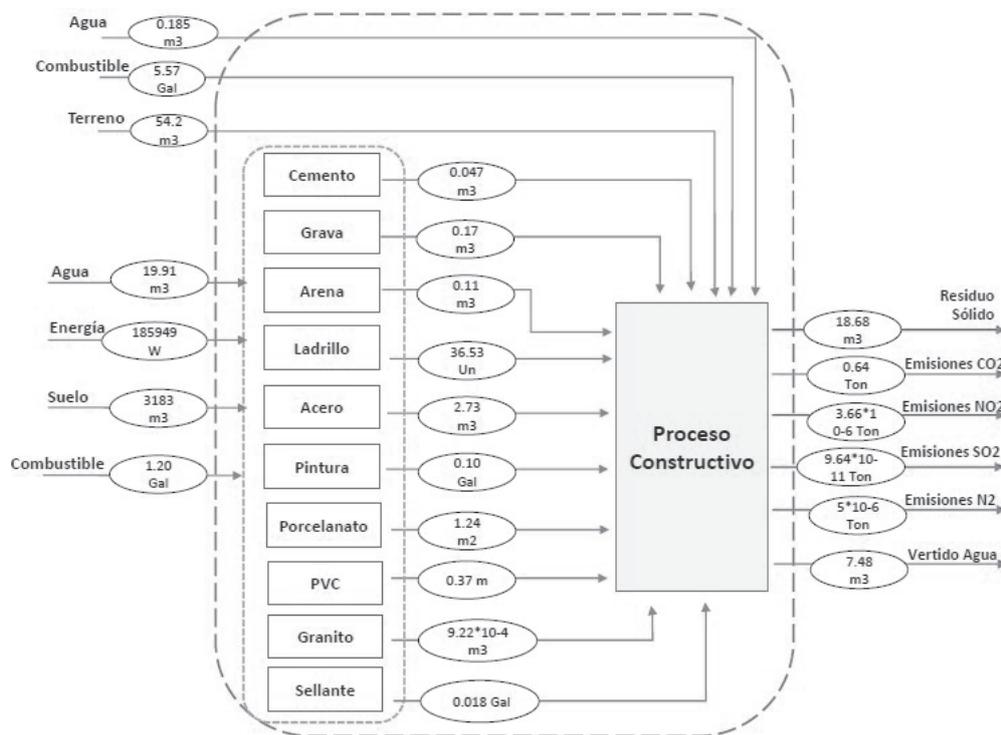


FIGURA 1. ANÁLISIS DEL CICLO DE VIDA DEL PROCESO CONSTRUCTIVO POR M2

TABLA 1. CUANTIFICACIÓN DE FLUJOS PARA LA EVALUACIÓN AMBIENTAL

Unidades / m ²	
Agua / Vertimiento	7,48 m ³
Emisión de CO2	0,64 Ton
Emisión de NO2	3,66*10 ⁻⁶ Ton
Emisión de SO2	9,64*10 ⁻¹¹ Ton
Emisiones N2	5*10 ⁻⁶ Ton
Residuo Sólido	18,68 m ³

Modelo De Metabolismo Urbano

Para llevar a cabo el modelo de metabolismo urbano se realizó una medición de las variables más relevantes, tales como; el consumo de agua, gas, energía, combustibles fósiles y residuos sólidos. Teniendo en cuenta el adecuado manejo del consumo.

- *Consumo de luz:*

Con respecto al consumo de luz dentro del proyecto propuesto se analizó un consumo total de 12 kwh.

- *Consumo de agua:*

Con respecto al consumo de agua dentro del proyecto propuesto se analizó un consumo total de 1.5 m³.

- *Consumo de gas:*

Con respecto al consumo de gas dentro del proyecto propuesto se analizó un consumo total de 2 m³.

- *Consumo de bienes:*

Con respecto al consumo de bienes dentro del proyecto propuesto se analizó un consumo total de 38.57 kg m³.

- *Consumo de combustible:*

Con respecto al consumo de combustibles dentro del proyecto propuesto se analizó un consumo total de 0,01 m³.



FIGURA 2. MODELO DE METABOLISMO URBANO APLICADO AL PROYECTO

TABLA 2. RESIDUOS Y CONSUMOS DEL MODELO DE METABOLISMO URBANO

Residuos/Familia/Día		Consumo/Familia/Día	
Material	Cantidad (kg)	Material	Cantidad (kg)
Materia Orgánica	1,76	Cereales	1
Papel	0,3	Carne	1
Plástico	0,3	Legumbres	0,5
Cartón	0,1	Frutas y Verduras	1
Latas	0,1	Otros	2
Vidrio	0,046	Equipos electronicos	0,0087
Textil	0,014	Medicinas	0,001
Otros	0,1		

PARA LA EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD

Para implementar este sistema de indicadores LEED fue necesario llevar a cabo una interpretación de cada uno de los parámetros establecidos en este documento, los cuales son tabulados y permiten determinar el grado de aceptación que tiene nuestro proyecto con el medio ambiente.

Indicadores de sostenibilidad antes

A partir de estos indicadores, se establece el compromiso que tienen ingenieros y arquitectos con la conservación medio ambiental, por lo que el total de puntos obtenidos nos presenta un balance de sostenibilidad, que resulta de evaluar cada ítem en relación a la edificación.

TABLA 3. INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD ANTES

TIPO	CREDITOS	PUNTOS POSIBLES	CALIFICADOS/ ANTES
LOCALIZACIÓN Y TRANSPORTE(LT)	LEED PARA LOCALIZACIÓN EN DESARROLLO URBANO	8 A 16	0
	PROTECCIÓN DE SUELOS SENSIBLES	1	1
	PARCELA DE ALTA PRIORIDAD	1 A 2	1
	DENSIDAD DEL ENTORNO Y USOS DIVERSOS	1 A 5	0
	ACCESO A TRANSPORTE PÚBLICO DE CALIDAD	1 A 5	5
	INSTALACIONES PARA BICICLETAS	1	0
	HUELLA DE APARCAMIENTO REDUCIDA	1	1
	VEHÍCULOS SOSTENIBLES	1	0

PARCELAS SOSTENIBLES (PS)	EVALUACIÓN DE LA PARCELA		0
	DESARROLLO DE LA PARCELA - PROTEGER O RESTAURAR EL HÁBITAT	1 A 2	0
	ESPACIO ABIERTO	1	0
	GESTIÓN DEL AGUA DE LLUVIA	2 A 3	0
	REDUCCIÓN DE LAS ISLAS DE CALOR	2	0
	REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA	1	0
	PLAN GENERAL DE LA PARCELA	1	No aplica
	DIRECTRICES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PARA EL INQUILINO	1	No aplica
	LUGARES DE DESCANSO	1	No aplica
	ACCESO DIRECTO AL EXTERIOR	1	No aplica
USO CONJUNTO DE INSTALACIONES	1	No aplica	
EFICIENCIA EN AGUA (EA)	REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN EL EXTERIOR	1 A 2	0
	REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN EL INTERIOR	1 A 6	0
	CONSUMO DE AGUA DE LAS TORRES DE REFRIGERACIÓN	1 A 2	2
	MEDICIÓN DEL AGUA	1	1
ENERGÍA Y ATMÓSFERA (EYA)	RECEPCIÓN MEJORADA	2 A 6	0
	OPTIMIZACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA	1 A 18	0
	MEDICIÓN AVANZADA DE ENERGÍA	1	1
	RESPUESTA A LA DEMANDA	1 A 2	2
	PRODUCCIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE	1 A 3	0
	GESTIÓN MEJORADA DE REFRIGERANTES	1	1
	ENERGÍA VERDE Y COMPENSACIONES DE CARBONO	1 A 2	0
MATERIALES Y RECURSOS (MR)	REDUCCION DE L IMPACTO DEL CICLO DE VIDA DEL EDIFICIO	2 A 5	5
	REVELACION Y OPTIMIZCION DE LOS PRODUCTOS DEL EDIFICIO - DECLARACIONES AMBIENTALES DE PRODUCTOS	1 A 2	0
	REVELACION Y OPTIMIZCION DE LOS PRODUCTOS DEL EDIFICIO - FUENTES DE MATERIAS PRIMAS	1 A 2	0
	REVELACION Y OPTIMIZACION DE LOS PRODUCTOS DEL EDIFICIO - COMPONENTES DE LOS MATERIALES	1 A 2	0
	REDUCCION DE FUENTES DE PBT - MERCURIO	1	No aplica
	REDUCCION DE FUENTES DE PBT - PLOMO, CADMIO Y COBRE	1	No aplica
	MUEBLES Y ACCESORIOS MEDICOS	1	No aplica
	DISEÑO PARA FLEXIBILIDAD	1	No aplica
	GESTION DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION	1 A 2	0

CALIDAD AMBIENTAL INTERIOR (CAI)	ESTRATEGIAS MEJORADAS DE CALIDAD DEL AIRE INTERIOR	1 A 2	2
	MATERIALES DE BAJA EMISIÓN:	1 A 3	3
	PLAN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE INTERIOR DURANTE LA CONSTRUCCIÓN	1	1
	EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE INTERIOR	1 A 2	0
	CONFORT TÉRMICO	1	0
	ILUMINACIÓN INTERIOR	1 A 2	2
	LUZ NATURAL		0
	VISTAS DE CALIDAD	1	0
	EFICIENCIA ACÚSTICA	1	0
	INNOVACIÓN (IN)	INNOVACIÓN	1 A 5
PROFESIONAL ACREDITADO LEED		1	0
PRIORIEDAD REGIONAL (PR)	PRIORIEDAD REGIONAL	1 A 4	0
TOTAL DE PUNTOS EN LA CALIFICACION LEED			28
TIPO DE CERTIFICACION OBTENIDA			NO CERTIFICA

La asignación del puntaje se hizo con base en los posibles puntos para una nueva construcción, en donde la mayoría de los criterios que se calificaron tienen un intervalo o un rango de aceptación de acuerdo a las características que cumple para cada caso.

En este proceso de calificación se trabajó con un criterio más estricto en el que únicamente suma la mayoría de puntos posibles, los criterios que efectúen con los requisitos establecidos en el documento.

5. PROPUESTA DE SOSTENIBILIDAD

El medio ambiente y el desarrollo son importantes para el crecimiento económico. Debido a los problemas existentes por la preservación de los recursos naturales ya que directamente pone en juego la economía del mismo. Es así como Colombia se caracteriza por presentar un patrimonio natural envidiable en comparación con los diferentes países, sin embargo su aprovechamiento no ha sido el más adecuado; de esta manera nos encontramos a puertas de una crisis de disponibilidad de recursos naturales renovables como no renovables, por lo cual es importante tener en cuenta que ante el deterioro de los mismos es necesario concientizarnos y preservarlos a través de estrategias de desarrollo al ser una política proteccionista para favorecer el desarrollo industrial nacional, el mismo proteccionismo generó crecimiento basado en el abastecimiento del mercado interno con una estructura de oligopolios y monopolios, el proteccionismo incentivó la implementación de tecnologías absolutas altamente

contaminantes es decir el uso ineficiente de los contaminantes,

Es evidente la relación entre los recursos naturales y la economía, Colombia posee el 10% de la flora y fauna mundiales, son diversos los factores que causan el deterioro ambiental entre los que se destacan: el libre acceso a los recursos naturales, falta de mecanismo que permiten cobrar el daño que causan muchas actividades productivas, el sector productivo actúan sin control y con tecnologías poco eficientes, etc. CITATION GER021 \l 9226 (Pérez, 2002)

Las ciudades verdes priorizan la integración del uso del territorio y la planificación del transporte colectivo con opciones de movilidad no motorizada para dar paso a ciudades peatonales. La expansión urbana ha transformado la estructura ecológica a tal punto que ésta ha perdido parte de su capacidad de autorregulación, lo que plantea una disyuntiva entre preservar los recursos naturales y limitar la expansión del espacio urbano.

En concreto, las ciudades tienen tres retos fundamentales para garantizar ciudades amables y sostenibles: encontrar el diseño adecuado de ciudad asumiéndola como un espacio finito caracterizado por un clima y una cultura específicos; tejer una movilidad sostenible garantizando la corresponsabilidad entre los individuos, la sociedad y los negocios, y diseñar la planeación urbana a partir de una visión generosa de ciudad y, por ende, del trato entre la gente. Si bien la ciudad es un espacio para el crecimiento de la productividad, también debe ser diseñada para las personas y su desenvolvimiento social y cultural.

Los impactos negativos que el accionar de las ciudades causa no tiene por qué ser un destino fatal e ineludible, tampoco una restricción a las oportunidades del crecimiento económico CITATION Jul17 \l 9226 (Yepes, 2017)

La propuesta de vivienda sostenible que se ejecutara en el Barrio Santa Rita en la ciudad de Tunja, plantea el aprovechamiento de un terreno de 108 m² para ejecutar la construcción de una casa que requiere de una primera fase en donde se realiza un diseño sustentado con un análisis del proceso minero, constructivo y de metabolismo urbano, los cuales se ven involucrados en el proyecto y son determinantes para continuar con la propuesta que busca cumplir con el objetivo de sostenibilidad, por lo que fue necesario reestructurar la edificación teniendo en cuenta algunos parámetros que son factibles de implementar, entre estos propone adecuar un espacio propicio para el uso de bicicletas lo cual contribuye a la actividad física y reducción de dióxido de carbono en la zona. Además de esto se implementó el uso de aparcamientos lo que genera una movilidad sostenible, seguridad y protección de los mismos vehículos en el conjunto.

En la evaluación de la parcela previamente se realizó un estudio topográfico el cual permitió conocer las fallas geológicas, las curvas de nivel, igualmente se evidencio las corrientes de agua que circulan a través del suelo y verificar si el mismo era apto para construcción de la vivienda. Como es primordial la protección de la flora se decidió no remover ningún árbol que se encontraba allí antes de la obra, de tal manera que hiciera parte del proyecto presente con el fin de proteger los recursos naturales encontrados allí, así como la restauración de los mismos recursos incluyendo la huella de la vivienda, proporcionando espacios de zonas verdes que incentiven el cuidado y el buen uso.

Los mismos materiales empleados en la obra permiten la reducción de islas de calor, de igual manera la implementación de paneles de sombra abatibles de madera que permitan la integración de los espacios interiores con los exteriores, además de esto la implantación de paneles solares que proporcionen la reducción de energía dentro de la edificación, también cuenta con iluminación amplia ya que se diseñan ventanas grandes que



permiten la utilización de los rayos solares sin la necesidad de hacer uso de la energía eléctrica.

La captación de aguas lluvias, las cuales tienen como objetivo evitar el desperdicio de los recursos hídricos, las aguas lluvias son utilizadas para la descarga de los sanitarios, mantenimiento del jardín y aseo, por lo que esta medida puede llegar a reducir un porcentaje significativo con la captación de aguas lluvias en el exterior. Por otro lado, para la reducción del agua en el interior se implementaron nuevas tecnologías como la red interior de suministros, filtros reductores de caudales, y griferías termostáticas que contribuyen en gran porcentaje a la disminución de este.

En cuanto a la energía y la atmósfera se empleó una recepción mejorada que permitió la reducción del consumo del mismo ya que se crearon estrategias como paneles solares y el mismo diseño proporcionó que este cumpliera con los créditos estimados, ya que se basó en el aprovechamiento de los rayos solares tanto para iluminación como para la implementación de técnicas que ayuden con el medio ambiente siendo estrategias sostenibles para la misma.

Para emplear materiales como los mismos recursos, se considera necesario realizar un uso eficiente de estos, a través de su reutilización en el proceso de construcción, de igual manera se evitó el desperdicio y se puso a prueba el mismo ciclo de vida de los materiales; así se evitó gastos innecesarios, como una contribución amigable con el medio ambiente.

Se reutilizará las aguas grises por medio de sistemas eficaces, a través de una instalación combinada a unos depósitos en los que se realiza la recogida en dos fases junto a un sistema de bombeo.

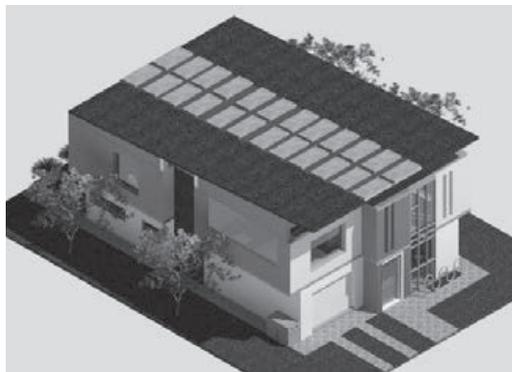
Cuenta con una implementación para la reducción de la contaminación lumínica la cual consta de bombillas monocromáticas y

paneles asimétricos, en donde el límite del alumbrado de las bombillas es controlado.

En cuanto a su innovación presenta bombillos con sistema LEED en cada espacio, permitiendo la reducción de la energía como un ahorro en el consumo eléctrico y económico para el hogar.

Es importante el impacto que genera esta vivienda, ya que sería la primera en el departamento, en tener un proceso constructivo sostenible a través de políticas de gestión ambiental, generando en esta región la importancia de tener estos procesos que no solo son amigables con el medio ambiente, sino que también presenta un ahorro económico tanto para el constructor como para el mismo residente.

De esta forma se cumplieron las estrategias propuestas y la casa logró una sostenibilidad de 74 puntos en el sistema de calificación LEED.



FIGURAS 3. PROPUESTA DE SOSTENIBILIDAD
– BARRIO SANTA RITA
Fuente:

Propuesta de mejoramiento de sistema minero constructivo

La construcción es indispensable para el desarrollo de la sociedad pero es uno de los que produce más contaminación, el uso inadecuado de recursos naturales y residuos etc., la gran parte de las edificaciones consumen una gran cantidad de recursos además de que producen contaminantes el cual afecta a las personas y al planeta. .

La construcción sostenible busca la manera de suplir las necesidades de infraestructura sin que afecte la capacidad de generaciones futuras para satisfacer las necesidades propias, teniendo en cuenta aspectos medio ambientales, socioeconómicos y culturales. Y de esta manera cambiar cuestiones como el diseño, recursos, rendimientos de los materiales y administración de construcción. CITATION hol \l 9226 (Holcim, 2018)

En el proceso minero, los métodos para reducir los impactos de esta práctica, luego de un análisis detallado de los requerimientos para la producción de los diferentes materiales de construcción, se justifica mediante la implementación de aquellos que no soliciten la demanda de recursos que son propios de la naturaleza, como también aquellos que causan un gran impacto negativo con el medio ambiente. Lo que se suma y no es muy tenido en cuenta es que podemos emplear materiales que resulten de la reutilización de desechos, como es el caso de los ladrillos hechos con plástico reciclado, por lo que no se extrae la arcilla; proceso que causa desertificación del terreno y material no es sometido a la cocción, como ocurre con la mampostería tradicional en donde se emiten grandes cantidades de contaminantes a la atmosfera. Lo anterior son posibles soluciones para el mejoramiento de las actividades y materiales en la etapa minero constructiva.

Propuesta de mejoramiento de sistema metabolismo urbano

Para llevar a cabo la propuesta de mejoramiento a base del metabolismo urbano para el proyecto “Propuesta de vivienda sostenible Barrio Santa Rita” se pretende reducir significativamente el consumo de combustibles fósiles teniendo como alternativa el transporte por medio de bicicletas, de igual manera generar un ahorro de energía significativo por medio de paneles solares ubicados en la parte superior de la vivienda, el diseño es acompañado por fachadas verdes con el fin de mantener una temperatura estándar y diseño ambientalista para la edificación, una propuesta de reciclaje con el fin de reducir los residuos sólidos y recolección de agua lluvia para el uso de riego de plantas o lavado de autos.

Indicadores de sostenibilidad después

Teniendo en cuenta los parámetros y reglamentos relacionados a la calificación LEED se pretende por medio de la tecnología llevar a cabo proyectos de construcción que generen una gran relevancia de auto sustentabilidad para la vivienda, cumpliendo con algunos parámetros generales encontrados en el proceso evaluativo con el fin de alcanzar una certificación adecuada.

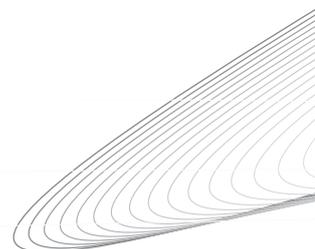


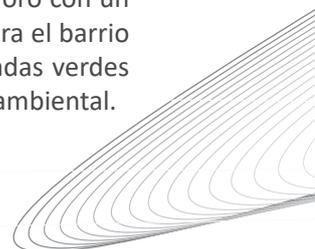
TABLA 4. INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD DESPUÉS

TIPO	CREDITOS	PUNTOS POSIBLES	CALIFICACION/ DESPUES
LOCALIZACIÓN Y TRANSPORTE (LT)	LEED PARA LOCALIZACIÓN EN DESARROLLO URBANO	8 A 16	
	PROTECCIÓN DE SUELOS SENSIBLES	1	1
	PARCELA DE ALTA PRIORIDAD	1 A 2	1
	DENSIDAD DEL ENTORNO Y USOS DIVERSOS	1 A 5	0
	ACCESO A TRANSPORTE PÚBLICO DE CALIDAD	1 A 5	5
	INSTALACIONES PARA BICICLETAS	1	1
	HUELLA DE APARCAMIENTO REDUCIDA	1	1
	VEHÍCULOS SOSTENIBLES	1	0
PARCELAS SOSTENIBLES (PS)	EVALUACIÓN DE LA PARCELA	1	1
	DESARROLLO DE LA PARCELA - PROTEGER O RESTAURAR EL HÁBITAT	1 A 2	2
	ESPACIO ABIERTO	1	1
	GESTIÓN DEL AGUA DE LLUVIA	2 A 3	3
	REDUCCIÓN DE LAS ISLAS DE CALOR	2	2
	REDUCCIÓN DE LA CONTAMINACIÓN LUMÍNICA	1	1
	PLAN GENERAL DE LA PARCELA	1	No aplica
	DIRECTRICES DE DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN PARA EL INQUILINO	1	No aplica
	LUGARES DE DESCANSO	1	No aplica
	ACCESO DIRECTO AL EXTERIOR	1	No aplica
	USO CONJUNTO DE INSTALACIONES	1	No aplica
EFICIENCIA EN AGUA (EA)	REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN EL EXTERIOR	1 A 2	2
	REDUCCIÓN DEL CONSUMO DE AGUA EN EL INTERIOR	1 A 6	6
	CONSUMO DE AGUA DE LAS TORRES DE REFRIGERACIÓN	1 A 2	2
	MEDICIÓN DEL AGUA	1	1
ENERGÍA Y ATMÓSFERA (EYA)	RECEPCIÓN MEJORADA	2 A 6	0
	OPTIMIZACIÓN DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA	1 A 18	18
	MEDICIÓN AVANZADA DE ENERGÍA	1	1
	RESPUESTA A LA DEMANDA	1 A 2	2
	PRODUCCIÓN DE ENERGÍA RENOVABLE	1 A 3	3
	GESTIÓN MEJORADA DE REFRIGERANTES	1	1
	ENERGÍA VERDE Y COMPENSACIONES DE CARBONO	1 A 2	2

MATERIALES Y RECURSOS (MR)	REDUCCION DE L IMPACTO DEL CICLO DE VIDA DEL EDIFICIO	2 A 5	5
	REVELACION Y OPTIMIZCION DE LOS PRODUCTOS DEL EDIFICIO - DECLARACIONES AMBIENTALES DE PRODUCTOS	1 A 2	0
	REVELACION Y OPTIMIZCION DE LOS PRODUCTOS DEL EDIFICIO - FUENTES DE MATERIAS PRIMAS	1 A 2	0
	REVELACION Y OPTIMIZACION DE LOS PRODUCTOS DEL EDIFICIO - COMPONENTES DE LOS MATERIALES	1 A 2	0
	REDUCCION DE FUENTES DE PBT - MERCURIO	1	No aplica
	REDUCCION DE FUENTES DE PBT - PLOMO, CADMIO Y COBRE	1	No aplica
	MUEBLES Y ACCESORIOS MEDICOS	1	No aplica
	DISEÑO PARA FLEXIBILIDAD	1	No aplica
	GESTION DE RESIDUOS DE CONSTRUCCION Y DEMOLICION	1 A 2	0
	CALIDAD AMBIENTAL INTERIOR (CAI)	ESTRATEGIAS MEJORADAS DE CALIDAD DEL AIRE INTERIOR	1 A 2
MATERIALES DE BAJA EMISIÓN:		1 A 3	3
PLAN DE GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE INTERIOR DURANTE LA CONSTRUCCIÓN		1	1
EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DEL AIRE INTERIOR		1 A 2	0
CONFORT TÉRMICO		1	1
ILUMINACIÓN INTERIOR		1 A 2	2
LUZ NATURAL		1 A 3	3
VISTAS DE CALIDAD		1	1
EFICIENCIA ACÚSTICA		1	0
INNOVACIÓN (IN)	INNOVACIÓN	1 A 5	0
	PROFESIONAL ACREDITADO LEED	1	0
PRIORIEDAD REGIONAL (PR)	PRIORIEDAD REGIONAL	1 A 4	0
TOTAL DE PUNTOS EN LA CALIFICACION LEED			74
TIPO DE CERTIFICACION OBTENIDA			ORO

Fuente:

El tipo de certificación que se logró obtener por medio de la calificación LEED es oro con un puntaje total de 74 puntos, generando un diseño de vivienda auto sustentable para el barrio Santa Rita ubicado en la ciudad de Tunja, cumpliendo con paneles solares, fachadas verdes y almacenamiento de agua lluvia con el fin de disminuir el consumo energético y ambiental.



CONCLUSIONES

Teniendo en cuenta el análisis respectivo al bienestar auto sustentable de las edificaciones, la actividad relacionada con la minería del planeta es uno de los principales contaminantes atmosféricos productores de CO₂ y relacionado con el consumo excesivo de residuos sólidos, de igual manera el consumo elevado y mal manejo de los recursos hídricos genera una problemática ambiental relevante. Los procesos constructivos a base de proyectos sustentables y verificados por parte de la calificación LEED generan un avance prestigioso para los ingenieros civiles convirtiendo la construcción sostenible en una ventaja relevante para el medio ambiente. El llevar a cabo el proyecto “Propuesta de vivienda sostenible Barrio Santa Rita” dio a conocer las ventajas de realizar un diseño adecuado con el fin de generar propuestas en pro del bienestar humano y ambiental, lo que queremos es presentar un modelo, un prototipo de vivienda sostenible para aquellas personas que quieren invertir en el sector de la construcción y lo puedan hacer de una buena forma contribuyendo con la preservación del medio ambiente sin dejar a un lado la calidad del inmueble que satisfaga las necesidades del cliente

Por medio de la determinación de los procesos de consumo y los modelos de metabolismo urbano que se desarrollaron en el barrio Santa Rita se logró determinar los consumos totales de luz, agua, gas, bienes y combustibles, que se analizaron por medio de visita al barrio los cuales nos ayudaran a generar propuestas para un adecuado diseño de sostenibilidad.

REFERENCIAS

BIBLIOGRAPHY \I 9226 Boscán, M., & Terán, A. (Agosto de 2017). MEDIO AMBIENTE, DESARROLLO ECONÓMICO Y ÉTICA. ANALISIS. *Centro de Investigación de Ciencias Administrativas y Gerenciales*, 14(2), 359-

369. Recuperado el 19 de Junio de 2018, de <file:///D:/Downloads/138-37-320-1-10-20170801.pdf>

Díaz Álvarez, C. (Enero-Abril de 2014). Metabolismo urbano: herramienta para la sustentabilidad de las ciudades. *UNAM*, 2(2), 51-70. Recuperado el 19 de Junio de 2018, de <file:///D:/Downloads/46524-123727-1-PB.pdf>

Energía, M. d. (16 de 10 de 2002). *Manejo de Impactos Ambientales*. Recuperado el 19 de Junio de 2018, de <https://www.minminas.gov.co/documents/10180/416798/explotacion+3.pdf>

Gonçalves, A. J. (2004). El análisis de ciclo de vida y su aplicación a la arquitectura y al urbanismo. *ETSAM*. Recuperado el 19 de Junio de 2018, de <http://habitat.aq.upm.es/temas/a-analisis-ciclo-vida.html#18>

Holcim. (2018). *Que Es La Construccion Sostenible*. Recuperado el 19 de Junio de 2018, de <http://www.holcim.com.ec/desarrollo-sostenible/holcim-foundation-for-sustainable-construction/que-es-la-construccion-sostenible.html>

Investigación y Educación en Enfermería. (2007). El resumen de un artículo científico: Qué es y qué no es. 25 (1), 14-17. Recuperado el 22 de Noviembre de 2017, de http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-53072007000100001&lng=en&tlng=es .

Kibert, C. (1994). First International Conference on Sustainable Construction. Recuperado el 19 de Junio de 2018

Patzlaff, J., Stumpf González, M. A., & Parisi Kern, A. (2014). Evaluación de la sustentabilidad de la construcción en micro empresas o empresas pequeñas de la construcción. *Ingeniería de Construcción*, 29(2). Recuperado el 19 de Junio de 2018, de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732014000200002

Pérez, G. S. (03 de 2002). *Desarrollo y medio ambiente: una mirada a Colombia*. Recuperado el 19 de Junio de 2018, de <http://www.fuac.edu.co/revista/M/seis.pdf>

Rodríguez, F., & Fernández, G. (Agosto de 2010). Ingeniería sostenible: nuevos objetivos en los proyectos de construcción. *Ingeniería de Construcción*, 25(2), 147- 160. Recuperado el 22 de Noviembre de 2017, de http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732010000200001#back

Serrano, A., Quesada Molina, F., López Catalán, M., Guillen Mena, V., & Orellana Valdez, D. (2015). SOBRE LA EVALUACIÓN DE LA SOSTENIBILIDAD DE MATERIALES DE

CONSTRUCCIÓN. *asri*(9). Recuperado el 19 de Junio de 2018, de <http://asri.eumed.net/9/eco-etiquetas.html>

U Rosario. (10 de MARZO de 2016). *Ciencias humanas - guías de calidad académica*. Obtenido de <http://www.urosario.edu.co/cienciashumanas/GuiasdeCalidadAcademica/49c/>

Yepes, J. A. (20 de 05 de 2017). *Sostenibilidad ambiental*. Recuperado el 23 de Noviembre de 2017, de <http://urbano.fedesarrollo.org.co/lineas-de-investigacion/sostenibilidad-ambiental/>

