

**ALTERNATIVA DE CONSTRUCCIÓN ENFOCADA AL DISEÑO DE EDIFICIOS
SUSTENTABLES.**



**Monografía del diplomado en ingeniería ambiental y herramientas
aplicadas en recursos hídricos**

López Cervantes Angie Andrea

Villamizar González María Isabel

Director y/o Tutor: Jorge Luis Ortiz Carrillo CC: 1.123.997.686

FACULTAD DE INGENIERIAS Y ARQUITECTURA

UNIVERSIDAD DE PAMPLONA.

Pamplona-Norte de Santander.

2021.



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



AGRADECIMIENTOS EN LA MONOGRAFÍA DEL DIPLOMADO EN INGENIERÍA AMBIENTAL Y HERRAMIENTAS APLICADAS EN RECURSOS HÍDRICOS

Primero que todo agradecer a Dios por permitirnos llegar a cumplir una meta más en nuestra vida, la cual no ha sido fácil, ya que nuestro proceso de formación ha estado lleno de dificultades. Sin embargo, cumplir el sueño de ser profesionales de ingeniería civil, ha requerido de virtudes, destrezas, esfuerzo y perseverancia. Así mismo, agradecer a nuestros padres y demás familiares, por su trabajo, dedicación, y apoyo emocional, fueron ese motor que nos impulsaron a la culminación de todo este trabajo, a cada uno de nuestros amigos y compañeros de la universidad que siempre tienen una palabra alentadora para no desfallecer. Finalmente, resaltar el gran trabajo que realiza la Universidad de Pamplona, por brindar la oportunidad a que jóvenes como nosotros ingresemos a esta prestigiosa institución y formar parte de este grandioso claustro. Resaltando siempre su equipo de trabajo docentes, y asesores del trabajo de grado, que se esmeran por brindar acompañamiento y asesorías, impartiendo conocimientos, y paciencia para poder formar líderes comprometidos con el desarrollo personal y profesional.

López Cervantes Angie Andrea.

Villamizar González María Isabel.



CONTENIDO

1	INTRODUCCIÓN.....	11
2	EVOLUCIÓN A TRAVÉS DEL TIEMPO EN EL SECTOR CONSTRUCCIÓN ...	12
2.1	Historia de la construcción.....	12
2.2	Evolución de la construcción	13
3	IMPORTANCIA DE LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE EN COLOMBIA ..	18
3.1	MARCO NORMATIVO PARA EDIFICACIONES SUSTENTABLES.....	18
3.2	PROBLEMÁTICAS DE LAS CONSTRUCCIONES EN COLOMBIA	23
4	¿QUÉ ES UN DISEÑO DE EDIFICIOS SUSTENTABLES Y PARA QUE SIRVE?	25
5	TIPOS DE ARQUITECTURA O DISEÑOS SUSTENTABLES.....	26
5.1	Arquitectura de tipo biomimética.....	27
5.2	Arquitectura de tipo bioclimática.....	29
5.3	Arquitectura de tipo Bioconstrucción	29
6	PRINCIPIOS QUE SE NECESITAN PARA HACER UN DISEÑO DE EDIFICIOS SUSTENTABLE.....	32
6.1	Principio de diseño	32
6.2	Principio de durabilidad	32
6.3	Principio de reducción de los desechos.....	32
6.4	Principio de calidad del aire	32



6.5	Principio de conservación del agua.....	33
7	CARACTERISTICAS DEL DISEÑO DE UN EDIFICIO SUSTENTABLE	33
7.1	Ecosistemas y medio ambiente.	33
7.2	Recursos naturales.....	33
7.3	Confort humano.....	34
7.4	Estética	34
7.5	Materiales	35
7.6	Impacto ambiental.....	35
8	MATERIALES USADOS EN LAS CONSTRUCCIONES SOSTENIBLES	36
8.1	¿QUÉ MATERIALES SE DEBEN UTILIZAR EN LA ARQUITECTURA SUSTENTABLE?.....	36
8.1.1	Materiales de tipo metálico.	38
8.1.2	Materiales de tipo cerámico.	38
8.1.3	Materiales de tipo polimérico.....	38
8.2	MATERIALES DE CONSTRUCCION QUE SERAN APLICADAS EN UN FUTURO	39
9	BENEFICIOS O VENTAJAS DE CONSTRUIR EDIFICIOS SUSTENTABLES. .	41
10	DESVENTAJAS DE CONSTRUIR EDIFICIOS SUSTENTABLES	43
11	DISEÑO DE EDIFICIOS DE ACUERDO AL CLIMA (CALIDO / FRIO) DE LA ZONA DE TRABAJO CON ENFASIS A LOS TIPOS, USOS DE LA ENERGIA Y ASPECTOS AMBIENTALMENTE NEGATIVOS.....	44



11.1	Aislantes térmicos en construcciones sustentables.....	46
11.2	¿Qué es energía renovable?	46
11.3	Tipos de energía renovables	46
11.3.1	Tipo de energía eólica.	47
11.3.2	Energía solar.....	47
11.4	BENEFICIOS DE LA ENERGÍA SOLAR APLICADO AL DISEÑO DE EDIFICIOS SUSTENTABLES.	48
12	RELACIÓN DEL GAS METANO CON EL DISEÑO DE CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE.....	49
12.1	Beneficios de usar gas metano en las construcciones sustentables	50
13	VENTAJAS DE LA IMPLEMENTACION SISTEMA BIOCLIMATICO EN EDIFICIOS SUSTENTABLES	50
14	ALTERNATIVAS PARA REDUCIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES	51
14.1	Alternativa de reciclamiento.....	52
14.2	Alternativa de Refabricación	53
15	certificaciones de sello ambiental en el mundo	55
15.1	Normativas utilizadas en el diseño de construcciones sustentables.	55
15.2	BREEM	56
15.3	GREEN STAR.....	56
15.4	LEED	56



15.5	¿Qué es una certificación LEED?.....	57
15.6	Beneficios de la Certificación LEED	57
15.7	Garantías de una certificación LEED	57
15.8	Actividades en las que se puede utilizar este sistema normativo	58
15.6	¿Qué mide la certificación LEED?	58
15.9	Rangos de certificación LEED	59
16	APLICACIÓN O INTEGRACION DE MÉTODOS DE SIMULACION BASADOS INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LOS DISEÑO DE EDIFICIOS SOSTENIBLES	59
17	ETAPAS EN LA QUE SE APLICA LOS MÉTODOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA IMPLEMENTACIÓN DE EDIFICIOS SUSTENTABLES.....	61
18	¿CÓMO SE DEFINE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) EN EL SECTOR CONSTRUCCIÓN?.....	61
18.1	REALIDAD VIRTUAL Y AUMENTADA.....	62
18.2	DESARROLLO DE LA DOMOTICA.....	62
18.3	EDIFICIO INTELIGENTE O SMARTHOME.....	63
19	EDIFICIOS SUSTENTABLES en el MUNDO	64
19.1	El edificio de Edge de Deloitte.....	65
19.2	El edificio de Shangai Tower	65
19.3	El edificio de Bullitt Center en Seattle-Washington	66
19.4	Edificio Norvatis Colombia.....	67



19.5	Edificio Bancolombia	68
20	MATRIZ AMBIENTAL.....	69
20.1	ANALISIS MATRIZ AMBIENTAL	74
21	CONCLUSIONESu	77
	Bibliografía	79
22	ANEXO.....	86



INDICE DE IMÁGENES

Ilustración 1 <i>Evolución Constructiva a través del Tiempo</i>	14
Ilustración 2 <i>Implosión Edificio Altos del Lago</i>	24
Ilustración 3 <i>Estadio Nacional de Pequín</i>	27
Ilustración 4 <i>Ejemplo de bioconstrucción moderna</i>	30
Ilustración 5 <i>Ejemplo de Bioconstrucción Moderna</i>	31
Ilustración 6 <i>Pintura Mineral</i>	39
Ilustración 7 <i>Muros de Paneles de Paja</i>	40
Ilustración 8 <i>Paneles de lana de madera</i>	41
Ilustración 9 <i>Beneficios de construir Edificios Sustentables</i>	43
Ilustración 10 <i>Representación de la Energía, Eólica y Solar</i>	49
Ilustración 11 <i>Ejemplo de Reciclaje para Construcción Sustentable</i>	53
Ilustración 12 <i>Construcción con materia Refabricado (techo verde y revestimiento)</i>	54
Ilustración 13 <i>Insignia para rangos LEED</i>	59
Ilustración 14 <i>The Edge de Deloitte</i>	65
Ilustración 15 <i>Torre de Shanghai</i>	66
Ilustración 16 <i>The Bullitt Center</i>	67
Ilustración 17 <i>Edificio Novartis en Bogotá</i>	68
Ilustración 18 <i>Edificio de Bancolombia-Medellín</i>	69



INDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Normativa Colombiana en Ejes Temáticos</i>	21
Tabla 2 <i>Rango significancia</i>	73
Tabla 3 <i>medidas a implementar</i>	75
Tabla 3 <i>Matriz Ambiental en la etapa de Planeación</i>	86
Tabla 4 <i>Matriz Ambiental en la etapa de Preliminares</i>	87
Tabla 5 <i>Matriz Ambiental en la etapa de Construcción</i>	88
Tabla 5 <i>Matriz Ambiental en la etapa de Cierre</i>	89



PROLOGO

El desarrollo de esta monografía como trabajo investigativo se ha enfocado en la importancia que ha tenido las edificaciones sustentables o anteriormente conocido como ecodiseño, se involucra su historia, su evolución, beneficios; y así poder dar un enfoque a los objetivos, los cuales permiten diferenciar el sistema de construcción tradicional del sostenible en esta época del siglo XXI, además de ello dar a conocer diferentes conceptos acerca de la temática de las construcciones sustentables como, por ejemplo, de que se trata, cuáles son sus ventajas y desventajas, en que países ya se trabaja con este modelo de construcción, qué relación tiene con el medio ambiente entre otros aspectos importantes.

Así mismo los problemas ambientales como, las afectaciones en el cambio climático, el efecto de invernadero, el agotamiento de recursos naturales; han llevado a que el ser humano se interese por mejorar sus procesos, contribuyendo desde las diferentes actividades que se realizan poder disminuir los impactos ambientales que estas generan. Para lograrlo es indispensable generar un equilibrio. Es decir, que exista una interrelación entre el área ambiental, social y económica, obteniendo bajos impactos ambientales y poder contribuir a un ahorro en sus ingresos, en otras palabras, ser un pilar fundamental en el desarrollo sostenible de las regiones.

Finalmente, en los países existen normas, leyes y certificaciones que permiten que las edificaciones sostenibles se hagan de manera responsable, segura y sobre todo motivando a que se sigan implementando nuevas formas de construir y aprovechar lo que se encuentra en el entorno.

Palabras claves: sustentable, diseño, medio ambiente, economía, ventajas, construcción, vida útil, contaminación.



1 INTRODUCCIÓN

La presente monografía se refiere al diseño de edificaciones sustentables, que es, su historia y evolución, cuál es su importancia, como contribuye al desarrollo económico, sus diferencias con respecto a las construcciones tradicionales, así mismo mostrar las variables de costo, ecológica y social, es decir, el diseño se hace de tal manera que reduzca al máximo sus costos de producción, partiendo desde la etapa inicial (planificación) hasta la etapa final (habitabilidad), la variables ecológica indica que durante todos los proceso de construcción e incluso cuando ya se encuentran habitados se deben generar alternativas que mitiguen los impactos ambientales negativos y por último la variable social, la cual hace referencia a que este debe ser diseñado para beneficiar a una sociedad.

Este tipo de proyectos se caracteriza por el proceso de construcción y el material utilizado, conocer su proceso de transformación permite dar una nueva perspectiva, de esta manera al momento de salir a laborar poder abordar un tema de gran interés y sobre todo que impacta positivamente en la sociedad.

En definitiva, la investigación de este trabajo muestra la importancia que tiene cuidar el entorno ambiental, ya que en pleno siglo XXI las personas viven en un contexto ecológico contaminado, y deteriorado en niveles críticos, afectando no solo la salud, sino que también aspectos económicos, sociales y demás.



2 EVOLUCIÓN A TRAVÉS DEL TIEMPO EN EL SECTOR CONSTRUCCIÓN

2.1 Historia de la construcción

Aunque la historia y la evolución de la construcción van muy de la mano, no son lo mismo pero coinciden en que ambas dan un aporte de información en diferentes épocas, lo que queda como un registro a la innovación continua y estudio en todo lo que tiene que ver con el sector de la construcción, por tanto comenzaremos hablando sobre la historia, esta comenzó a ser considerada como una disciplina independiente en los años 1980 en Inglaterra más que todo cuando se fundó en 1985 la construction history society, revista que hoy por hoy sigue haciendo publicaciones y congresos en relación a este campo. La historia es considerada el estudio cronológico de las técnicas de las obras de arquitectura e ingeniería civil, teniendo en cuenta que la arquitectura va dirigida a un fin práctico y la buena construcción a ser un arte, ambas se observan en las distintas épocas, en diferentes pueblos y han dado un resultado diferente en cuanto a la manera de construir, teniendo en cuenta que han variado los materiales, los conocimientos, las condiciones sociales y las ideas. (Huertas, 2010).

La construcción está tan relacionada con la estructura social que es imposible separarla, la sociología, la historia económica, la antropología son ramas que aportan datos que pueden, en su caso, ser claves, ya que la historia de la construcción se encomienda hoy en día a cualquier profesor que haya manifestado más que un interés difuso por esta disciplina, de todos los conocimientos transmitidos se llega a considerar la historia de la construcción también como la simple suma de los conocimientos aportados por la carpintería, de la estereotomía, del dibujo y la traza, de la geometría práctica. Tanto así que los primeros dibujos de estructuras estratificadas de construcción se muestran por primera vez en el tratado de RUSCONI (1960) en la antigua roma y los primeros



estudios técnicos se realizaron en el siglo XVIII por siegler y winckelmann el cual enfocaron sus estudios en mostrar la resistencia del mortero de la antigüedad. (Huertas, 2010)

A principio del siglo XIX el tratado monumental de RONDELET refleja un interés de la consolidación de la construcción de épocas anteriores con mayor énfasis en la historia greco romana, curiosamente no es donde los primeros estudios rigurosos de la arquitectura clásica nacen, estos se dan a mediados del siglo XIX en donde observa el interés por la arquitectura gótica, Robert Willis fue el primero en hacer un estudio sobre este tipo de arquitectura, su memoria sobre la construcción y geometría de las bóvedas gótica publicada en 1842 todavía no ha sido superado y mostro el camino a seguir a otros autores, profesores hasta que el interés por la historia de la construcción desaparece bruscamente en el siglo XX, desapareció en el sentido de que ya los materiales y todo el proceso constructivo cambio, si anteriormente los materiales eran madera, piedras para el siglo XX el material a usar ya es acero, hierro forjado, hormigón entre otros, todo el proceso constructivo, materiales y demás sufrió una transformación completa, y es aquí donde inicia el proceso evolutivo, que aunque también hace parte de la historia ya deja de lado el tipo de construcción antigua. (Huertas, 2010).

2.2 Evolución de la construcción

“La evolución puede analizarse al considerar el cómo y con qué se han construido tanto viviendas como edificios” (Diaz, 2017).

Ilustración 1

Evolución Constructiva a través del Tiempo



Fuente: (Arcus, 2017)

La evolución de la construcción ha sido un pilar en el desarrollo de las regiones, ya que día a día a buscado un equilibrio entre lo económico, social y ambiental, a través de alternativas que lleven a este principio, de ahí parte la importancia de estudiar y mejorar los procesos constructivos, la evolución esta surge de una necesidad y su objetivo inicial era buscar formas de sobrevivencia, es decir; como adaptarse a los efectos que tenía el clima en los lugares donde llegaban, esta población era flotante; por lo tanto, no se encontraban asentamientos a gran escala, la mayor parte del tiempo la dedicaban a estar trasladándose de un lugar a otro para buscar su sustento y alimentar sus rebaños, sus refugios eran construidos con materiales del medio, como: hojas, ramas y hasta pieles de animales, sus calidades no eran resistentes en el tiempo, y su estructura era débil, por tanto en el surgimiento de revolución agrícola, se impulsan los cambios en las construcciones, ya las estructuras temporales pasan a ser mejoradas con elementos más resistentes, entre los que se encuentra: la arcilla, la piedra y la madera, esto se debe a que las personas empiezan a tomar lugares más estables, tomando como función no solo de habitar en ella, si no de almacenamiento de sus cosechas e integración, impulsando la identificación de los lugares, a través de estructuras



simbólicas y así durante el transcurso del tiempo han surgido eventos, que han llevado a desarrollar proceso de cambios, se inició con la búsqueda de técnicas que permitieran ser resistentes, utilizando materiales como la piedra, aunque no contaban con suficientes herramientas para hacer un buen tallado, ladrillos de barro cocido, con los cuales empezaron a construir las primeras ciudades, en otros lugares usaban el barro o arcilla, comúnmente conocido como casa de tapia pisada, donde la mayoría de los edificios públicos eran construidos con este material, sin embargo no eran flexibles para afrontar eventos sísmicos, debido a su rigidez. Por otra parte, en el antiguo Egipto fueron construidas las viviendas con adobes sobre planta rectangular, ya en la edad media habían desaparecidos todas estas tipologías y dan un inicio a un cambio en las formas de construir, apareciendo nuevos materiales, los cuales han mejorado diferentes aspectos de la vivienda, en cuanto a resistencia, flexibilidad, duración. Entre ellos tenemos el uso de puzolana, incorporación de hierro, el uso del acero, dando como resultado la construcción de los primeros edificios verticales, y generando una construcción más residencial, así mismo el asentamiento y la expansión de las ciudades, los procesos constructivos han mejorado, gracias a la combinación y el aprovechamiento de diferentes materiales, los cuales aportan diferentes propiedades, que al combinarlas aportan calidad a una obra, entre ellos tenemos: metal, hierro, cobre, aluminio, níquel y titanio, ladrillos, vidrios, aislantes, y los abrasivos; poliméricos, caucho, plásticos y adhesivos extraídos del petróleo o productos agrícolas, con el desarrollo de las ciudades, han traído deterioro ambiental a través de la explotación de minerales, contaminación del agua, aire, y de la tierra; generando un desequilibrio en la ecología, ocasionando la generación de gases de efectos de invernaderos, aparición del calentamiento global, huracanes, la eventualidad de sismos, etc., actualmente, las construcciones no se realizan empíricamente, sino que se encuentran muy organizado a través de leyes y normas basadas en los centros de investigación, estudios, sistemas



de diseños, y metodologías que permiten el uso de materiales innovadores, dando un mejoramiento a la reducción de tiempo y costos, pero sobre todo brindándole importancia a la sustentabilidad para la conservación del medio ambiente, entre estas alternativas encontramos la construcción y diseño de edificaciones sustentables a través del uso de la energía solar, aire, agua, concreto de papel (ecológico), hormigo armado, paneles de concreto ligero entre otros; todo esto con la búsqueda de un equilibrio económico. (Diaz, 2017).

El trabajo de realizar construcciones es quizás una de las actividades laborales más antiguas considerada una fuente de trabajo y economía que a lo largo de la historia ha presentado cambios por motivos como el cambio en la mentalidad, factores económicos entre otros, dando inicios al desarrollo de nuevas técnicas constructivas, procesos de bases industrial, usos de avances técnicos y tecnológicos como herramientas CAD hasta el uso de nuevos materiales como hormigón. (Garcia, 2013)

La evolución constructiva comenzó dando paso a edificios que permanecieran estables durante las estaciones climáticas y sin importar el tiempo transcurrido, primero existieron los llamados refugios que luego se usaron como hogares, almacenes de comida, estas construcciones se usaban por pocos días o meses, con el pasar de los días las estructuras se convirtieron en construcciones muy refinadas. (Reinar s.a, 2016), teniendo en cuenta que originalmente la materia prima de las construcciones eran piedras, ladrillos de barro cocido. (Diaz, 2017).

A través de la historia las construcciones se han caracterizado por la utilización de los materiales que la hacían durables, aunque inicialmente el material era de tipo perecederos como por ejemplo hojas, ramas y pieles, más tarde podemos ver cómo fue evolucionando porque ya el material es diferente, más duraderos como por ejemplo el ladrillo, la arcilla, la piedra, madera,



concreto, metales y plástico, finalmente, gracias a la utilización de materiales más resistente se pudo diseñar edificios de mayor altura. (Reinar s.a, 2016).

La era industrial del siglo XX inicio en Inglaterra y para esa época se dio la producción y utilización del hierro como elemento estructural, este hecho dio comienzos a construcciones como puentes, ferrocarril, edificios, etc. Lo que hoy se conoce como parte de la revolución industrial, no fue hasta entonces que se observaron esos una variación en el sector constructivo y no se denoto una evolución, por ello se consideró que con respecto de otros sectores la evolución del sector construcción se dio de manera lenta por razones como el arraigo a la aplicabilidad de técnicas tradicionales, inversiones, etc. Por tanto para que se diera los precedentes históricos de la actualidad en la construcción primero hubo acontecimientos económicos, sociales y tecnológicos en la década del siglo XVIII conociéndose como un proceso de industrialización. (Garcia, 2013).

En el siglo XXI la misma evolución ha llevado al sector construcción a considera ya no solo el material de trabajo sino que también se ha enfocado en mitigar impactos medio ambientales que quizás antes no se observaban a la escala a la cual se observan hoy en día, pero eso es resultado de los materiales que llegaron con la revolución industrial, estudios han revelado que se generan emisiones, desechos entre otros aspectos que deterioran el medio ambiente, por tanto se ha estudiado y analizado diferentes formas de construir buscado la forma de cambiar ciertos materiales de construcción que sean ambientalmente amigables dando lugar así a la nueva era de la construcción prevista ya en el presente, pero que seguramente más perfeccionada en el futuro, esta es el diseño de edificios sustentables. La aplicabilidad de este método de construcción será considerada en un futuro como parte de la historia y de la evolución.



3 IMPORTANCIA DE LA CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE EN COLOMBIA

“Las investigaciones acerca del tema de las construcciones sustentables se están haciendo con mayor frecuencia en diferentes países, uno de esos países es Colombia y se está haciendo con el fin de ofrecer a diseñadores y arquitectos una nueva perspectiva de la construcción dando a conocer las ventajas económicas y ecológicas, que esta traerá a futuro”. (Malaver & ortiz, 2018), es importante determinar que las ventajas que tiene se relaciona con la vida útil, trazo, edificación y operación de las construcciones sin dejar de lado el objetivo de moderar el impacto ambiental ocasionado por el sector constructivo, impactos tales como el cambio climático que se da gracias a las emisiones de gases, la adsorción de recursos y la disminución de la diversidad biológica. (Susunaga, 2014).

En Colombia se ha estudiado todos esos aspectos y se ha venido implementado cada vez un poco más, un ejemplo de ello se presenta con la construcción que se realizó en Pereira, el edificio conocido inicialmente como el Centro de Investigaciones en papel CENPAPEL, rediseñado en el año 2009 para ser edificio de posgrados, esta es una prueba de como Colombia se preocupa por implementar la aplicabilidad de este nuevo sistema de construcción (Ortiz, Rivera, Mejia, & Silvestre, 2010).

3.1 MARCO NORMATIVO PARA EDIFICACIONES SUSTENTABLES

En Colombia, el gobierno nacional ha buscado estrategias que contribuyan al cuidado y preservación ambiental, generando así un desarrollo sostenible, existen certificaciones, las cuales son voluntarias, a través de la implementación de una diplomacia de Gestión Ambiental Urbana impulsada por MADS (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible), la cual se enfoca en



prevenir los problemas ambientales generados por las vivienda urbana que relacionan los recursos como el suelo, recurso agua, recurso energía, y además materiales. (Minambiente, 2021).

Para hacer viables las estrategias se incluyen ofertas en las fases de planificación, diseño, edificación y uso de la vivienda, buscado una conservación medioambiental que ayude al mejoramiento de la condición de vida de las personas en el área de la salud y económicos, el objetivo es la racionalización y uso de los recursos naturales renovables, sustituir las construcciones tradicionales por algo sustentable, todas estrategias son regidas dentro de las normas leyes, resoluciones y decretos tenemos. (Minambiente, 2021).

En Colombia se creó el “Consejo Colombiano de Construcción Sostenible” (CCCS), su propósito motivar la transformación de las construcciones amigables con el entorno y bienestar de los colombianos, basado en cuatro (4) ejes principales: consolidar los conocimientos en urbanismos sostenibles, a través de la educación, tramitar y apoyar la formulación de políticas públicas, promover la certificación y normalización de estructuras verdes en las edificaciones, ampliar la información y participación de diversos sectores. (Monroy, 2014)

- NSR-10 Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente
- Resolución 0549, reglamenta el capítulo 1 del título 7 de la parte 2, del libro 2 del decreto 1077 de 2015, en cuanto a los parámetros y lineamientos de construcción sostenible y se adopta la guía para el ahorro de agua y energía en edificaciones. (CCCS, 2016).
- NTC 6112 de 2016, expedida entre el Ministerio de Ambiente y organismos de certificación, mejorar los procesos, a través de buenas prácticas de utilización de recursos, por ejemplo, materia prima no dañina para el medio ambiente, energías renovables, uso de empaques



reciclables o reutilizables, empleo de tecnologías limpias, disposición final. (Minambiente, 2021).

- ISO 14001:01 Sistemas de Gestión Ambiental
- LEY 23 de 1973: “se define el código Nacional de Recursos Naturales Renovables”.
- Decreto 2811 de 1974: Reglamenta el uso de recursos renovables y de Protección al Medio Ambiente; “lineamiento de protección y aprovechamiento del agua, Definición del uso adecuado del agua y medidas sanitarias de control.
- Decreto 1449 de 1977: Reglamenta el aprovechamiento y la conservación de los recursos aguas y suelos.
- LEY 142 de 1994: Establece el uso de los servicios públicos de tipo domiciliarios y algunas disposiciones.
- Decreto 1791 de 1996: Establece los límites del aprovechamiento forestal.
- Decreto 3102 de 1997: Reglamentada por el artículo 15 de la ley 373 de 1997 nos indica todo sobre las instalaciones de equipos, sistemas e implementos que generen bajo consumo de agua.
- Ley 373 de 1997: Reglamenta el uso del programa para el uso eficiente y ahorro del agua
- LEED (certificación consejo de la construcción verde de EE. UU).
- Proyecto de acuerdo N° 386 de 2009: “por el cual se implementan, promueven y estimulan las tecnologías de creación de techos verdes en Bogotá D.C y se dictan otras disposiciones” (CCCS., 2016).

Tabla 1

Normativa Colombiana en Ejes Temáticos

PRINCIPALES NORMAS SOBRE LOS EJES TEMATICOS	
AGUA	
DETALLE	Se enfatiza en la utilización de equipos ahorradores en el uso del agua lluvia, reciclaje de aguas grises, aguas negras, eliminación de la grasa de las aguas residuales. (Minambiente, 2021)
NORMA	<ul style="list-style-type: none">➤ Decreto 1594 de 1984: estipula como debe ser el uso de las aguas.➤ LEY 373 del 1997, esta establece el programa para el uso adecuado y ahorro del recurso agua.➤ NTC 920-1 de 2007 N° 5 y 6; recomienda los equipos de bajo consumo de agua, por ejemplo, los inodoros de 6 lpf, y ahorradores hasta 13,2 lpf, los orinales de bajo consumo hasta 3,8 lpf.➤ NTC 1500; Reglamenta todo en relación a tema de fontanería.➤ Resolución 1096 de 2000; esta adopta el Reglamento del agua potable y de saneamiento básico contemplado en la RAS-2000.➤ Decreto 3102 de 1997; este normaliza el proceso de instalación de los equipos o sistemas para bajo consumo de agua.
SUELO	
DETALLE	“Se centra en dar detalle de la adecuada conformación del espacio habitable, el eficiente uso del terreno, rehabilitación de construcciones urbanas, armonización

con la topografía del terreno, ocupación ilegal de suelo que está bajo protección ambiental y en zonas de alto riesgo, manejo material proveniente de la excavación.”. (Minambiente, 2021).

-
- NORMA**
- Ley N° 388 de 1997; establecen las disposiciones para el ordenamiento territorial municipal.
 - Decreto 1469 de 2010; aquí se reglamentan las disposiciones para licencias urbanísticas; el reconocimiento de edificaciones; la función pública que desempeñan los curadores urbanos y se expiden otras disposiciones.
 - Decreto 2809 de 2000; este se encarga de modificar parcialmente los decretos N° 33 de 1998 y N° 34 de 1999, en los cuales se tratan los temas de refuerzo y rehabilitación de edificaciones y estudio de micro zonificación sísmica.
 - Decreto 1504 de 1998; estipula el manejo de los espacio público en los planes de ordenamiento territorial.

MATERIALES

DETALLE El uso de materiales regionales aplicado a elementos de construcción, reutilización y reciclaje, uso de materiales con menos impacto ambiental, manejo de residuos de materiales de construcción, procesos ordenados y sostenibles en las obras. (Minambiente, 2021)

NORMAS

- Resolución 524 de 1994, nos dice “por medio de la cual se regula el cargue y descargue, transporte, almacenamiento y disposición final de escombros, materiales, elementos, concretos y agregados sueltos, de construcción, demolición y capa orgánica, suelo y subsuelo de excavación”. (CCCS, 2016).

-
- Decreto 357 de 1997: “Por el cual se regula el manejo, transporte y disposición final de escombros y materiales de construcción”. (CCCS., 2016).
-

ENERGIA

DETALLE	Entre la utilización de la iluminación, ventilación natural, aprovechamiento de la energía solar, eólica, energía proveniente de biomasa y dispositivos de menor consumo energético. (Minambiente, 2021).
NORMA	<ul style="list-style-type: none">➤ RETIE, el Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas.➤ NTC 2050, código Eléctrico Colombiano.➤ Resolución 549 de 2015 del Ministerio de Vivienda Ciudad y Territorio. (CCCS., 2016).

Fuente: (Minambiente, 2021)

3.2 PROBLEMÁTICAS DE LAS CONSTRUCCIONES EN COLOMBIA

Colombia cuenta con un aproximado del 75 % en población urbana (UNFPA, 2007), es decir paso de ser un país rural a un país urbano, la industria de la construcción representa un 6,9 del PIB, razón por la cual aparecen retos en la organización y planificación urbana. En la actualidad las ciudades cuentan con problemáticas que afectan el entorno y la distribución de espacios.

Ilustración 2

Implosión Edificio Altos del Lago



Nota: ubicado en el municipio de Rionegro, Oriente de Antioquia

Fuente: (EL TIEMPO, 2019)

Dentro de las deficiencias de las construcciones en Colombia encontramos:

- El detrimento y la expansión descontrolada de las ciudades.
- La invasión de espacios sin contar con la instalación de servicios públicos y de saneamiento básico.
- El mal uso y distribución del recurso del agua, la mayoría de las ciudades tienen problemas de abastecimiento, debido a que no cuentan con sistemas de almacenamiento, así mismo la invasión de las rondas de los afluentes, la tala indiscriminada, la contaminación ha llevado a la disminución del recurso.



- Aunque en Colombia se cuenta con NSR-10 “El Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente”, encargado de regular las condiciones con las que debe contar las construcciones (INGENIEROS Y ARQUITECTOS, 2020), cuyo fin es que la respuesta frente a los sismos sea favorable, sin embargo la vulnerabilidad frente a los desastres naturales es alta, ya que los sectores de bajos recursos, sus construcciones son informales y no cumplen con la norma, y hay una gran necesidad de implementación de la gestión de riesgo en los municipios.
- Nuestro país cuenta con una gran biodiversidad, sin embargo, las actividades humanas y la falta de cultura ambiental a conllevado al deterioro de los ecosistemas, es por ello que se debe concientizar y educar a la población para que desde las diferentes esferas se logre un equilibrio ecológico
- Otra problemática es la calidad de los materiales, ya que no se cuentan con sistemas de control y supervisión

4 **¿QUÉ ES UN DISEÑO DE EDIFICIOS SUSTENTABLES Y PARA QUE SIRVE?**

El concepto de edificios sustentables o también llamados “edificios verdes”, abarca muchas ideas, sin embargo una forma más contextualizada se puede definir como toda aquella acción constructiva, que se hace aplicando una serie de estrategias que influye en la optimización de los recursos naturales, cuyo objetivo es de mitigar impactos medioambientales negativos, los cuales son generados por las construcciones en todas sus etapas (planificación, diseño, construcción, remodelación, rehabilitación, y demás). Si tenemos en cuenta que alrededor de todo el mundo existen mega construcciones, que por su tamaño estas son capaces de generar grandes cantidades de emisiones de carbono, lo cual no es favorable para el medio ambiente. Algunas de las estrategias radican en rechazar el uso de sustancias tóxicas usados en los materiales a construir, incluir diseños



específicos de zonas verdes, dentro y a los alrededores del diseño de la construcción o también llamada arquitectura verde.

Un diseño de edificios sustentables es una combinación de materiales y técnicas de mano de obra, que en conjunto se trata de dar solución a las problemáticas ambientales, a través de una adecuada utilización del recurso energía, materiales reciclados, uso racionalizado del consumo del agua y de la clasificación y aprovechamiento de material reciclado, finalmente, para que un edificio verde sea sustentable debe garantizar un serie de parámetros, uno de estos es la utilización de la energía, pero dejando una baja huella energética al momento de realizar el tratamiento y transporte, otro parámetro es garantizar que su construcción sea en terrenos sanos (suelos no contaminados) y alejados de fábricas y autopistas. (Heredia, 2016).

Para mitigar impactos ambientales negativos y quizás para general un poco de economía al sector ya que, de acuerdo a las estrategias planteadas, tiempo de ejecución y demás en algunos casos se ve una disminución del gasto presupuestal del proyecto en general, lo que se catalogaría como una ventaja en el actual modelo económico. (Vamos buenos aires, 2014)

5 TIPOS DE ARQUITECTURA O DISEÑOS SUSTENTABLES

Todas las construcciones que se observan no son sustentables, incluso algunas cuya fuente de energía son paneles solares pueden ser consideradas no sustentable, para identificar este tipo de obras es importante determinar los siguientes tipos:

5.1 Arquitectura de tipo biomimética

En la ilustración N°1 podemos observar un claro ejemplo de arquitectura biomimética, este es el estadio en el cual se llevaron a cabo las pruebas olímpicas de atletismo, torneo de fútbol y demás en las olimpiadas de Pekín 2008. (Reformas, 2020)

Esta estructura se conoce por el nombre de “Estadio Nacional de Beijing, diseñado por Herzog & de Meuron, compuesto de un marco de acero que se inspira en un nido de pájaros”. (Franco, 2013)

Ilustración 3

Estadio Nacional de Pequín



Fuente: (Franco, 2013)

Este tipo de arquitectura es una forma de averiguar cómo imitar la forma que observamos en la naturaleza, teniendo en cuenta que la sugerencia de ideas puede llegar de los mismos animales, los hogares que ellos hacen e incluso la figura de los árboles. (Franco, 2013).

En Colombia podemos observar proyectos o propuestas de diseño de una vivienda rural biomimética inspirada en el Frailejón Paipano (*Espeletia paipana*), La vivienda diseñada posee una distribución modular y un sistema de condensación del agua, inspirados en la conformación en roseta y la pubescencia del Frailejón, respectivamente, tomando como base el diseño biomimética y el territorio como fuente de inspiración, el diseño biomimético recibe el nombre de “Biomimicry Design Spiral”. A partir de la comprensión de las limitaciones ambientales del territorio y emulando las estrategias adaptativas del Frailejón Paipano. (Balcucho et al, 2020).

Ilustración 3

Diseño final vivienda rural sostenible bioinspirada



Fuente: (Balcucho et al, 2020).

De la anterior información se sabe que es una propuesta que aún no ha sido realizada constructivamente. (Balcucho et al, 2020).



5.2 Arquitectura de tipo bioclimática

Dada la problemática de diseño teniendo en cuenta el clima de la zona, se implementa hoy por hoy el uso de los sistemas bioclimáticos o arquitectura bioclimática, esto con el objetivo de mantener un confort térmico, (casas rodrigo, 2020).

La aplicabilidad de este sistema lo podemos observar en la implantación de la energía a los edificios sustentables, estos sistemas disminuyen el consumo y por tanto las emisiones, sobre todo en aquellos edificios tradicionales que no tienen ningún criterio de sostenibilidad, es importante entender que todo tiene una relación, anteriormente se hablaba de la influencia que tenía el clima de acuerdo a la zona de localización del proyecto a construir, pues la utilización de sistemas bioclimáticos da viabilidad y rentabilidad a la implantación de energías renovables los cuales dependen del factor climático, de las horas del sol en la zona, velocidad y dirección del viento y demás, para poner en marcha este sistema primero se debe hacer el estudio de ciertos parámetros como lo son presupuestar un costo, determinar reducción energética que se obtendrá, porcentaje de emisiones generadas y dar la mitigación de los impactos medio ambientales sin perder de vista el tema del ahorro económico. (sala, 2013).

5.3 Arquitectura de tipo Bioconstrucción

Este método busca diseñar la vivienda de tal manera que esta sea uniforme lo máximo posible con su entorno, se conoce como sostenibilidad radical y se caracteriza por ser un tipo de edificación imposible de generalizar. (Reformas, 2020).

Esto es considerado un concepto muy novedoso, pero en realidad es tradicional ya que se utilizan de materiales de tipo natural, es decir, poco procesados y que se obtienen del barro, corcho, fibra de madera, lana, entre otros. (Reformas, 2020).

Para todo tipo de diseño el aspecto económico es súper importante y el diseño sustentable no es la excepción, por lo que estas construcciones son bastante accesibles, la economía está en el tipo de material ya mencionado y quien también hace que las edificaciones sean muy saludables, porque se generan pocos contaminantes y no hay ningún efecto tóxico en sus habitantes. (Reformas, 2020).

Ilustración 4

Ejemplo de bioconstrucción moderna



Fuente: (Sorbas, 2013)

Ilustración 5

Ejemplo de Bioconstrucción Moderna



Fuente: (EMARQ, 2020)

El barro es la materia prima principal para este tipo de construcción, ya que este es la consecuencia de una lenta erosión que involucra feldespato, cuarzo y mica en abundantes cantidades, lo que lo hace ideal para ser económico y reciclable, se considera de excelente calidad porque ayuda a ajustar el control de la temperatura ambiental en un espacio y mezclado con fibra equipa de aislamiento acústico, absorbe olores y evita riesgos de accidentes por fuego. (Sorbas, 2013).

De este tipo de viviendas existe una en Pueblo Taos en México, se encuentra habitada hace más de 1.000 años y en forma incesante por los indígenas del pueblo. (EMARQ, 2020).



6 PRINCIPIOS QUE SE NECESITAN PARA HACER UN DISEÑO DE EDIFICIOS SUSTENTABLE

No solo los materiales suministrados para la edificación de tipo sustentables son importantes, también se debe considerar unos principios básicos que nos ayuda a elevar la calidad de estas. Por ejemplo:

6.1 Principio de diseño

Es una de las características principales ya que mientras más maciza sean las edificaciones menos energía se utilizará.

6.2 Principio de durabilidad

Se deben cuidar cada parte y los métodos de construcción, con el fin de salvaguardar la vida, evitar demoliciones futuras por deterioro de la estructura, puesto que se protege del impacto del agua, de lo contrario, las afectaciones se producirán con respecto a las tuberías, generando corrosión, deterioro de pintura, aparición de moho y por ende disminución de la resistencia de la estructura.

6.3 Principio de reducción de los desechos

Esta característica indica que se debe clasificar, reciclar y aprovechar todo el material sencillo como por ejemplo la madera tipo triplay, cartón y metal.

6.4 Principio de calidad del aire

La ventilación es crucial en las construcciones sustentables, por ello cada espacio debe tener ventanas, algún tragaluz o domos para sustituir los sistemas de calefacción y enfriamiento artificiales.

6.5 Principio de conservación del agua

El beneficio correcto del recurso agua se hace para aprovechar este recurso en su máxima intensidad, para ello se puede construir un mecanismo que capte el agua de lluvia, generando así algo sustentable amigable con el medio ambiente. (López, 2020).

7 CARACTERÍSTICAS DEL DISEÑO DE UN EDIFICIO SUSTENTABLE

Estas características abarcan los temas de ecosistemas y medio ambiente, recursos naturales, comodidad de las personas que habitan el inmueble, estética, impacto ambiental.

7.1 Ecosistemas y medio ambiente.

Describe todas las propiedades del medio que tengan relación con la edificación y ciertos aspectos como los siguientes:

- La ubicación no debe afectar de manera negativa la naturaleza.
- Se debe evitar la contaminación lumínica.
- Buscar una adecuada armonía con el hábitat.
- No se debe interferir de manera negativa con la sociedad.
- Evitar la inconformidad con los habitantes.

7.2 Recursos naturales

La forma de realizar un adecuado uso de los recursos naturales, obtención, y aprovechamiento, sobre todo el uso de energías renovables o la reutilización de residuos generados por el mismo como, por ejemplo:

- La reutilización o uso eficiente del agua.
- Ahorro de las energías.
- Implementación de energías renovables.
- Uso eficiente de recursos.
- Alternativas para la eliminación de residuos.

7.3 Confort humano

Este aspecto hace referencia los lugares que se encuentran dentro de la edificación, donde se fomente la comodidad y desarrollo saludable para los ocupantes del sitio, como lo son las zonas verdes incluidas, algunos aspectos a tener en cuenta para ello serían los siguientes:

- Abundante ventilación.
- Adecuada sensación térmica.
- Espacios inclusivos.
- Bienestar físico y mental.
- Evitar trabajar sobre suelos contaminados
- Evitar construcciones cerca a autopistas
- buena acústica.

7.4 Estética



Esta se refiere a la necesidad de un diseño agradable que no altere la visualización del entorno, aspectos a tener en cuenta para lograr esto son:

- Hacer un diseño supernovedoso.
- El diseño debe ser agradable a la vista.
- Este no debe desentonar con el ecosistema.
- Se debe suministrar elementos visualmente atractivos.
- El diseño debe cumplir con las necesidades.

7.5 Materiales

En relación a la investigación ya se ha mencionado que la parte del diseño sustentable tiene que ver con el tipo de material, ya que forma parte de la solución a los problemas ocasionados con las construcciones existentes, es decir, se requiere que estos sean materiales con baja huella energética, desde su traslado, creación, uso o desecho. para hacer funcional esta característica se debe hacer lo siguiente:

- Realizar reciclaje de materiales desechados.
- Se debe hacer uso de elementos que sean ecológicos
- Se debe usar materiales no tóxicos o que no generen una contaminación.
- Se debe consumir en lo posible material que sea local.

7.6 Impacto ambiental

Para el diseño del desarrollo de un edificio tipo renovable se debe considerar los problemas de escasez de recursos que no son renovables, por lo tanto, no se debería considerar una alternativa



si no que debería ser una NORMA, que regule los desafíos ambientales de la actualidad. (Heredia, 2016).

Es preocupante que la contaminación junto con el agotamiento de los recursos sea producto de las actividades humanas que más afectan el entorno como lo es la construcción, por ello es necesario implementar una metodología que ayude con el mejoramiento del medio ambiente, la institución de la OMS explica que uno (1) cada ocho (8) muertes en el mundo son consecuencia de la contaminación atmosférica, razón por el cual es mejor se hace cada vez necesario hacer construcciones sustentables. (Sanchez, 2021). Ver anexo tabla de aspectos ambientales.

8 MATERIALES USADOS EN LAS CONSTRUCCIONES SOSTENIBLES

El objeto de la implementación de edificios sustentables, es minimizar los impactos generados durante y después del proceso constructivo. Uno de los aspectos ambientales más significativos que afectan los recursos es el consumo de materia prima proveniente de la naturaleza, es allí donde se centra en estudiar que materiales son los que benefician, y ayudan a generar un equilibrio entre la necesidad del ser humano y la relación con el medio, es decir, como se puede aprovechar los recursos sin generar impactos altos, o minimizarlos en el tiempo y suplir una necesidad primordial del derecho a una vivienda digna.

8.1 ¿QUÉ MATERIALES SE DEBEN UTILIZAR EN LA ARQUITECTURA SUSTENTABLE?

La reutilización de materiales que son potencialmente reciclables se debe tener en cuenta en todas las fases de diseño de una nueva estructura, pero adicionalmente de eso hay materiales que se usan en la construcción de un diseño sustentable, dentro de los cuales se pueden encontrar:

- Tierra.
- Arcilla.
- Heno.
- Madera.
- Neumáticos llenos de tierra.
- Latas.
- Botellas.
- Paneles solares.
- Agua.

Existe unos materiales importantes en la construcciones como son el concreto y el hierro, que aportan estabilidad, seguridad, y resistencia al actuar frente a situaciones adversas de la naturaleza, sin embargo son elementos que desde su generación, hasta la disposición final generan un impacto alto, no se deja de usar, porque aún no se tiene un material que remplace en su totalidad la función de este. (Hernández Moreno, 2008).

De lo explicado anteriormente, el sector ha buscado remplazar este material por uno más amigable con el medio ambiente y las opciones que se presentan son el concreto de papel, hormigón armado, paneles de concreto ligero, entre otros. Pero aun así, este tipo de materiales aun no alcanza la resistencia adecuada para algunas funciones estructurales, (Diaz, 2017).

Es decir, sin importar el sistema de construcción que se utilice el concreto tradicional es parte fundamental de todo el proceso, se le considera material durable, económico y versátil que encarga de mantener unida la mezcla con ayuda de materiales que dan volumen y cuerpo al compuesto como lo son arena y grava. En todos los sistemas constructivos es importante evaluar



la vida útil de la estructura, por tanto, el concreto es ideal porque se prolonga por décadas si se hace un buen diseño de mezcla, aislado de agentes corrosivos que lo deterioren la estructura. (Hernández Moreno, 2008).

Los materiales que se usan en el diseño de edificios sustentables por lo general se busca que sean productos ya usados y que se puedan reutilizar, productos que sea amigables con el medio ambiente, pero, sin embargo, como es el caso del concreto hay materiales que se utilizan de igual forma, algunos de estos materiales se clasifican de la siguiente forma.

8.1.1 Materiales de tipo metálico.

Material considerados inorgánicos el cual se encuentra compuestos de uno o más elementos metálicos como lo son: hierro, cobre, aluminio, níquel y titanio. (Diaz, 2017).

8.1.2 Materiales de tipo cerámico.

Los materiales de cerámica son: ladrillos, vidrio la loza, los aislantes y los abrasivos, se caracterizan por tener poca conductividad eléctrica y térmica, tienen una buena resistencia y dureza con altos deficientes en ductilidad y resistencia al impacto. (Diaz, 2017).

8.1.3 Materiales de tipo polimérico.

En este tipo de materiales encontramos el caucho, los plásticos y muchos tipos de adhesivos, producto del petróleo o productos agrícolas, esto para el tipo de construcciones tradicional en el caso de los diseños sustentables se evita a toda costa el uso de este tipo de materiales. (Diaz, 2017)

8.2 MATERIALES DE CONSTRUCCION QUE SERAN APLICADAS EN UN FUTURO

Estas ideas complementarían la información suministrada anteriormente, formaran parte de una alternativa de solución medio ambiental, y ampliaran la visión acerca de que materiales pueden ser potencialmente usados en la construcción, son estudios realizados en diferentes lugares, por ejemplo.

En roma se habla acerca de una pintura mineral denominada así ya que esta derivada de materiales naturales, lavables, libre de productos químicos tóxicos e hipo alergénicos, estas pinturas están diseñadas para evitar cualquier tipo de bacterias y absorber CO2. Destinadas para uso comercial y residencial en espacios como oficinas, escuelas, centros médicos y viviendas. (Gabriel, 2021)

Ilustración 6

Pintura Mineral



Fuente: (Gabriel, 2021).

Otra idea de construcción es una llamada ecoco, esta se enfoca en la fabricación de Paneles de Paja, esta idea se ha aplicado y ha dado resultados muy exitosos, sobre todo en las casas denominadas pasivas. (Gabriel, 2021)

Ilustración 7

Muros de Paneles de Paja.



Fuente: (Gabriel, 2021)

Ahora se tiene los “Panel de Hormigón Reforzado y Lana de Madera” (Gabriel, 2021) los cuales se consideran material de construcción versátil porque no solo se usa para construir paredes si no que techos también. Se caracteriza por ser aislante de ruidos, tener juntas resistentes al fuego, ser impermeables, resistentes a putrefacciones, termitas, pero sobre todo porque aceptan una gran variedad de gamas de acabados. (Gabriel, 2021).

Ilustración 8

Paneles de lana de madera



Fuente: (Gabriel, 2021)

Estas son ideas que han surgido para complementar el sistema constructivo, buscando generar herramientas y materiales sostenibles en el tiempo, y por ende la evolución de las diferentes formas de construir

9 BENEFICIOS O VENTAJAS DE CONSTRUIR EDIFICIOS SUSTENTABLES.

La promulgación de estos sistemas se basa en el gran aporte que se le brinda al medio ambiente y el mejoramiento de las condiciones de vida de quienes residen en las edificaciones, las ventajas se ven en la parte económicas, ecológicas y sociales, estas ventajas son:



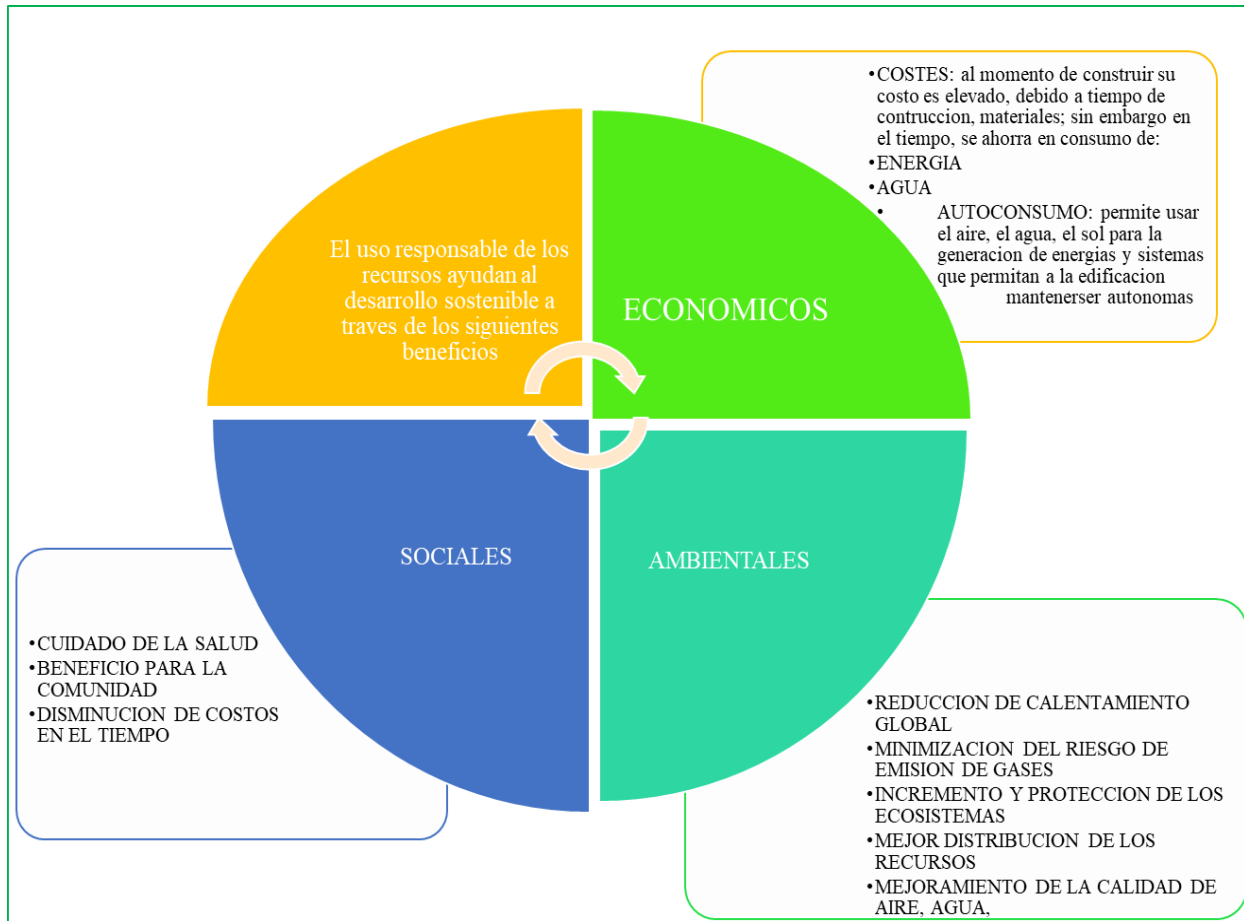
- Costos bajos, los cuales se presentan por las estrategias de administración de los diferentes medios que ayudan a mitigar los sistemas eléctricos, mecánicos y estructurales.
- Baja ingesta de energía, en promedio un edificio verde usa 30% menos de energía a diferencia de un edificio tradicional.
- Consumo de agua, puesto que las edificaciones sustentables usan un 25% menos a diferencia de un edificio tradicional.
- Se observa una disminución de más del 33% en emisores de CO₂.
- Genera beneficios relacionados con la salud. (Malaver & ortiz, 2018)

Ampliando un poco más en estos aspectos se podría decir que dentro de los beneficios económicos, entran muchos factores a tener en cuenta como son , materiales, duración y tiempo, es por ellos que deben tener clara estrategias en la gestión y administración de recursos en cuanto a los sistemas a implementar como son los eléctricos, mecánicos y estructurales, el autoconsumo de elementos del medio como el uso de energía alternativas incrementaría costos en su construcción inicial, pero en el tiempo se obtendrían reducción y beneficios, así mismo la separación de las aguas y la utilización de las aguas lluvias, para diferentes actividades dentro de un hogar, permiten ahorrar en costo, en contribuir al cuidado de este importante líquido, donde se dice que se requerirá de un 25% menos que un edificio tradicional (Esteves r. , 2015)

Dentro de los beneficios sociales se parte de esa búsqueda de alternativas que contribuyan al mejoramiento de la calidad de vida de las personas, pero sobre todo de los cuidados de salud que se deben tener, se dice que “los seres humanos pasar cerca del 85% del tiempo en espacios interiores, razón por la cual la buena calidad de este ambiente es de gran importancia”. (Esteves r. , 2015).

Ilustración 9

Beneficios de construir Edificios Sustentables



Fuente: Autores de la Monografía

Los edificios sostenibles son muy importantes a la hora de ahorrar agua, energía, y por lo tanto beneficia las comunidades a nivel general, esto se logra con una buena administración del uso de la energía solar, eólica, biogás y utilización de electrodomésticos de bajo consumo de gas. (Esteves r. , 2015)

10 DESVENTAJAS DE CONSTRUIR EDIFICIOS SUSTENTABLES

Aunque el diseño de edificios sostenible tenga como prioridad la mitigación de los impactos medio ambientales negativos este no deja de tener ciertas desventajas, aun diseñado bajo



esta idea se produce una huella ecológica sobre el planeta porque llevar a cabo un proyecto de estos gasta una gran cantidad de recursos que dejan desperdicios contaminantes como lo son las emisiones de (CO₂) que luego son adsorbidas por la atmósfera, tienen un gasto incensarios de recursos como el agua potable, se sabe que hay preocupaciones sobre la contaminación ambiental y la escasez de energía y materiales, por eso es que hay que analizar los posibles impactos ambientalmente negativo. (Ahmed et al, 2020).

Según un estudio del IDEAM, “las edificaciones residenciales generan el 10,5 % del total de gases de efecto invernadero (GEI), el incremento de construcción de vivienda y edificaciones para usos no residenciales en el país ha implicado un aumento, extracción y consumo de recursos como el suelo, agua, energía, madera, guadua y los materiales de construcción.”. (Esteves r. , 2015).

11 DISEÑO DE EDIFICIOS DE ACUERDO AL CLIMA (CALIDO / FRIO) DE LA ZONA DE TRABAJO CON ENFASIS A LOS TIPOS, USOS DE LA ENERGIA Y ASPECTOS AMBIENTALMENTE NEGATIVOS.

Anteriormente se definía y se hablaba un poco sobre la arquitectura bioclimática lo cual se relaciona con este tema, pero en este caso se intenta mostrar la perspectiva de diferenciar aspectos entre un diseño en clima frio y otro en clima caliente aplicando el método sustentable y enfocándonos en la parte del uso y los tipos de la energía que se observan en cuanto al funcionamiento de la estructura.

El clima afecta al sector construcción independientemente de que sistema se esté hablando, ya sea el tradicional o el sustentable, lo cierto es que en el camino hacia la sustentabilidad se busca cambiar y mejorar este aspecto con respecto a lo que ya conocemos tradicionalmente, buscando la



forma más viable de mitigar daños medioambientales, por tanto, se tiene en cuenta que la energía que demandan los edificios, ya sea durante la construcción u operación es predominante razón por la cual los proyectos deben incluir aspectos de diseño involucrando al clima, porque no es lo mismo tener en cuenta materiales, técnicas y demás en una zona cálida a una zona de clima frío. (Esteves m. , 2020).

En el diseño de edificios sustentables además de considerarse el aspecto ecológico también se considera el aspecto bioclimático anteriormente misionado, por ejemplo la afectación del sol en las zonas de clima cálido afecta a las construcciones biosustentables ya que se produce un aumento en consumo energético, y la generación de energía es la causa mayor de la existencia de emisores de gases, he aquí la importancia de tener en cuenta el diseño de edificios sostenibles teniendo en cuenta la variable climática de la zona, las emisiones son producidas en parte por la utilización de combustibles fósiles como son el petróleo, carbón y gas natural, en la actualidad las emisiones son cada vez mayores en todos los países puesto que la energía no se puede reciclar, de hecho se considera que el único gasto de energía verdaderamente sustentable es generado por el sol, por lo que se plantea el aprovechamiento de este hasta donde sea posible, así como producir energía eólica, anteriormente se mencionó que una de las características del diseño de edificaciones sustentables era el confort humano, pues la parte climática es uno de los factores que pueden influir en esta característica y depende de la zona donde se emplee el diseño, la parte climática afecta el actual sistema de producción y consumo en cuanto al gasto de recursos energéticos, que a la larga afecta a otros recursos ambientales, por ejemplo la generación de energía produce cambios climáticos que influyen en sequías y por tanto en el recurso agua, para lograr un diseño confortable en las edificaciones que se encuentran en tierras cálidas se debe tener en cuenta y resolverse las condicionantes que impone el verano, teniendo en cuenta que un proyectista debe

analizar factores como: temperatura, viento, humedad, radiación solar, latitud, vegetación, topografía y relación entre tierra y mar. La mayor parte de calor o frío es favorecido o no por el diseño y material de la cubierta, muros y las fachadas ya que a través de ellos se transmite un 60% de calor en una estructura (Perez, 2017).

11.1 Aislantes térmicos en construcciones sustentables.

“El ahorro total dependerá de la zona térmica donde se ubique la vivienda, pero en general, entre más extremo sea el clima, los beneficios económicos de una envolvente térmica eficiente serán mayores en las regiones de altas temperaturas no conviene abrir la ventana de las edificaciones durante las brisas diurnas de verano, porque esto aumenta la temperatura en el interior. En estos casos, las edificaciones deberán equiparse con tubos ventiladores subterráneos o con torres de viento. Las ventanas deben abrirse en horas nocturnas” (Perez, 2017)

Según todo lo mencionado en los anteriores párrafos, es entendible que los problemas de la edificación en clima cálido son los mismo que el clima frío, puesto que en ambos climas se da el uso de energía, la única diferencia es que en los climas fríos en vez de gastar energía para bajar la temperatura la usan es para aumentarle, lo que varía ya son las técnicas y la implementación de sistemas bioclimáticos.

11.2 ¿Qué es energía renovable?

Se define como aquella que se producen de forma continua, donde la fuente proviene del sol, excepto la mareomotriz y la geotérmica. (Epec, 2008).

11.3 Tipos de energía renovables



Algunas de las energías renovables más conocidas son:

11.3.1 Tipo de energía eólica.

Uno de los países considerado el principal productor de energía de tipo eólica en todo el mundo es España, quien hace que actualmente utiliza la técnicas para producción de energía eléctrica al interior de edificios, viviendas y demás, esta energía se genera a partir de un molino, el cual tiene rotor compuesto de varias aspas que giran por acción del viento y cuando eso sucede se pone en marcha un generador eléctrico, en este caso lo que se debe tener en cuenta para el diseño del edificio es la ubicación, debe ser donde haya mayor intensidad del viento para que la aplicabilidad del sistema bioclimático sea funcional. (sala, 2013).

11.3.1.1 beneficios de la energía eólica.

Parte de sus beneficios se encuentran en que no daña al medio ambiente, es inagotable y minimiza el uso de combustibles fósiles, en todo el planeta lo que ayuda a reducir las importaciones energéticas, crear riqueza y empleo de forma local implementa un desarrollo sostenible (Agencia Internacional de la Energía, 2015)

11.3.1.2 Energía solar.

Este tipo de energía se origina a partir la luz fotovoltaica o el calor del sol (Termo-solar), se utiliza para la transformación a energía eléctrica o para la producción de calor, por la manera en que es obtenida la energía solar se considera una fuente de energía renovable inagotable para nuestro planeta. (Agencia Internacional de la Energía, 2015).

11.3.1.3 ¿Cómo se obtiene la energía solar?

Esta se obtiene de dos formas, las cuales son:



11.3.1.3.1 Energía propinada por el calor.

Se obtiene mediante espejos de tal forma que los rayos del sol se concentren en un receptor y alcanza una temperatura de 1000°C, el calor se utiliza para calentar un fluido que genera vapor el cual hace mover una turbina que produce la electricidad. (Agencia Internacional de la Energía, 2015)

11.3.1.3.2 Energía proporcionada por la luz.

Esta se consigue a través de paneles solares fotovoltaicos los cuales están formados por celdas que transforman la luz en energía eléctrica, este proceso se realiza directamente por un proceso denominado efecto fotoeléctrico. (Agencia Internacional de la Energía, 2015)

11.4 BENEFICIOS DE LA ENERGÍA SOLAR APLICADO AL DISEÑO DE EDIFICIOS SUSTENTABLES.

La energía se considerada una fuente de energía renovable e inagotable, esta representa todo lo contrario a fuentes de energía convencionales y se le encuentra muy fácil, caracterizada por adaptar ciclos naturales, dicho lo anterior esta no contamina, lo que significa esto es que es muy interesante ya que su implementación no emite emisiones de gas tóxicas que pueden llegar a ser perjudiciales tanto a la salud como al medio ambiente, por todos estos beneficios que aporta la energía solar la convierte en una alternativa de crecimiento rápido y competitiva. (Agencia Internacional de la Energía, 2015).

Ilustración 10

Representación de la Energía, Eólica y Solar



Fuente: (Dayli, 2014)

12 RELACIÓN DEL GAS METANO CON EL DISEÑO DE CONSTRUCCIÓN SUSTENTABLE

El diseño de estructuras sustentables aplica nuevos criterios constructivos, como lo son la elección y procedencia de los materiales, la utilización de energía, entre otros. En la mayoría de las fuentes de energía lo realizan a partir del carbón, petróleo, gas, los cuales deterioran y contaminan el medio ambiente, razón por la cual el ser humano ha buscado alternativas que generen una estabilización ecológica. Una de las soluciones viables de generación de energía biodegradable, es la extracción del gas metano que contiene la descomposición de residuos sólidos, materia orgánica, estiércol del ganado y cerdos, entre otros; su costo de producción es bajo, su rendimiento energético es eficiente, renovable y limpio, el procesamiento de estos materiales requieren ciertas condiciones y producir combustible teniendo en cuenta que el consumo de energía representa, el aspecto ambiental más relevante, aproximadamente un 45% del total del consumo energético del inmueble, este consumo da en 52 a 57% en acondicionamiento, un 23 a

27% en calentamiento de agua y en cuanto a electrodomésticos o iluminación un 16 a 25%, es notable que esto contribuye a la problemática del cambio climático, estas cuestiones de aplicación de nuevos criterios a la construcción sustentable ayudaría a obtener una eficiencia energética para lograr alcanzar una minimización en las emisiones de hasta un 40% y el gas metano puede ser parte de la solución puesto que su utilización presenta beneficios notables tratándose de una fuente prácticamente inagotable producida por los animales. (Antonio, 2017).

12.1 Beneficios de usar gas metano en las construcciones sustentables

El uso de dicho gas en el diseño de construcción sustentable es beneficioso porque es un modo de equilibrar y responder a una demanda de la sociedad convirtiéndose en algo idóneo para la eliminación de residuos y siendo de esa forma más amigables con el medio ambiente. (Martinez, 2013)

13 VENTAJAS DE LA IMPLEMENTACION SISTEMA BIOCLIMATICO EN EDIFICIOS SUSTENTABLES

Se entiende que el uso de energía es indispensable como parte funcional de un edificio en cuanto al confort humano y por ello es necesario implementar un sistema bioclimático, las ventajas de este se observan en que hacen los espacios de uso diario más confortables, utilización de el mínimo de energía, empleación de energías naturales no contaminantes como lo son la energía solar y eólica, el ahorro se puede observar en un tiempo aproximadamente de 3 a 5 años ya que el recurso de la energía es costoso económicamente y más en estos tiempos donde la época de pandemia ha elevado los precios de los servicios públicos. (Perez, 2017).



14 ALTERNATIVAS PARA REDUCIR LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Actualmente, las empresas constructoras buscan que sus proyectos cumplan con estándares en la mitigación, y minimización de los daños ecológicos, así mismo generar compensación ambiental. Una alternativa se le conoce como diseños eco diseños o diseños de edificios sustentables, pero incluso en uso y/o aplicación de estas alternativas se deben plantear soluciones ya que los impactos ambientales no son totalmente eliminados, dentro de las soluciones se considera poner en practica la adecuación, clasificación y disposición final de los residuos, como por ejemplo, los diferentes escombros desechados en el proceso constructivo.

Todos los procesos de construcción ya sea tradicional o que incluya el diseño sustentable habla sobre una etapa de remodelación la cual se hace de acuerdo a las condiciones de uso y estabilidad del edificio o estructura ya existente, en este proceso muchas veces se observa sustancias como el amianto o asbesto, estas representan uno de los materiales más peligrosos porque es conocido como un mineral fibroso, imputrescible y aislante térmico como por ejemplo algunas tejas, eso afecta negativamente la salud de los involucrados directamente en este proceso ocasionando cáncer de pulmón entre otras enfermedades.

La etapa de remodelación se da porque muchas veces, las edificaciones ya están hechas al típico y tradicional sistema de construcción y que luego al momento de mejorar estas aplican nuevo sistema de construcción como es la parte sustentable, durante el proceso se desechan muchos materiales u residuos sólidos que ambientalmente afecta el deterioro paisajístico, contaminación de vertederos de agua. Se ha visto a lo largo de estos tiempos que la mayoría de residuos se depositan en vertederos sin tratamiento o reciclaje adecuado previo, entonces he ahí el interés de implementar el manejo idóneo de residuos.



Para los diferentes aspectos mencionados anteriormente deben tener diferentes alternativas de solución a la problemática, una buena idea de ello es implementar la concientización de muchas empresas del sector que todavía no conocen absolutamente nada acerca de diseño de construcción sustentables, esto se puede lograr mediante charlas que indiquen como generar buenas prácticas medioambientales, como se debe construir aplicando diseños sustentables.

La realización de capacitaciones y charlas es una medida, mas no una solución para abordar la problemática que afecta el entorno social y ambiental, ya que se requiere también de la realización correcta de un buen reciclaje, de ciertos materiales constructivos que son desechados, pero este debe aprovecharse mediante un proceso de transformación para que puedan ser utilizados de nuevo, como por ejemplo el hormigón, tejas y baldosas, estas pueden ser reutilizadas luego como algún tipo de relleno en construcciones viales, dicho de otra forma, se define como prefabricación y recuperación de materiales de construcción desechados.

Para comprender y resumir un poco más los conceptos anteriormente mencionados se definen de la siguiente forma.

14.1 Alternativa de reciclamiento.

“Sugiere invertir en la recuperación de un material por medio de una transformación física o química”. (Hernández Moreno, 2008)

Ilustración 11

Ejemplo de Reciclaje para Construcción Sustentable



Fuente: (Tola, 2016)

14.2 Alternativa de Refabricación

“Se considera un proceso similar al reciclamiento, pero sugiere más de un producto para la elaboración de otro final.” (Hernández Moreno, 2008)

Ilustración 12

Construcción con materia Refabricado (techo verde y revestimiento)



Fuente: (Gabriel, 2021)

Estos techo verde se conforman de material como la piedra caliza, plástico reciclado y madera, sus ventajas radican en que su costo es más accesible y después de 50 años de utilidad o uso este material es totalmente reciclable, pero antes debe pasar por un proceso de refabricación o prefabricación. (Gabriel, 2021).

Aparte de las alternativas mencionadas anteriormente también se puede considerar como otra forma de dar solución a esta problemática acatando las normativas expedidas por los entes gubernamentales alcaldía como una medida preventiva en cuanto a generación de daños ambientales, independientemente del tipo de construcción a realizar ya sea utilizando el sistema tradicional o en sistema sustentable siempre existirán los permisos establecidos para proceder y estos en su mayoría relacionan aspectos ambientales y tener en cuenta los puntos claves para lograr edificaciones sostenibles:



- Analizar las diferentes etapas, materiales y componentes usados en las edificaciones
- Implementar el manejo razonable de la energía
- Implementar una forma de ahorrar y reutilizar del agua.
- Seleccionar elementos de construcción con procesos de extracción y producción limpia
- Buscar la calidad e innovación en los métodos constructivos. (Susunaga, 2014).

15 CERTIFICACIONES DE SELLO AMBIENTAL EN EL MUNDO

Con el fin de motivar a los entes constructores, a nivel mundial se han creado una serie de certificaciones ambientales, cuyo objetivo es incentivar al mejoramiento continuo de las formas de construir, basados en diferentes criterios sostenibles, en cuanto a tratamiento, uso, y disposición de los recursos como son el agua y la energía, así mismo procesamiento y tratamiento de los materiales a necesitar, el uso eficiente de los recursos, la implementación de novedades y descubrimiento de nuevas formas de diseñar, en los diferentes ciclos de la construcción

15.1 Normativas utilizadas en el diseño de construcciones sustentables.

Cada país cuenta con una normativa, actualmente existen muchas, una importante cantidad como, por ejemplo:

- HQE, aplicada en el país de Francia.
- DGNB, regida en el país de Alemania.
- BREEAM, estipulada en Inglaterra.
- LEED, aplicada en estados unidos.

Entre otras, siendo originarias de Colombia es importante saber que normativa se rige, pues es la tipo LEED, acrónimo en inglés de “Liderazgo en Diseño Energético y Ambiental”. (Antonio, 2017)



15.2 BREEM

“Creado en 1990 por el Building Research establishment (BREE) del Reino Unido, fue el primer sello de certificación desarrollado después del protocolo de Kyoto. Este sello es una herramienta que mide la sostenibilidad de distintos tipos de edificaciones, nuevas y 23 existentes y se enfoca en los impactos de las edificaciones en su entorno. Igualmente, tiene una versión para desarrollos urbanos, denominada “BREEAM Communities”. Tiene versiones específicas para el Reino Unido, algunos países de Europa y del Golfo Pérsico” (Monroy, 2014)

15.3 GREEN STAR

“Creada en 2003 por el Consejo Australiano de Construcción Sostenible, está basado en LEED y en BREEAM. Evalúa el diseño ambiental así como la construcción de los edificios y busca establecer un lenguaje común y una medida estándar. Está diseñado especialmente para las condiciones Australianas y se han creado versiones para Nueva Zelanda y Sudáfrica. CASBEE El Sistema de Evolución Comprensivo para la Eficiencia Ambiental de Edificaciones (CASBEE por sus siglas en inglés) fue desarrollado en 2002 por el consejo Japonés de Construcción Sostenible junto con varias agencias gubernamentales de ese país. Tiene versiones para edificaciones nuevas, renovación, vivienda (unifamiliar), áreas urbanas y edificios, desarrollo urbano y avalúos inmobiliarios” (Monroy, 2014)

15.4 LEED

Se aplicó un caso de estudio sobre el LEED “Sistema de calificación Liderazgo en diseño energético y ambiental”, para investigar la configuración del uso de BIM de acuerdo con el sistema de calificación LEED y producir una plantilla de evaluación fácil de manejar que mida el



cumplimiento de los requisitos sostenibles y mide los puntos potenciales que el diseño puede lograr una buena edificación autosustentable ambientalmente, en otras palabras LEED es una herramienta de calificación que nos indica si la aplicación de los sistemas BIM, inteligencia artificial cumple con ciertos parámetros ambientales para ser aplicados al diseño de edificios sustentables. (Gilner, Galuszka, & Grychowski, 2019).

15.5 ¿Qué es una certificación LEED?

Se define como un sistema de evaluación que certifica las edificaciones sostenibles, fue creado en 1998 en Estados Unidos basado y fue basada en normativas tales como el ASHRAE/IESNA, ANSI y ASTM. (Jimenez, 2013)

15.6 Beneficios de la Certificación LEED

Estos se observan en la combinación del rendimiento ambiental, económico teniendo en cuenta que estas construcciones tienen un menor costo al momento de dar funcionamiento en su totalidad en aspectos de ahorran agua, energía y, además, lo que significa que se puede arrendar o vender mucho más rápido que los edificios convencionales. (Susunaga, 2014).

15.7 Garantías de una certificación LEED

Toda construcción que desee obtener esta certificación debe realizar los siguientes requerimientos:

1. Escoger el lugar del proyecto. (importante que la localización más acertada con el fin de evitar daños contra el medio ambiente).

2. Determinar la forma de dar un buen manejo de las aguas.



3. Determinar la forma de dar un buen manejo a la energía con respecto al ahorro.
4. Dar un buen uso de materiales constructivo.
5. Determinar cuál será la condición del entorno interior

Cada día son más países que entrar a formar parte del portafolio LEED, y aquellos a los que ya la tienen están aumenten sus listas de edificaciones verdes. (Susunaga, 2014) .

15.8 Actividades en las que se puede utilizar este sistema normativo

Existen normas específicas para cada determinado caso y dependiendo el tipo de construcción, pero en este caso se utiliza para los siguientes casos.

- Proceso de nuevas construcciones.
- Remodelación de edificios existentes (Funcionamiento y mantenimiento).
- Proceso constructivo de fachadas y estructuras.
- edificación de viviendas unifamiliares.
- Construcción de establecimientos educativos, almacenes y centros comerciales.
- Construcción de establecimientos de venta y sanitarios.
- Centro de datos. (Antonio, 2017)

15.6 ¿Qué mide la certificación LEED?

Esta mide todo lo que se relaciona con localización sostenible, ahorros de Agua, eficiencia Energética, selección de materiales, calidad Ambiental Interior e Innovación y diseño. (Antonio, 2017)

15.9 Rangos de certificación LEED

Como toda certificación tiene un porcentaje de calificación en este caso LEED maneja unos rangos y una categoría de acuerdo a eso, como, por ejemplo.

- CERTIFICADO: 40-49 puntos.
- PLATA: 50-59 puntos.
- ORO: 60-79 puntos.
- PLATINO: 80 + puntos. (Antonio, 2017).

Ilustración 13

Insignia para rangos LEED



Fuente: (Antonio, 2017)

16 APLICACIÓN O INTEGRACION DE MÉTODOS DE SIMULACION BASADOS INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LOS DISEÑO DE EDIFICIOS SOSTENIBLES

La necesidad de mejorar el consumo de energía, los recursos, introducción de materiales nuevos y ecológicos, multiplicidad de tecnologías modernas disponible, significa que los diseñadores deben hacer diseños de complejos y difíciles pensando en muchos aspectos, por eso el software de dibujo CAD se utiliza para desarrollar dibujos 2D y software de modelado 3D para



complementar el diseño hoy día, cualquier cambio realizado en el proyecto debe implementarse por separado, lo que se entiende que en todos los dibujos se aplica el cambio. (Gilner, Galuszka, & Grychowski, 2019).

Además de lo mencionado anteriormente también se ha dado el uso de BIM (Modelado de información de construcción) es una herramienta de trabajo, esta se define como una tecnología que permite desarrollar un modelo 3D integral de múltiples ramas del objeto diseñado ayudando a detectar defectos del proyecto, facilitar la coordinación interprofesional y ahorrar costes relacionados con ajustes en la fase de ejecución, mediante la ubicación del edificio, orientación, análisis de la trayectoria del sol, propiedades térmicas de los materiales, cargas de calefacción y refrigeración, iluminación natural y ventilación. Sin embargo, la sostenibilidad se preocupa más por todos los aspectos medioambientales y por todo el diseño del edificio que por la simulación energética. (Gilner, Galuszka, & Grychowski, 2019).

Explicado de otra manera, con la utilización de BIM podemos realizar un análisis a computadora más inclusivo donde este puede identificar posibles factores que coloquen en riesgo la seguridad permitiendo inspeccionar de manera más eficiente cualquier peligro o riesgo que se pueden encontrar en las construcciones ya sea durante la edificación de esos sitios o en el transcurso de vida de estos sitios. (JWTARQ, 2020).

Según las investigaciones, puede ahorrar alrededor del 20% de tiempo dedicado a comprobar y corregir dibujos CAD, Sin embargo, el sistema **BIM** tiene sus limitaciones como lo son unas posibles comprobaciones de colisiones, códigos y las reglas se pueden aplicar al modelo completo, es decir, después de realizar la mayor parte del diseño y ver que este funciona, entonces se realizan correcciones y cambios, en algunos casos las correcciones necesarias pueden ser



pequeñas, pero a veces drástico y requiriendo una gran cantidad de trabajo, tiempo y costos. (Gilner, Galuszka, & Grychowski, 2019).

17 ETAPAS EN LA QUE SE APLICA LOS MÉTODOS DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA IMPLEMENTACIÓN DE EDIFICIOS SUSTENTABLES

Si bien los estudios de caso anteriores muestran el intento de aplicar métodos de modelado de IA (inteligencia artificial) en las primeras etapas de diseño e incluso la etapa de implementación la cual consta de aplicación de ingeniería de valor, diseño detallado, elección de materiales, especificación detallada y planificación. Las decisiones tomadas durante estas fases tienen un gran impacto en el presupuesto del proyecto y resultado final. (Gilner, Galuszka, & Grychowski, 2019).

18 ¿CÓMO SE DEFINE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL (IA) EN EL SECTOR CONSTRUCCIÓN?

La inteligencia artificial se define como una rama de la informática cuya función es crear maquinas inteligentes que sean capaces de realizar actividades que requieran inteligencia humana, la IA es una ciencia que puede llegar a tener múltiples enfoques en términos más fáciles de comprender, cuando hablamos de inteligencia artificial nos referimos a los sistemas y maquinas que imitan nuestra inteligencia a la hora de realizar una actividad y de cómo estas tienen la capacidad de mejorar o incluso realizar un trabajo más beneficioso de estas actividades a partir de información recopilada. (JWTARQ, 2020).

Dentro de esta rama podemos encontrar temas tales como la realidad virtual y aumentada, domotica y edificio inteligente o smarhome y muchos otros más.



18.1 REALIDAD VIRTUAL Y AUMENTADA.

Lo primero es definir estos conceptos para tener una idea más clara hacia donde estamos mirando cuando se está construyendo, esta realidad se sumerge en un mundo totalmente virtual para sentir un entorno de material audiovisual o en ocasiones manipular objetos, hoy en día existe gran cantidad de dispositivos desarrollados para este fin. Con estos elementos enfocados a la construcción pueden llegar ser muy atractivos a la hora de presentar un proyecto arquitectónico y así tener una perspectiva una idea de cómo será la construcción a futuro. Por otra parte, la realidad aumentada se define como la información digital en elementos de este tipo de tecnología la cual combina una cámara 3D y al mismo tiempo es posible transmitir videos en 360°. (JWTARQ, 2020).

Ambas realidades pueden dar fin a la necesidad que tienen los ingenieros y arquitectos en cuanto a realizar visitas periódicas a las obras y así economizar en tiempo y dinero. (JWTARQ, 2020)

18.2 DESARROLLO DE LA DOMOTICA.

La domótica se define como una novedad en la última década la cual tiene como objetivo principal optimizar el confort, la domótica ha revolucionado las tecnologías de comunicaciones inalámbrica y de la robótica. (JWTARQ, 2020)

Esta novedad ofrece más autonomía en la realización de tareas diarias, las nuevas tecnologías que se implementan en los hogares fomentan la relación del usuario con el exterior dando lugar a ciertos sistemas de ahorro como, por ejemplo:

- Sistema de iluminación: se adapta a la luz natural ajustándose a las necesidades del momento. (JWTARQ, 2020)
- Sistema de climatización: implementación de un sistema que se encarga de regular el valor calorífero interno de una vivienda, teniendo en cuenta la temperatura exterior, y tiempo horario al igual que la automatización inteligente de cortina, persianas y demás elementos que mejoren el aprovechamiento de la energía solar. (JWTARQ, 2020)
- Electrodomésticos: se instale una programación para estos de no funcionamiento en horarios donde no son necesarios reduciendo el consumo de energía. (JWTARQ, 2020)
- Fugas de gas: implementación de sistema de control y regulación centralizados que permitan detectar posibles fugas e informar en caso de irregularidades del servicio. (JWTARQ, 2020).
- Fugas de agua: instalar este sistema nos ayuda a detectar pérdidas en el suministro y provoque un corte del mismo así como el uso de grifos inteligentes donde detecten pérdidas, también donde regule el caudal y temperatura del fluido. (JWTARQ, 2020).

18.3 EDIFICIO INTELIGENTE O SMARTHOME.

En un edificio inteligente debe contar con un sistema de comunicación que tenga todos los equipos instalados conectados en el entorno y en funciones de los datos recibidos dentro de los cuales se cumplan los objetivos, los cuales se enfocan en diferentes áreas o partes como lo son:

- En la parte arquitectónica: desde este aspecto debe satisfacer las necesidades primordiales de los usuarios con respecto a comodidad, garantía, vida útil y en la parte estética que permita llevar a cabo las remodelaciones rápidas. (JWTARQ, 2020).



- En el área de nivel tecnológico. Aquí debe de haber un gran número de integrados en la parte del sistemas de telecomunicaciones avanzadas. (JWTARQ, 2020).
- Área ambiental: tener y respetar ciertos compromisos con el medio ambiente que va desde el tipo de material con el que se realiza la construcción donde se evidencie la optimización de los recursos hasta el destino final que tienen los residuos obtenidos a partir de la construcción como también la previsión de la reducción de los residuos generados por la población que vive en estos lugares. (JWTARQ, 2020).
- Nivel económico: en este punto se busca la reducción de todos gastos que tiene el funcionamiento y mantenimiento y así alargar la vida útil y adquisición. (JWTARQ, 2020).

19 EDIFICIOS SUSTENTABLES EN EL MUNDO

La actual situación económica y el auge del crecimiento exponencial de la población ha incrementado las edificaciones, actualmente los gobiernos buscan solucionar la problemática que esto causa, como por ejemplo el gobierno colombiano, debe buscar mejoras en las construcciones, en cuanto a las afectaciones producidas por la gran demanda de viviendas y edificios que día a día se construyen, aumentando su cantidad, se debe empezar a conocer la implementación de una gran variedad de estos sistemas sostenibles, capacitando e informado y definiendo políticas (o normas) por parte de los entes encargados. No solo Colombia quiere favorecer al medio ambiente con esta estrategia sino también países, por ejemplo, China, Canadá, Holanda, el Reino Unido, México entre otros. (Ochoa, 2020) ,

En los países como china, Canadá e India ya cuentan con aproximadamente 753 mil edificios que tienen certificación LEED, en países de América Latina están iniciando a

implementar estas certificaciones, en Brasil y México están dentro de los países con certificación LEED. (Villegas, 2019).

Algunas de las ciudades y los edificios sustentables construidos a lo largo del mundo son:

19.1 El edificio de Edge de Deloitte.

Localizado en Ámsterdam-Holanda, su construcción finalizó en 2015, este edificio es considerado el edificio más inteligente y sostenible del mundo se caracteriza por tener paneles solares en el techo que ayudan a mantener la energía de forma neutral. (EADIC, 2017)

Ilustración 14

The Edge de Deloitte



Fuente: (staff, 2015)

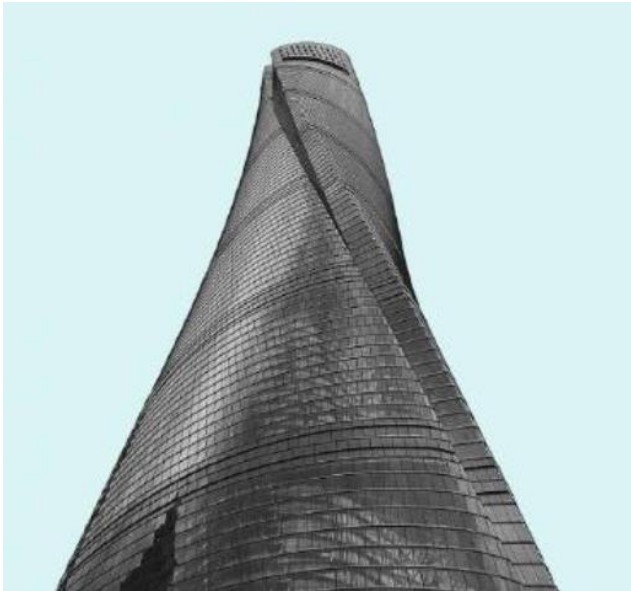
19.2 El edificio de Shanghai Tower

Ubicado en China, se caracteriza por el material que se utilizó en su fabricación ya que fueron reciclados o producidos en los alrededores de la obra, este edificio tiene un consumo

energético muy bajo puesto que aprovecha al máximo la luz natural y el viento, tiene un sistema bioclimático de doble fachada que sirve para colocar jardines dentro del edificio (Villegas, 2019).

Ilustración 15

Torre de Shanghai



Fuente: (Villegas, 2019)

19.3 El edificio de Bullitt Center en Seattle-Washington

Se encuentra localizado en Washington y su característica principal es que el 100% de su potencia proviene de energías renovables, posee un 83% más de eficiencia energética en promedio y por último uno de los ejemplos es la Torre Reforma en la Ciudad de México, considerada la más alta de país y reconocida como el mejor rascacielos del mundo en 2018, se caracteriza por tener un sistema que ahorra 24% de energía, puede captar el agua de lluvia con utilidad de inmediato consumo sin utilizar un sistema de drenaje y por último se caracteriza por tener un estacionamiento que disminuye la emisión de CO₂. (Ochoa, 2020).

Ilustración 16

The Bullitt Center



Fuente: (Bhaff, 2015)

19.4 Edificio Norvatis Colombia

Ubicada en Bogotá, “se convirtió en la primera edificación colombiana en obtener la certificación LEED (Líder en Eficiencia y Diseño Sostenible, por sus siglas en inglés), en la categoría Plata, otorgada por el Consejo de la Construcción Sostenible de Estados Unidos (en inglés US Green Building Council, USGBC)” (ArquitectObra, 2012). Es una obra que consta de 9.500 m², nueve (9) pisos y dos (2) sótanos, un salón múltiple, y un comedor. Cuenta con particularidades en ahorro de iluminación, energía, mediante un sistema de ventilación natural; de igual manera tiene un sistema de dampers automatizados, cuenta con un tanque de almacenamiento de aguas lluvias, la cual suministra agua a los sanitarios, los aparatos usados en los orinales son

secos, cuenta con vegetación nativa y adaptativa, cuenta con una cubierta verde, área especial de reciclaje, parque especial de bicicletas, duchas, etc. (ArquitectObra, 2012)

Ilustración 17

Edificio Novartis en Bogotá



Fuente: (ArquitectObra, 2012)

19.5 Edificio Bancolombia

“Ubicado en la Ciudad de Medellín (Consejo Colombiano de Construcción Sostenible), está compuesto por dos edificios de 12 pisos y un área construida de 125.000 m²,. Hay cinco niveles de parqueaderos, siete niveles de espacio de oficinas, cuatro de ellos conectados por dos puentes dobles de 50 metros, un nivel de salas de reuniones, un centro de conferencias y un nivel de restaurante, cafeterías, centros de acondicionamientos físico y áreas de descanso y relajación. Para conservar la integridad ecológica del lugar se sembraron cerca de 1000 especies de plantas; la disposición del aire acondicionado en pisos y no en techos permite una reducción del consumo

energético cercana al 30% y el sistema de recolección de aguas en las cubiertas reduce en un 40% el agua consumida por las torres de enfriamiento.” (Monroy, 2014)

Ilustración 18 Edificio de Bancolombia-Medellín



Fuente: (CORREA, 2009)

20 MATRIZ AMBIENTAL

Se construyó una matriz ambiental basada en la actividad o proceso constructivo de un edificio, y cuál es el aspecto e impacto que este genera, (ver anexo 1): teniendo en cuenta:

1. Proceso dentro de la empresa, proyecto u organización que ejecuta la obra a construir
2. Actividad específica: si es del área administrativa, operativa o de funcionamiento
3. Descripción de la actividad: son las diferentes tareas o actividades que involucran entra detallada las actividades,
4. Cuáles son las entradas y salidas dentro del proceso,

5. Aspecto ambiental genera
6. FRECUENCIA: Se refiere a la frecuente realización de una o varias actividades dentro de la organización del aspecto identificado asociado a la actividad

Se calificará con los siguientes parámetros

- Baja: Se dará una calificación de 1 (Si se realiza 1 o 2 veces al mes)
 - Media: Se dará una calificación de 5 (Si se realiza 1 o 2 veces a la semana)
 - Alta: Se dará una calificación de 10 (Si se realiza todos los días)
7. RECURSO: que recurso afecta, suelo, aire, agua, ecosistemas, flora y fauna.
8. IMPACTO AMBIENTAL: es que impacto genera la actividad teniendo en cuenta el recurso afectado y el aspecto ambiental.
9. CONTAMINANTES: si existe contaminante que afecten el recurso
10. CONSECUENCIAS: Son las afectaciones y alteraciones en cuanto a salud, al medio ambiente o alteraciones
11. POSIBLES SOLUCIONES: son las alternativas que se tienen para mitigar el impacto

Finalmente se encuentra la escala de valoración cuantitativa para determinar la calificación del impacto. Para esto se tienen en cuenta:

12. NATURALEZA: Se define si es impacto es favorable (positivo +) o nocivo (negativo -) con respecto al medio afectado:

Positivo (+): Restablece la condición medioambiental de la edificación o entorno.

Negativo (-): Degrada las condiciones medioambientales de la edificación o el entorno.

13. PROBABILIDAD DE PRESENCIA DEL IMPACTO: Es el grado de posibilidad que existe de que ocurra el impacto:

- Poco Probable: Se dará una calificación de 1 (Si el impacto puede aparecer lentamente, afectado mínimamente al entorno natural)
- Probable: Se dará una calificación de 5 (Si el impacto puede aparecer lentamente, afectado una parte del entorno natural)
- Muy Probable: Se dará una calificación de 10 (Si el impacto puede aparecer moderadamente afectado la mayor parte del entorno natural)
- Cierta: se dará una calificación de 20 (Si el impacto aparece inmediatamente afectando toda el área natural)

14. MANIFESTACION DEL IMPACTO: Evalúa la Velocidad en que se desarrolla el impacto desde su inicio- hasta sus consecuencias. Se calificará con los siguientes parámetros:

- Largo Plazo: Se dará una calificación de 1 (Si el impacto se pueda generar dentro de 1 a 2 años)
- Mediano Plazo: Se dará una calificación de 5 (Si el impacto se pueda generar dentro de 1 o 2 meses)
- Corto Plazo: Se dará una calificación de 10 (Si el impacto se pueda generar dentro de 1 a 2 semanas)
- Inmediato: Se dará una calificación de 20 (Si el impacto se genera de inmediato junto con la actividad)

15. INTENSIDAD: es la evolución que se produce sobre el componente ambiental comparando el estado inicial y estado futuro. Se calificarán los siguientes parámetros

- Baja: Se dará una calificación de 1 (Si el impacto afecta una parte mínima del área afectada)



- Media: Se dará una calificación de 5 (Si el impacto afecta una mayor parte del área afectada)
- Alta: Se dará una calificación de 10 (Si el impacto destruye totalmente el área afectada)

16. EXTENSION DEL IMPACTO: Se refiere a la fracción destruida del área impactada a causa de la intensidad del impacto Las fracciones son otras áreas que fueron afectadas por el impacto, tanto áreas internas y externas del entorno natural.

Se calificarán los siguientes parámetros

- Puntual: Se dará una calificación de 1 (Si el impacto afecta el entorno natural ubicada en el sitio donde se labora)
- Local: Se dará una calificación de 5 (Si el impacto afecta el entorno natural de otras áreas donde se labora)
- Regional: Se dará una calificación de 10 (Si el impacto afecto completamente al área de trabajo, a otras áreas y al medio ambiente)

17. INTENSIDAD: es la evolución que se produce sobre el componente ambiental comparando el estado inicial y estado futuro. Se calificarán los siguientes parámetros

18. EXTENSION DEL IMPACTO: Se refiere a la fracción destruida del área impactada a causa de la intensidad del impacto Las fracciones son otras áreas que fueron afectadas por el impacto, tanto áreas internas y externas del entorno natural.

ACLARACION: Es importante matizar que no se debe vincular, ni confundir, la intensidad con la extensión del impacto. La intensidad involucra la destrucción o evolución del agente ambiental, y la extensión es el área sobre la que se produce el efecto, puede ocasionar una destrucción alta en una extensión pequeña

19. REVERSIBILIDAD DEL IMPACTO: es la eventualidad de parcial o total del entorno damnificado por el impacto. Ya sea con mecanismos del propio medio o por intervención humana. Se calificará con los siguientes parámetros:

- Corto Plazo: Se dará una calificación de 1 (Si el impacto puede ser R/R dentro de 1 o 2 semanas)
- Mediano Plazo: Se dará una calificación de 5 (Si el impacto puede ser R/R dentro de 1 o 2 meses)
- Largo Plazo: Se dará una calificación de 10 (Si el impacto puede ser R/R dentro de 1 o 2 años)
- Irreversible: Se dará una calificación de 20 (Si el impacto ya no se puede ser reversible ni recuperable)

20. SIGNIFICANCIA: Se refiere a aquel impacto ambiental ya identificado y que su efecto pueda ser altamente crítico o beneficioso sobre el entorno natural o recurso natural Y tiene que ser inmediatamente controlado o mitigado por intervención humana. Se calificará realizando la siguiente ecuación:

$$IA: [FRECUENCIA + MANIFESTACION + INTENSIDAD + EXTENCION + RR] = SIGNIFICANCIA$$

Tabla 2

Rango significancia

Tabla N° 2

RANGO	TIPO	CALIFICACION
0 ≤ 25	Normal	Verde
26 ≤ 50	Leve	Amarillo
51 ≤ 75	Severo	Naranja
76 ≤ 100	Crítico	Rojo

A continuación, se establecen los rangos respectivos para determinar la importancia del impacto ambiental significativo.

- **NORMAL:** Se refiere al impacto en su magnitud, y grado de afectación no ocasiona daños considerables al entorno natural, su duración es reversible a corto plazo, y su calificación será de color verde.
- **IMPACTO AMBIENTAL LEVE:** Es aquel impacto que se considera con una intensidad media, extensión local, y su reversibilidad puede ser a mediano plazo, las medidas a tomar son de mitigar, corregir y prevenir, su calificación será de color amarillo.
- **SEVERO:** En esta categoría los impactos suelen tener una intensidad alta, manifestación a largo plazo. y reversibles a largo plazo, las medidas a tomar son de mitigar, corregir, prevenir y compensar, su calificación será de color naranja.
- **CRITICO:** esta categoría tiene una alta intensidad, con expansión regional, afectando a varios recursos naturales, su manifestación es de forma inmediata, reversibles a largo plazo y hasta irreversibles, las medidas a tomar son de mitigar, corregir, prevenir y compensar, su calificación será de color rojo.

20.1 ANALISIS MATRIZ AMBIENTAL

Toda construcción tiene etapas en las cuales se desarrolla la obra, el correcto análisis y planificación de los trabajos, conlleva al éxito del proyecto. Es importante tener en cuenta:

- **Análisis detallado de cada una de las actividades:** es decir: investigar, verificar con experimentos pequeños, hacer modelamiento en software y sobre todo tener una correcta planificación de los trabajos

- Ser conscientes de las implicaciones que tiene la obra, es decir, realizar trámites bajo el principio de la legalidad, y la ética profesional.
- Contribuir con el mejoramiento continuo en las actividades constructivas y sobre minimizar los impactos

En la matriz ambiental, se determinaron una serie de actividades generales, las cuales implican impactos positivos y negativos, la valoración cuantitativa arrojó una significancia ambiental en normal, leve, severo y crítico, para poder contribuir al cuidado medioambiental es necesario la implementación de soluciones a corto, mediano y largo plazo, esto con el fin de buscar que la edificación cumple con los estándares mínimos de las certificaciones:

Tabla 3

Medidas a Implementar

RECURSO	POSIBLES SOLUCIONES	APARATOS O MEDIDAS
AGUA	Antes, durante y después de la construcción se debe tomar medidas que disminuya el consumo de agua	Uso estricto del recurso Implementación de aparatos ahorradores de agua Aprovechamiento del agua lluvia para actividades diferentes de consumo Separación de los vertimientos del agua
AIRE	Durante la construcción el encerramiento	Sistemas automatizados Diseño de fachadas con entradas de aire natural

	Revisión periódica de maquinaria, vehículos y equipos usados	Prohibido fumar	Utilización de medios de transporte compartidos
	Diseñar el edificio con el aprovechamiento del aire libre para evitar la dotación de equipos de aire acondicionad	Promover el uso de la bicicleta	
SUELO	Realizar un estudio de riesgo ya amenaza sísmica	Realizar compensación ambiental	Respetar los espacios verdes cercanos a la obra o dentro de la misma
	Cumplir con los requerimientos exigidos en las normas de construcciones	Utilización de techos verdes	
	Dar uso adecuado de el terreno a construir		
ENERGIA	Realizar un estudio de la zona en cuanto a clima, ubicación y la posible implementación de paneles solares	Implementación de equipos ahorradores de energía	Cumplir con las normativas implementadas en la RETIE
	Estudios para el posible aprovechamiento del aire para la generación de energía eólica.		
	Estudios e investigaciones para la generación de energía a partir		

del gas metano, proveniente de la
descomposición de residuos
sólidos, desechos orgánicos del
estiércol de animales.

21 CONCLUSIONES

- En ciudades de clima cálido con temperaturas de hasta 32° C se observa un gran consumo energético a razón del empleo de equipos aclimatadores, los cuales generan un mayor gasto de electricidad y así perjudica el medio ambiente ya que la energía eléctrica es proveniente de comburentes fósiles, por ejemplo: el carbón, el petróleo, gas natural entre otros, por razones como esta es que se busca día tras día mejorar el sistema de diseño sustentable, para mitigar daños ambientales a los recursos.
- Se puede concluir que los pilares de la sustentabilidad en un diseño no se pueden hacer si no se tienen en cuentas aspectos ambientales, sociales y económico.
- En la fase inicial de un edificio, es donde se debe planificar y proyectar la mitigación de la mayoría de los problemas, como por ejemplo los excesos materiales de construcción que luego se convierten en desperdicios, contaminación al recurso suelo, agua, y aire, se puede evitar el alto consumo de energía y agua en los edificios.
- Se concluye que el objetivo de un diseño sustentables es certificar y proteger las construcciones desde una adecuada administración de los recursos para evitar deterioro, y contaminación en el medio ambiente.



- Actualmente se cuenta con diferentes métodos que facilitan la implantación de la construcción de un edificio sustentable, con la creciente demanda de diseño de edificios sostenibles, todas las herramientas de simulación de energía del edificio están ampliamente involucradas en el proceso de diseño para ahorrar energía y mejorar el rendimiento del edificio mediante métodos de inteligencia artificial.

- Tener una certificación LEED, define y aprueba proyecto de construcción como parte de un diseño sustentable.

- Todas las nuevas alternativas de construcción son desarrolladas con el fin de detener el deterioro medio ambiental que viene en crecimiento por la sobrepoblación y actividades que el hombre hace.



BIBLIOGRAFÍA

- Reinar s.a. (09 de 12 de 2016). *historia de la construcción*. Obtenido de Reinar s.a:
<https://www.reinarsa.com/2016/12/09/historia-de-la-construccion/#:~:text=Primeramente%20se%20inici%C3%B3%20con%20materiales,%20C%20hormig%C3%B3n%20C%20metal%20y%20pl%C3%A1stico.>
- Agencia Internacional de la Energía. (Noviembre de 2015). *Energía solar*. Obtenido de acciona business as unusual: <https://www.acciona.com/es/energias-renovables/energia-solar/>
- Ahmed et al. (2020). Impact of sustainable design in the construction sector on climate.
- Antonio. (01 de MARZO de 2017). *CONSTRUCCIONES SUSTENTABLES[PDF]*. Obtenido de [http://www.fernandezantonio.com.ar/Documentos/G-U03-02_Construcci%C3%83%C2%B3n_Sustentable\[1\].pdf](http://www.fernandezantonio.com.ar/Documentos/G-U03-02_Construcci%C3%83%C2%B3n_Sustentable[1].pdf)
- Arcus. (27 de junio de 2017). *tipos de construcciones sustentables*. Obtenido de <https://www.arcus-global.com/wp/tipos-de-construcciones-sustentables/>
- ArquitectObra. (12 de Abril de 2012). *ArquitectObra*. Obtenido de <http://arquitectobra.blogspot.com/2012/04/edificio-novartis-en-bogota-obtiene.html>
- Balcucho et al. (2020). *Propuesta de diseño de una vivienda rural sostenible bio inspirada*. paipa-boyaca: AT arquitecto.
- Bhaff, S. (27 de Marzo de 2015). *Bullitt Center tops its green goals, is making energy to spare*. Obtenido de the seattle times: <https://www.seattletimes.com/business/real-estate/bullitt-center-tops-its-green-goals/>



casas rodrigo. (01 de julio de 2020). ¿Qué es la arquitectura bioclimática? [video]. youtube.

Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=dX6T1Nc5ODc>

CCCS. (27 de junio de 2016). *Resolución 0549 de 2015*. Obtenido de consejo colombiano de construcción sostenible CCCS: <https://www.cccs.org.co/wp/download/resolucion-0549-de-2015/>

CCCS. (4 de ABRIL de 2016). *DISEÑO Y CONSTRUCCION DE SOLUCIONES HABITACIONALES EN COLOMBIA*. Obtenido de Consejo Colombiano de Construcción Sostenible: <https://www.cccs.org.co/wp/wp-content/uploads/filebase/2016-04-04-PropuestaRefCasa.pdf>

CONPES, C. N. (2018). *POLÍTICA NACIONAL DE EDIFICACIONES SOSTENIBLES*. bogota: Documento copenes.

CORREA, D. (8 de AGOSTO de 2009). Obtenido de <https://www.flickr.com/photos/dairocorrea/3843685522>

Dayli. (2010 de julio de 2014). *innovat*. Obtenido de <https://www.innovat.org.ar/2020/07/14/>

Diaz, p. (05 de abril de 2017). *Evolución en los materiales de construcción: vivienda*. Obtenido de centro urbano: <https://centrourbano.com/2017/04/05/evolucion-los-materiales-construccion-vivienda/>

EADIC. (4 de abril de 2017). *EADIC Formación y Consultoría*. Obtenido de <https://www.eadic.com/edge-el-edificio-mas-inteligente-del-mundo/>



EL TIEMPO. (16 de Junio de 2019). *Edificaciones con Fallas estructurales*. Obtenido de <https://www.eltiempo.com/colombia/medellin/los-edificios-con-fallas-estructurales-en-antioquia-376084>

EMARQ. (29 de Abril de 2020). *¿Cómo son las construcciones de adobe?* Obtenido de EMARQ: <https://www.emarq.net/blog/como-son-las-construcciones-de-adobe>

Epec. (04 de junio de 2008). *Las energías renovables*. Obtenido de Epec: <https://web.epec.com.ar/docs/educativo/institucional/renovables.pdf>

Esteves, m. (noviembre de 2020). *LNEG - Laboratório Nacional de Energia e Geologia*. Obtenido de Arquitectura bioclimática y sustentable: <https://repositorio.lneg.pt/handle/10400.9/3462>

Esteves, r. (08 de octubre de 2015). *Beneficios del diseño sostenible en la edificación*. Obtenido de eco inteligencia: <https://www.ecointeligencia.com/2015/09/beneficios-diseno-sostenible-edificacion/>

Franco, j. (25 de noviembre de 2013). *"Arquitectura Biomimética: ¿Qué podemos aprender de la Naturaleza?"*. Obtenido de ArchDaily: <https://www.archdaily.co/co/02-312614/arquitectura-biomimetica-que-podemos-aprender-de-la-naturaleza>

Gabriel, j. (12 de junio de 2021). *"Product Innovation Challenge: 10 Productos Sustentables para la Construcción del Futuro"*. Obtenido de ArchDaily: <https://www.archdaily.co/co/02-297454/product-innovation-challenge-10-productos-sustentables-para-la-construccion-del-futuro>

Garcia, e. (2013). *Estudio del arte atravez de la historia contextualizada[version PDF]*. Obtenido de



https://www.osakidetza.euskadi.eus/contenidos/informacion/industrializacion/es_industri/adjuntos/capII.pdf

Gilner, e., Galuszka, a., & Grychowski, T. (2019). *Application of Artificial Intelligence Methods*. Springer Nature Switzerland AG.

Heredia, P. (. (23 de mayo de 2016). *¿Qué es un edificio verde?* Obtenido de Fundacion renovable:
<https://fundacionrenovables.org/que-es-un-edificio-verde/>

Hernández Moreno, S. (2008). *Diseño sustentable de materiales de contruccion*. toluca.

Huertas, s. (2010). *historia de la construccion: la fundacion de una disciplina*.

INGENIEROS Y ARQUITECTOS. (02 de NOVIEMBRE de 2020). *SOCIEDAD ANTIOQUEÑA DE INGENIEROS Y ARQUITECTOS*. Obtenido de <https://sai.org.co/lo-que-se-debe-saber-de-la-norma-nsr-10/>

Jimenez, D. (15 de noviembre de 2013). *IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE CERTIFICACIÓN LEED EN COLOMBIA [pdf]*. Obtenido de ArevaloPargaDianaJimena2013.pdf:
<https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/handle/10654/10830/ArevaloPargaDianaJimena2013.pdf>

JWTARQ. (14 de Septiembre de 2020). *Inteligencia Artificial en la Arquitectura*. Obtenido de JWTARQ: <https://www.jwtarq.com/post/inteligencia-artificial-en-la-arquitectura>

López, m. (04 de junio de 2020). *¿Qué es la arquitectura sustentable? 5 ejemplos*. Obtenido de expok comunicacion de sustentabilidad y RSE: <https://www.expoknews.com/que-es-la-arquitectura-sustentable-5-ejemplos/>



Malaver, p., & ortiz, n. (2018). *Análisis de las edificaciones sustentables como la mejor alternativa económica, social y ambiental para la construcción en Colombia*. Obtenido de universidad la gran colombia: <https://repository.ugc.edu.co/handle/11396/3983>

Martinez, p. (2013). *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN PROTOTIPO BIODIGESTOR TIPO MIXTO PARA LA*. bogota: UNIVERSIDAD DE SAN BUENAVENTURA.

Minambiente. (10 de junio de 2021). *Edificaciones Sostenibles*. Obtenido de minambiente: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/2054-plantilla->

Monroy, J. M. (2014). Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/jspui/bitstream/10983/1727/1/CONSTRUCCI%C3%93N%20SOSTENIBLE,%20UNA%20ALTERNATIVA%20PARA%20LA%20EDIFICACI%C3%93N%20DE%20VIVIENDAS%20DE%20INTERES%20SOCIAL%20Y%20PRIORITARIO.pdf>

Ochoa, a. (24 de 8 de 2020). *Los edificios sustentables más famosos del mundo*. Obtenido de planeta AD: <https://www.admagazine.com/sustentabilidad/los-edificios-sustentables-mas-famosos-del-mundo-20200824-7290-articulos.html>

Ortiz, a., Rivera, j., Mejia, j., & Silvestre, a. (2010). *Edificaciones sustentables : edificio de posgrados un ejemplo de aplicación*. Obtenido de universidad libre: <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/16950>

Perez, r. (2017). *edificaciones sutentables*. mexico: editoria digital tecnologico de monterrey.

Reformas. (26 de octubre de 2020). *Tipos De Arquitectura Sustentable*. Obtenido de reformas10: <https://www.reformas10.com/informaciones/tipos-de-arquitectura-sustentable/>



sala, i. (16 de 07 de 2013). *las energias renovables en edificacion, ventajas y viabilidad en eolica, solar y biomasa*. Obtenido de construccion 21-españa la red social para edificios y las ciudades sostenibles: <https://www.construction21.org/espana/articulos/h/las-energias-renovables-en-edificacion-ventajas-y-viabilidad-en-eolica-solar-y-biomasa.html>

Sanchez, a. (2021). *¿Que son las construcciones sustentables?* Obtenido de KLAREA: <https://www.klarea.mx/blog/que-son-las-construcciones-sustentables>

Sorbas, a. d. (28 de octubre de 2013). *Construcción de ladrillos de adobe*. Obtenido de Aloe de Sorbas construccion sostenible: <https://aloedesorbas.wordpress.com/2013/10/28/construccion-de-ladrillos-de-adobe/>

staff, E. (23 de Noviembre de 2015). *On "the Edge" of Sustainability*. Obtenido de <https://www.lifegate.com/gallery/edge-sustainability>

Susunaga, j. (2014). *Construccion sostenible una alternativa para la edificacion de viviendas de interes social y prioritario*.

Tola, m. (2016). *"USO DE TUBOS DE CARTON RECICLADOS COMO RECURSO EXPRESIVO PARA EL DISEÑO INTERIOR"*. cuenca: universidad de uzuay.

UNFPA. (Agosto de 2007). *Ciudad, espacio y Poblacion*. Obtenido de El proceso de urbanizacion en Colombia: https://www.uexternado.edu.co/wp-content/uploads/2017/04/Ciudad_espacio_y_poblacion._El_proceso_de-Urbanizacion.pdf

Vamos buenos aires. (07 de noviembre de 2014). *Qué es la construcción sustentable* [video]. youtube. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=1G0naILW5eI>



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!



vanessa, e. (2020). *¿De dónde proviene la energía eléctrica?* Obtenido de naturaleza mia:

<https://naturalezamia.com/c-variedades/de-donde-proviene-la-energia-electrica/>

Villegas, I. (22 de mayo de 2019). *Conoce los mejores edificios sustentables*. Obtenido de bioguia:

https://www.bioguia.com/ambiente/mejores-edificios-sustentables_36780115.html



22 ANEXO

Tabla 3 Matriz Ambiental en la etapa de Planeación

PROCESO	ACTIVIDAD ESPECIFICA	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	ENTRADAS	SALIDAS	ASPECTOS	FRECUENCIA DEL ASPECTO	RECURSO	IMPACTO AMBIENTAL	CONTAMINANTES	CONSECUENCIAS	POSIBLES SOLUCIONES	VALORACION CUANTITATIVA							
												FACTIBILIDAD DEL IMPACTO	PROBABILIDAD DEL IMPACTO	MANIFESTACION DEL IMPACTO	INTENSIDAD DEL IMPACTO	EXTENSION DEL IMPACTO	REVERSIBILIDAD DEL IMPACTO	SIGNIFICANCIA DEL IMPACTO	IMPACTO AMBIENTAL
PLANEACION ADMINISTRATIVA		<ul style="list-style-type: none"> • Estudios previos • Desarrollar el Plan de Gestión del Proyecto • Requisitos • Alcance • Desglose de trabajo (EDT) • Actividades • Recursos Humanos y Económicos • Cronogramas • Comunicaciones • Riesgos • Compras y Adquisiciones • Contratación • Bitácora 			<ul style="list-style-type: none"> • Uso de agua potable • Utilización de energía eléctrica • Utilización de papel de oficina • Generación de residuos biodegradables • Verimientos • Aguas residuales al alcantarillado • Generación de residuos sólidos ordinarios • Consumo de combustibles fósiles líquidos • Generación de empuñes 	5	AGUA	Agotamiento de las riquezas naturales	ninguno	El agotamiento del recurso.	Programa de Ahorro y Uso eficiente del agua	1	20	10	1	5	42		
												5	5	5	5	10	70		
												5	5	5	5	1	46		
												10	10	10	10	1	66		
												5	5	5	5	10	70		
												5	5	5	5	10	55		
												5	5	5	5	20	80		
												10	10	10	10	20	85		

Tabla 4 Matriz Ambiental en la etapa de Preliminares

MATRIZ DE DISEÑO DE EDIFICIOS SUSTENTABLES																			
PROCESO	ACTIVIDAD ESPECIFICA	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	ENTRADAS	SALIDAS	ASPECTOS	FRECUENCIA DEL ASPECTO	RECURSO	IMPACTO AMBIENTAL	CONTAMINANTES	CONSECUENCIAS	POSIBLES SOLUCIONES	VALORACIÓN CUANTITATIVA							
												FC IMPACTO DE NATURALEZA DEL IMPACTO	ACCIÓN DEL IMPACTO	PROBABILIDAD DE PRESENCIA DEL IMPACTO	MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO	CACON	INTENSIDAD DEL IMPACTO	EXTENSIÓN DEL IMPACTO	REVERSIBILIDAD DEL IMPACTO
PRELIMINARES	OPERATIVO	<ul style="list-style-type: none"> • Licencias • Permisos • Bodega De Mano De Obra • Bodega De Materiales • Servicios Sanitarios • Maquinaria, Herramientas, Trabajo • Residuos, Elementos de Protección Personal, Materiales • Demoliciones • Nivelación • Compacación • Delimitación Del Área • Preparación Del Terreno • Instalación • Análisis Inicial De Obra 	<ul style="list-style-type: none"> • Agua potable • Energía eléctrica • Combustibles fósiles líquidos • Emisiones atmosféricas provenientes de fuentes móviles • Residuos de EPP, Empleo, Residuos 	<ul style="list-style-type: none"> • Agua • ECOSISTEMAS • ECOSISTEMAS • Aire • Agua • Biodiversidad • Otras • Suelo • Otras 	<ul style="list-style-type: none"> • Agotamiento de las riquezas naturales • Afectación mediambiental • Alteración de las propiedades físicas químicas y biológicas de los recursos • Contaminación del recurso aire • Contaminación de aguas superficiales • Deterioro en la calidad del aire • Afectación al medio ambiente • Contaminación del suelo • Contribución al desarrollo de la calidad de vida 	<ul style="list-style-type: none"> • Ninguna emisión atmosférica como Dióxido de carbono, Monóxido de carbono • Emisión de Dióxido de carbono, Monóxido de carbono • Bacterias coliformes fecales • Emisión de Dióxido de carbono, Monóxido de carbono 	<ul style="list-style-type: none"> • El agotamiento del recurso acústica y visual, contaminación • Afectación a salud y medio ambiente • Afectación a salud, aire • pérdida de la biota, afectación a la salud • Afectación a salud, suelo, agua • Problemas de salud, y afectación • Afectación a la biota del subsuelo • Agotamiento del recurso 	<ul style="list-style-type: none"> • Uso eficiente del agua • Implementación de ahorro y uso eficiente de recursos • Programa de mantenimiento de vehículos y perforaciones y/o excavaciones • Programa de mantenimiento de vehículos y PTAR • Programa de mantenimiento de maquinaria, vehículos • Tratamiento adecuado de los EPP, y disposición • Compensación ambiental • Mejorar la Calidad de vida de las personas 	1	20	10	1	5	47	LEVE				
									20	20	10	5	10	75	SEVERO				
									20	20	10	5	20	80	CRITICO				
									20	20	10	5	10	75	SEVERO				
									20	20	10	10	5	75	SEVERO				
									20	10	10	10	20	80	CRITICO				
									5	5	5	5	31	LEVE					
									10	20	1	5	47	LEVE					
									20	20	10	5	85	CRITICO					

Tabla 5 Matriz Ambiental en la etapa de Construcción

PROCESO	ACTIVIDAD ESPECÍFICA	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	ENTRADAS	SALIDAS	ASPECTOS	FRECUENCIA DEL ASPECTO	RECURSO	IMPACTO AMBIENTAL	CONTAMINANTES	CONSECUENCIAS	POSIBLES SOLUCIONES	VALORACIÓN CUANTITATIVA						
												NATURALEZA DEL IMPACTO	PRESENCIA DEL IMPACTO	MANIFESTACIÓN DEL IMPACTO	INTENSIDAD DEL IMPACTO	EXTENSION DEL IMPACTO	REVERSIBILIDAD DEL IMPACTO	IMPORTANCIA DEL IMPACTO AMBIENTAL
CONSTRUCCIÓN	OPERATIVO	CONSTRUCCIÓN DE LA ESTRUCTURA A CIMENTACIONES ELEMENTOS DE CONCRETO EXISTENTES	Maquinaria, herramientas, trabajadores, EPP, materiales	Residuos, empleo, ruido, emisiones atmosféricas	Uso de agua potable, producción de emisiones atmosféricas provenientes de fuentes móviles, utilización de energía eléctrica	10	AGUA	Agotamiento de las riquezas naturales	ninguno	El agotamiento del recurso	Programa de Ahorro y Uso eficiente del programa de manejo de perforaciones y/o excavaciones, Programa de mantenimiento de vehículos y Programa de implementación de Ahorro y uso eficiente de Energía	1	20	10	1	5	47	LEVE
												20	20	10	5	10	75	SEVERO
												20	20	10	5	10	75	SEVERO
												5	5	1	1	5	22	NORMAL
												20	20	10	5	10	75	SEVERO
												20	20	10	5	10	75	SEVERO
												20	20	10	5	10	75	SEVERO
												20	20	10	5	10	75	SEVERO
												20	20	10	5	10	75	SEVERO
												20	20	10	5	10	75	SEVERO
CONSTRUCCIÓN	OPERATIVO	ALUMBRADO PÚBLICO	Maquinaria, herramientas, trabajadores, EPP, materiales	Residuos, empleo, ruido, emisiones atmosféricas	Uso de agua potable, producción de emisiones atmosféricas provenientes de fuentes móviles, utilización de energía eléctrica	10	AIRE	Contaminación del recurso aire	Emission de Dióxido de carbono, Monóxido de carbono, emisiones atmosféricas como óxido de azúgar, monóxido de Yeso, solventes, pegamentos, impermeabilizante s, etc.	Afectación a la salud, aire, contaminación acústica y visual, contaminación directa al agua	utilización de materiales certificados de perforaciones y/o excavaciones, Programa de mantenimiento de maquinaria, vehículos y herramientas, mantenimiento de Maquinaria, vehículos y herramientas, implementación de mejoras del Programa de encerramiento adecuado, adecuar el sitio de disposición final	20	20	10	10	20	80	CRITICO
												20	20	10	5	20	85	CRITICO
												10	20	5	1	1	42	LEVE
												20	20	10	1	10	71	SEVERO
												20	20	10	5	10	75	SEVERO
												20	20	10	5	10	75	SEVERO
												20	20	10	5	10	75	SEVERO
												20	20	10	5	10	75	SEVERO
												20	20	10	5	10	75	SEVERO
												20	20	10	5	10	75	SEVERO
CONSTRUCCIÓN	OPERATIVO	ELEMENTOS DE ESPACIO PÚBLICO	Maquinaria, herramientas, trabajadores, EPP, materiales	Residuos, empleo, ruido, emisiones atmosféricas	Uso de agua potable, producción de emisiones atmosféricas provenientes de fuentes móviles, utilización de energía eléctrica	10	AIRE	Deterioro en la calidad del aire	Material particulado suspendido, Metales pesados, Dióxido de Carbono, CO2	afectación a la salud, aire, contaminación acústica y visual, contaminación directa al agua	Programa de Ahorro y Uso eficiente del programa de manejo de perforaciones y/o excavaciones, Programa de mantenimiento de vehículos y Programa de implementación de Ahorro y uso eficiente de Energía	10	20	10	1	1	42	LEVE
												20	20	10	1	10	71	SEVERO
												20	20	10	5	10	75	SEVERO
												20	20	10	5	10	75	SEVERO
												20	20	10	5	10	75	SEVERO
												20	20	10	5	10	75	SEVERO
												20	20	10	5	10	75	SEVERO
												20	20	10	5	10	75	SEVERO
												20	20	10	5	10	75	SEVERO
												20	20	10	5	10	75	SEVERO
CONSTRUCCIÓN	OPERATIVO	OTRAS	Maquinaria, herramientas, trabajadores, EPP, materiales	Residuos, empleo, ruido, emisiones atmosféricas	Uso de agua potable, producción de emisiones atmosféricas provenientes de fuentes móviles, utilización de energía eléctrica	10	OTRAS	Contribución al desarrollo de la calidad de vida	NINGUNO	agotamiento del recurso	Mejorar la Calidad de vida de las personas	20	20	10	5	20	85	CRITICO
												20	20	10	5	20	85	CRITICO
												20	20	10	5	20	85	CRITICO
												20	20	10	5	20	85	CRITICO
												20	20	10	5	20	85	CRITICO
												20	20	10	5	20	85	CRITICO
												20	20	10	5	20	85	CRITICO
												20	20	10	5	20	85	CRITICO
												20	20	10	5	20	85	CRITICO
												20	20	10	5	20	85	CRITICO



ACREDITACIÓN INSTITUCIONAL
Avanzamos... ¡Es nuestro objetivo!

