



1

ELABORADO POR:

Andrea Espinosa Duran
Juan Arturo Camargo Sierra
Luis Alejandro Camelo Barragán
Luis Alejandro Delgado España

La contaminación y el impacto ambiental causado por la construcción de viviendas en Bogotá

Resumen

El presente documento de estudio es el resultado de un proceso investigativo respecto a la contaminación y el impacto ambiental causado por la construcción de viviendas en Bogotá. La construcción representa un factor considerable dentro de la economía de la ciudad y su impacto en el medio ambiente no es la excepción. A partir de esto, se contextualiza el entorno actual del sector desde sus antecedentes y su caracterización, hasta su problemática central. Así pues, se establecieron criterios metodológicos para lograr los objetivos principales y secundarios, dentro de los hallazgos encontrados se evidencia que a partir de la comparación de datos e información se logró identificar los impactos ambientales generados por los materiales y tecnologías tradicionales en la construcción de viviendas en Bogotá y frente a eso lo que se busca es presentar unas alternativas a los materiales y tecnologías que permitan mitigar los impactos ambientales de este sector en la ciudad.

Palabras clave: Construcción, materiales, herramientas, tecnologías, entorno, impacto ambiental.

2

Introducción

La contaminación y el impacto ambiental causado por la construcción de viviendas en Bogotá es una problemática que se debe afrontar pues es un sector que genera contaminación mediante la disposición de residuos sólidos, emisión de material particulado en el aire además de los elementos que a menudo son utilizados en la construcción los cuales son elaborados con agentes tóxicos que contaminan la capa de ozono perjudicando la calidad del aire y la salud en Bogotá.

Es por eso que se plantea proponer estrategias y alternativas para la construcción de viviendas que permitan mitigar los impactos ambientales en Bogotá, mediante la construcción de un documento de análisis y comparación para establecer y recomendar los materiales y las tecnologías que puedan implementarse en la construcción de dichas viviendas al ser las que generan un menor impacto, para ello se emplea una metodología mixta que nos permite hacer un mejor análisis y sacar conclusiones de datos cualitativos y cuantitativo por medio de la construcción de matrices que finalmente propondrán lineamientos para la sustitución de tecnologías y materiales que permitan mitigar impactos ambientales y beneficien los procesos constructivos.

Antecedentes

Bogotá es una población de aproximadamente 8 millones de habitantes agregando las cabeceras municipales, centros poblados y rurales dispersos para todas sus localidades, en un total de 13.480.729 con un total de hogares de 14.243.223 teniendo un aproximado de 3,1 personas por hogar. (DANE, 2018). Durante el primer trimestre del año 2021 el número de viviendas llegan a récord histórico en Colombia con 54.874 (Vis y no Vis) adicionalmente en el primer mes de este año se incrementó la venta de viviendas en un 12% respecto al mismo período del año anterior 19.633 viviendas (VIS y no VIS). (Valora Analitik, 2021).

También en un análisis del entorno encontramos que el Gobierno ha confirmado que continuará con el programa "Mi Casa YA", el cual ofrece la posibilidad de obtener un subsidio para vivienda de hasta 30 millones de pesos para familias de ingresos menores a 4 millones



3

mensuales, así como coberturas de tasas de interés (Valora Analitik, 2022), evidenciando el crecimiento del sector de la construcción pues en el primer trimestre de 2021, el Producto Interno Bruto, en su serie original, creció en un 1,1% respecto al mismo periodo de 2020 y, el sector construcción creció en un 17% y el aumento de las viviendas no solo en Bogotá sino en el país. (DANE, 2021)

Nos parece relevante reconocer la situación actual de la industria de la construcción en Bogotá, pues su crecimiento y la importancia del sector en la economía del país ha generado el incremento de construcción de vivienda trayendo consigo grandes afectaciones sobre el medio ambiente, pues en el curso final de la vida útil de la construcción, todos los materiales utilizados a menudo se convierten en escombros, es decir, que grandes cantidades (50%) se presentan en forma de materiales de desecho (Argos, 2021)

Presenta afectaciones al aire pues sus alteraciones están asociadas al polvo, el ruido, las emisiones de CO₂ como consecuencia de, entre otras actividades, el uso de combustibles fósiles, uso de minerales, realización de excavaciones, corte de taludes y operación de máquinas y herramientas. el uso de minerales como material de construcción genera finas partículas de polvo durante su proceso de degradación, de acuerdo con la dispersión los denominados clase 5 son los más peligrosos para las personas generando enfermedades (Argos, 2021)

Al abordar esta problemática nos damos cuenta de que es relevante brindar posibles soluciones ambientales y tecnológicas que permitan mitigar la huella de carbono de este sector de la economía, dentro de los antecedentes o situaciones que nos llevó a pensar elegir este tema a investigar es el cambio climático y como desde un sector que mueve mucho la economía se puede dar un esfuerzo por reducir la contaminación y brindar un mejor entorno a la ciudad.

Marco Teórico

Los proyectos de construcción se caracterizan por cumplir con un proceso metódico mediante el cual desarrollan la edificación de principio a fin. Aun cuando se ha identificado un problema relacionado con los procesos de extracción de materiales, este no será abordado a profundidad a lo largo de esta investigación.

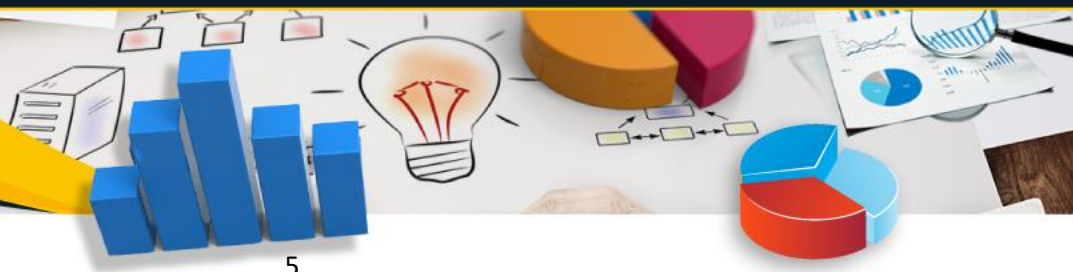


4

Según lo establecen Hermanos Andújar y Navarro (2016), un proceso de construcción se conforma por 5 etapas, de la siguiente manera:

- Una primera etapa denominada “Documentación en regla”. Esta tiene como objetivo el cumplir con el proceso legal, así como la definición del proceso de diseño y planeación del proyecto en sí.
- En segundo lugar, encontramos el proceso de preparación. Esta fase tiene como objetivo la preparación del terreno, que en ocasiones conlleva un proceso de excavación y nivelación de las primeras capas de suelo existente previos a el levantamiento de la estructura.
- Como tercera fase, se empiezan a ver los primeros acercamientos que componen la edificación, en específico, la estructura. En este punto se construye el “esqueleto” de lo que será la edificación. A partir de este punto, se pasa a desarrollar el sistema de climatización del edificio, que consiste en elaborar el techo, las ventanas exteriores y el revestimiento.
- A lo largo de lo que se entiende como Cuarta Fase, se elabora todo el proceso de provisión de los servicios de la edificación, Entiéndase esto como el proceso de fontanería, la mecánica y lo eléctrico. Continuando con la metáfora anatómica, sería el sistema nervioso y cardiovascular de la edificación. Una vez culminado este proceso, se procede con los servicios especiales de la construcción (ascensor, transformadores, etc.), si aplican.
- La etapa final consiste en afinar los detalles, los acabados que permiten dar el toque final a la construcción, así como la prueba de los sistemas ya instalados en busca de posibles imperfectos de las etapas anteriores. Para terminar, se aplica la pintura como último recurso necesario y la edificación estará lista para su uso.

Tal y como lo establece García, J, (s.f), los impactos ambientales resultantes de un proyecto de construcción se encuentran distribuidos a lo largo de sus fases específicas: diseño, construcción, explotación y demolición o restitución. El nivel general de impacto sobre el medio ambiente ha de ser el resultado de los impactos parciales. Sin embargo, el principal impacto



5

puede ser identificado dentro del proceso de diseño, ya que todo resultado inesperado podría responsabilizarse de vuelta hasta el proceso de diseño del proyecto.

Selección de criterios de solución sostenible

Para establecer unos criterios de selección en los diseños y construcción de viviendas sostenibles se ha hablado de realizarlo por medio de un proceso analítico jerárquico (AHP), pues esta selección de criterios de construcción sostenibles se debe realizar en las etapas iniciales de desarrollo del proyecto pues como lo comenta Tijo-López, S. J. en su artículo esto permite tomar mejores dicciones con respecto a los diseños a implementar en la contribución de viviendas y hacer la comparativa entre estos, para poder establecer dicha comparación se trazan una serie de criterios a tener en cuenta, como lo son: asequibilidad, impacto medioambiental, estética, constructibilidad, eficiencia energética y eficiencia hídrica, por medio de la metodología AHP utilizada y mencionada por Tijo-López, S. J. esta contribuye a establecer los criterios con los que debe cumplir proyecto de construcción de vivienda permitiendo a los encargados elegir entre varias alternativas con factores cualitativos y cuantitativos el diseño que más conviene, adicionalmente este modelo planteado crear múltiples alternativas o escenarios los cuales permiten predecir el impacto de las decisiones tomadas y los criterios elegidos.

Este modelo consta de 4 pasos 1. Describir el problema de decisión en detalle, incluidos sus objetivos, criterios y subcriterios, y cree la jerarquía AHP. 2. Califique la importancia relativa de estos criterios utilizando comparaciones por pares. 3. Califique cada opción potencial utilizando comparaciones por pares de las opciones. 4. Determine el peso de importancia relativa de cada factor Tijo-López, S. J.

Sin embargo, para poder construir una vivienda sostenible aparte de contar con la mejor alternativa para el diseño y la mejor elección de materiales se debe pasar una brecha existente, una de la cual es planteada por Ardiles Bolaños, G. R. (2021). Indicándonos que son tres los obstáculos a analizar para poder implantar un diseño y construcción de una *vivienda ecológica*, estos tres factores son: accesibilidad financiera para la implementación de criterios de sostenibilidad ambiental ya que indicaría que la construcción sostenible es más costosa de



6

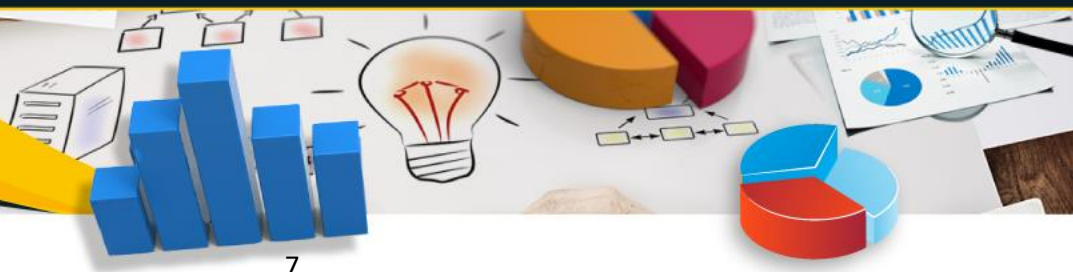
ejecutar en comparación con las prácticas habituales, la inversión inicial que implica la implementación de dichos criterios ya que significarían un costo adicional, y la cultura industrial de la implementación de dichos criterios, debido a que la relación tiempo, costo y disponibilidad de insumos y servicios todos en conjunto significaría un obstáculo para poder alcanzar este objetivo

La vivienda como un medio para mitigar el impacto ambiental

Se habla de caracterizar la vivienda ecológica como un medio innovador para mitigar el impacto ambiental es la apuesta que nos menciona el autor Andrade Colmenares, J. E. (2016). Puesto que las viviendas con características ecológicas y sostenibles en sus materiales son una alternativa que se ha hecho popular y se habla de un término como bioarquitectura una herramienta innovadora para mitigar los impactos ambientales de las construcciones y que en Colombia aún no está en el auge que debería estar por la cantidad de recursos que posee el país, Los criterios y parámetros de una construcción sostenible son aquellos que aportan un plus en la manera de crear o utilizar los espacios habitables y se pueden resumir básicamente en 5 aspectos: Parcela sostenible, eficiencia del agua, energía y atmósfera, materiales y residuos, y calidad medioambiental interior. En cuanto a los aspectos medioambientales se deben tener en cuenta 6 elementos fundamentales: Correcta integración en el ambiente físico, adecuada elección de materiales y procesos, planificación y control de la generación de residuos, creación de una atmósfera interior saludable, eficiencia calidad-coste (coste eficaz) y tal vez una de las más relevantes, gestión eficiente del agua y la energía Andrade Colmenares, J. E. (2016).

Marco legal del sector constructor en Colombia

La construcción de casas como cualquier proyecto de obra demanda conocer el marco normativo que gobierna este sector de la economía, durante las etapas de planeación, diseño y ejecución. En ese escenario pasar por alto alguna norma podría implicar retrasos en la expedición de permisos y licencias, incremento de costos por estudios no contemplados, sanciones o suspensiones de obra, rediseños, demoliciones y demandas, porque después de recibida la obra se observa el incumplimiento de varios supuestos.



7

Con la expedición del Decreto 1077 de 2015, el Gobierno Nacional compiló en una norma un gran número de decretos cuyo objetivo era obtener un solo cuerpo normativo único. El Decreto Único Reglamentario del Sector Vivienda, Ciudad y Territorio (Dto. 1077/2015) establece que el Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio es la cabeza de sector junto a todas las entidades adscritas que forman parte del sector descentralizado, es así como inicia la parte orgánica de esta norma. Sin embargo, la extensión del documento, con más de 1200 artículos y 800 páginas, hacen de él un documento inmanejable.

El Decreto 1077 de 2015 reglamenta los aspectos a tener en cuenta para la expedición de una licencia de construcción, de ahí que algunos requisitos para tener en cuenta son:

- Los municipios deben incorporar la gestión del riesgo como una obligación legal (Ley 1523 de 2012).
- Obligación de los constructores y urbanizadores de realizar estudios detallados de amenaza y riesgos por remoción en masa o inundación (Ley 9 de 1997)
- Exigencia de contar con una interventoría de proyectos (Ley 80 de 1993)
- Exigir la presentación de proyectos arquitectónicos que tengan en cuenta a las personas en condición de discapacidad (Ley 1680 de 2013)
- Exigencia de estudios arquitectónicos, geotécnicos, estructurales, no estructurales (Ley 400 de 1997)
- Contar con un supervisor estructural independiente y supervisor técnico independiente (Ley 1796 de 2016)

Una dificultad que encontramos en esta gran compilación normativa es que en algunos casos se observan contradicciones o normas que no se actualizan como, por ejemplo, los hidrantes están reglamentados en el Decreto 1077 de 2015, reglamento NSR10, reglamento RAS y Código Nacional de Tránsito.

La iluminación de emergencia se encuentra reglamentada por el Ministerio de vivienda en el Reglamento NSR10 (decretos 926 de 2010, 2525 de 2010, 092 de 2011 y 340 de 2012), sin

embargo, el Ministerio de Minas y Energía define unas exigencias menores mediante unas resoluciones que adoptan los reglamentos RETIE y RETILAP.

A manera de conclusión revisado el marco normativo se observa la necesidad de reglamentar temas como el de inundaciones, remoción, depósitos al aire libre, acceso al camión de bomberos, control urbano, licencias ambientales, permisos arqueológicos, y patrimonio cultural, sintetiza José Joaquín Álvarez Enciso en su artículo ¿qué pasa con las normas para la construcción de edificaciones en Colombia?

Para el desarrollo del proyecto se debe cumplir con las siguientes normas, que contemplan entre otras, autorizaciones, permisos y licencias necesarias para el tipo de actividad a contratar:

Normativa:

- NTC –1440; esta norma define los principios de base tomados en consideración para el estudio de la posición de trabajo. Suministra algunas recomendaciones para permitir la correcta adaptación del puesto de trabajo a cada usuario.
- RETIE
- RETILAB.
- Resolución. 2400/79
- GTC 8, electrotecnia. Principios de ergonomía visual. Iluminación para ambientes de trabajo en espacios cerrados. (ISO 8995)
- NTC 1483, detectores de incendio. Clasificación.
- NTC 4143, accesibilidad de las personas al medio físico. Edificios, rampas fijas
- ANSI EIA TIA 942.
- ISO/IEC 11801:2000 Ed2.0 y enmiendas
- Decreto Ley 1538 de 2005
- NTC 6047 ACCESIBILIDAD AL MEDIO FÍSICO
- Decreto 1575 de 2007
- Decreto 3102 de 1998

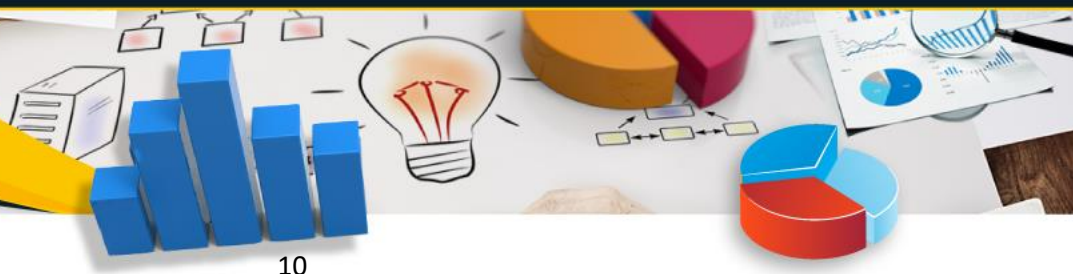
- Ley 9 de 1967
- Decreto 1140 de 2003
- Resolución 2400 de 1979
- Decreto 3450 de 2008
- Decreto 895 de 2008
- Decreto 2331 de 2007
- Resolución No. 90708 del 30 de agosto de 2013
- Decreto 506 de 2003
- PNSC, Programa Nacional de Servicio al Ciudadano

Y la demás normativa vigente que se encuentre vigente durante la ejecución del proyecto.

Tecnologías, materiales

Las tecnologías en la construcción son un conjunto de técnicas de ingeniería que se aplican a los procesos de construcción estructural, actualmente el sector viene afrontando diversos cambios y transformaciones frente a los nuevos paradigmas de la construcción sostenible y eficaz, estos cambios permiten cambiar la forma en la que hasta ahora se han venido ejecutando los proyectos, y promete cambiar la forma tradicional en que se ha concebido la industria, y no solo tendrá un impacto en la reducción de costos y tiempos sino que también generara construcciones sustentables y eficientes empleando una mayor productividad y seguridad (Alphahardin, s.f.), en la construcción se pueden dividir los factores de nuevas tecnologías y materiales, para el caso de la implementación tecnológica con la actual revolución industrial hay avances frente a la impresión 3D, sistemas prefabricados, drones, automatización, plataformas BIM, internet de las cosas, realidad aumentada, y el Big data.

- Impresión 3D el cual se refiere al uso de esta tecnología como método central en la fabricación de edificios o de componentes de construcción. En la actualidad, existen diversos métodos de esta tecnología empleados a escala de construcción. Se incluyen métodos como la extrusión, la unión de polvos, la soldadura aditiva, entre otros.



10

- Cuenta con diversas aplicaciones tanto en el sector privado como en el industrial, el comercial y el público. (Alphahardin, s.f.), los beneficios que trae implementar este tipo de tecnología son múltiples como la disminución de materiales(residuos) mayor precisión y reduce los tiempos de construcción.
- Los sistemas prefabricados-semi pesados y livianos han favorecido favorecen al sector tanto en traslado como montaje. Así se da origen a una optimización donde se empiezan a elaborar componentes que se procesan en talleres y que tienen una gran flexibilidad de ejecución en obra. (Alphahardin, s.f.)
 - Los drones se utilizan desde hace tiempo y están revolucionando la industria de la construcción. Especialmente en construcciones de gran tamaño, permiten obtener imágenes gráficas veloces para tener información día a día del estado de evolución de las obras, pudiendo realizar un seguimiento eficaz y llevar a cabo todos los controles e inspecciones necesarias de las diferentes etapas del proceso. (Alphahardin, s.f.) Al mismo tiempo, los drones se han unido a la industria de la construcción como una herramienta de seguridad para los trabajadores y de garantía para operadores y clientes. Su aporte a la construcción va desde tareas de logística, inspección y control en tiempo real, generación de Big Data sobre avances y mayor seguridad.
 - La automatización se integra como innovación en la construcción desde hace tiempo. Ya en 2014 se había dado a conocer Motor Mason, un albañil mecánico que colocaba ladrillos a gran velocidad. Un año después, se presentó un nuevo robot albañil llamado SAM100, que prometía aumentar la productividad tradicional hasta cinco veces. Desde entonces, han surgido otras alternativas de robótica apuntando a lo mismo: una mayor productividad y optimización del tiempo en el ámbito de la construcción, con especial énfasis en la precisión, en la seguridad y en la velocidad. (Alphahardin, s.f.)
 - Plataformas BIM Building Information Modeling (BIM) es una plataforma de trabajo colaborativo, en el que pueden participar arquitectos, ingenieros, equipo normativo y otros colaboradores de la obra. Apunta a la creación y gestión de proyectos en el

ámbito de la construcción. Tiene por objetivo principal centralizar la totalidad de la información respecto de los proyectos en un modelo de información digital.

(Alphahardin, s.f.)

- IoT el Internet de las cosas también está transformando la industria de la construcción. No sólo está cambiando cómo se habitan los edificios, sino también cómo se construyen. IoT cambia sustancialmente el ecosistema de los edificios, desde el comienzo de su ciclo de vida en el diseño. El modelo BIM, los edificios ecológicos, la prefabricación y la gestión inteligentes de la construcción son algunas de las maneras en que el Internet de las Cosas está transformando al sector. (Alphahardin, s.f.)
- La realidad aumentada en el caso de la construcción ha evolucionado drásticamente. Una de las razones de ello tiene que ver con que permite que el arquitecto, el cliente y los mismos trabajadores puedan ver exactamente cómo quedará una obra en el mundo real y a una escala adecuada, incluso interactuando con ella, (Alphahardin, s.f.) este tipo de tecnología permite conocer y moverse por el espacio en tiempo real, se puede ver los detalles de la construcción su diseño tuberías, estructuras y espacio interior teniendo la posibilidad de observar los cambios al instante.
- El Big Data aporta a la industria de la construcción a través del análisis predictivo. Sus macrodatos sirven a los responsables de obra para tomar mejores decisiones de manera anticipada. Ayuda a registrar grandes cantidades de datos, que favorece también el conocimiento de patrones meteorológicos, el pronóstico del tiempo antes de iniciar un nuevo proyecto, los lugares que tienen malas condiciones climáticas, entre otras cosas. (Alphahardin, s.f.)

El sector de la construcción, a pesar de haber sido uno de los más reacios a incorporar la innovación a sus procesos, ha logrado reinventarse bajo el cobijo de las nuevas tecnologías, específicamente en reinventar los nuevos materiales sustentables los cuales disminuyen el uso de recursos naturales Son aquellos que disminuyen el uso de recursos naturales y aprovechan los

residuos producidos por el ser humano un ejemplo de ello son las construcciones a base de mortero armado con tierra y cemento, una capa de ladrillo y aserrín tamizado generan un considerable ahorro de energía. Las estructuras construidas bajo esta modalidad no requieren calefacción ni aire acondicionado, dado que los materiales empleados distribuyen el calor almacenado durante el día. (Murillo N, 2021), también existen otros materiales que contribuyen partir de modelos ambientalistas que hoy día se ha implementado en la creación de la energía sostenible y sustentable. Un ejemplo de ello lo constituye la idea de obtener energía cinética del frenado de los automóviles, para transformarla en energía eléctrica. (Murillo N, 2021).

También se destacan en este aspecto, materiales como el asfalto verde, el plástico reciclado, la madera, el aluminio, el bambú, la tierra apisonada, el corcho, entre otros.

Aplicación metodología de evaluación de impacto ambiental para materiales y tecnologías tradicionales en la construcción

A continuación se explica la construcción de las matrices utilizadas para el desarrollo del objetivo uno, la cual nos permitió analizar el impacto ambiental por materiales de construcción tradicionales y las tecnologías utilizadas en la construcción para Bogotá D.C, se construyeron a partir de una revisión bibliográfica que nos permitió acceder a la información pertinente con la cual se determinó cuáles eran los impactos ambientales y afectaciones a la salud por parte de los materiales y tecnologías de construcción tradicionales, en esta podemos ver la metodología de evaluación de impacto ambiental propuesta por la Secretaría Distrital del Ambiente de Bogotá D.C, por medio de la matriz se identificaron que aspectos ambientales se contemplarían y su impacto negativo, determinado su frecuencia de ocurrencia y los riesgos que estos representan.



Tabla 1 Criterios de valoración impactos ambientales objetivo 1

CRITERIOS DE VALORACIÓN	SIGNIFICADO	ESCALA DE VALOR		
ALCANCE (A)	Se refiere al área de influencia del impacto en relación con el entorno donde se genera.	1 (puntual): El Impacto queda confinado dentro del área donde se genera.	5 (local): Trasciende los límites del área de influencia.	10 (regional): Tiene consecuencias a nivel regional o trasciende los límites del Distrito.
PROBABILIDAD (P)	Se refiere a la posibilidad que se dé el impacto y está relacionada con la "REGULARIDAD" (Normal, anormal o de emergencia).	1 (baja): Existe una posibilidad muy remota de que suceda.	5 (media): Existe una posibilidad media de que suceda.	10 (alta): Es muy posible que suceda en cualquier momento.
DURACIÓN (D)	Se refiere al tiempo que permanecerá el efecto positivo o negativo del impacto en el ambiente.	1 (breve): Alteración del recurso durante un lapso muy pequeño.	5 (temporal): Alteración del recurso durante un lapso moderado.	10 (permanente): Alteración del recurso permanente en el tiempo.
RECUPERABILIDAD (R)	Se refiere a la posibilidad de reconstrucción, total o parcial del recurso afectado por el impacto.	1 (reversible): Puede eliminarse el efecto por medio de actividades humanas tendientes a restablecer las condiciones originales del recurso.	5 (recuperable): Se puede disminuir el efecto a través de medidas de control hasta un estándar determinado.	10 (irrecuperable /irreversible): El/los recursos afectados no retornan a las condiciones originales a través de ningún medio. 10 (Cuando el impacto es positivo se considera una importancia alta)
CANTIDAD (C).	Se refiere a la magnitud del impacto, es decir, la severidad con la que ocurrirá la afectación y/o riesgo sobre el recurso, esta deberá estar relacionada con la "REGULARIDAD" seleccionada.	1 (baja): Alteración mínima del recurso. Existe bajo potencial de riesgo sobre el recurso o el ambiente.	5 (moderada): Alteración moderada del recurso. Tiene un potencial de riesgo medio sobre el recurso o el ambiente.	10 (alta): Alteración significativa del recurso. Tiene efectos importantes sobre el recurso o el ambiente.
NORMATIVIDAD (N)	Hace referencia a la normatividad ambiental aplicable al aspecto y/o el impacto ambiental.	1: No tiene normatividad relacionada.	10: Tiene normatividad relacionada.	

La fórmula utilizada para determinar la importancia y así conocer si el impacto es significativo o no fue la siguiente:

$$I = A * P * D * R * C * N$$



Donde:

I = Importancia

A = Alcance

P = Probabilidad

D = Duración

R = Recuperabilidad

C = Cantidad

N = Normatividad

De acuerdo con el dato que nos arroje la importancia este se ubica dentro de unos rangos establecidos en la tabla (nombre y número delatante)

Tabla 2 Rangos de importancia de los impactos ambientales Objetivo 1

Rango de importancia
ALTA: > 125.000 a 1.000.000
Se deben establecer mecanismos de mejora, control y seguimiento.
MODERADA: > 25000 a 125000
Se debe revisar el control operacional
BAJA: 1 a 25.000
Se debe hacer seguimiento al desempeño ambiental.

El impacto es significativo cuando la importancia resulta moderada, alta o no cumple con la normatividad y No significativo cuando la importancia es baja, todo esto acorde con los rangos de importación anteriormente mencionados



Aplicación metodología de Evaluación de Impacto Ambiental (EIA) para materiales y tecnologías alternativos en la construcción

Se presenta en este apartado de la investigación la metodología utilizada para la Evaluación de Impactos Ambientales (EIA) para el desarrollo del objetivo dos, para este se realizó una matriz de cotación planteada por Blanco Cabrera, R (2019) que permite comparar diferentes materiales y tecnologías que se identificaron como una alternativa ecológica a los materiales utilizados actualmente en la construcción para viviendas en Bogotá. Esta matriz se alimentó con la información recolectada en la revisión bibliográfica realizada lo que permitió conocer aspectos relevantes sobre las características de estos materias y tecnologías y, así establecer con un criterio más claro los valores a ingresar en la matriz.

En la construcción de la matriz se utilizó índices numéricos, signos y/o símbolos para indicar un valor acordado que identifica a los impactos ambientales, tiene sumatorias por acciones y puede llegar a sumarse también por los factores y permite acciones más impactantes y elementos que reciben más impactos.

Con esta matriz lo que se busca es presentar resultados de forma uniforme, darles una valoración a los impactos ambientales por medio de unos criterios de duración, extensión del efecto, su es reversible, si su intensidad representa amplitud o potencia de su efecto y medir el alcance que tiene.

La importancia global de los impactos ambientales se representará en una matriz con colores que permite una mejor visualización, así:

Tabla 3 Escala de calificación de impactos de forma positiva y negativa

Nivel	IA (+)	IA (-)	Criterio
Bajo	1	1	El impacto ambiental generado beneficia o afecta el medio ambiente de forma poco representativa
Medio	2	2	El impacto ambiental generado benéfica o afecta el medio ambiente de forma algo representativa



16

Alto	3	3	El impacto ambiental generado beneficia o afecta el medio ambiente de forma muy representativa

- Los IA (-), el rojo indicará un IA de alta magnitud; amarillo de media magnitud y verde de magnitud baja.
- Los IA (+) se les asignará: azul oscuro un IA de alta magnitud; azul claro de magnitud media, y celeste de magnitud baja

Con el objeto de identificar las actividades y elementos más afectados se realiza una ponderación.

Usando la siguiente formula:

$$I = IA * 3 + IM * 2 + IB * 1$$

Donde: IA = impactos alto; IM = impactos medios; IB = impactos bajos.

Metodología

La metodología de esta investigación emplea un método mixto con un diseño exploratorio secuencial pues implica recolección, análisis e integración de información cualitativa seguido de la recolección y análisis de datos cuantitativos, permite la consolidación a través de la recopilación y evidencia de datos numéricos, verbales y textuales que le otorgan a la investigación esa posibilidad de potenciar la creatividad teórica por medio de suficientes procedimientos críticos de valoración y análisis seleccionados para esta investigación.

Hernández-Sampieri, R., & Torres, C. P. M. (2018)

De tal modo que para dar cumplimiento a los objetivos formulados se plantea realizar un análisis bibliográfico y recopilar información y datos que permita determinar los impactos ambientales de distintas tecnologías y materiales empleados en la construcción, condensando estos hallazgos en diferentes matrices que nos permitan comparar y cuantificar cada una de estas y determinar su impacto y viabilidad dentro de una construcción de vivienda ecológica, para que al final de la investigación podamos recomendar cual alternativa es la más idónea para la construcción.

Tabla 4 Metodología de la investigación

Metodología					
Objetivo general: Proponer estrategias para la construcción de viviendas que permitan mitigar los impactos ambientales en Bogotá.					
Etapa	Objetivos específicos	Método	Herramienta	acciones	resultados esperados
1	Identificar los impactos ambientales generados en la construcción de viviendas en Bogotá en función de las tecnologías y materiales utilizados.	Revisión Bibliográfica	Bases de datos Universidad EAN Google académico Matriz de	Identificar los impactos ambientales generados por las tecnologías y materiales utilizados en la conducción de viviendas en Bogotá y buscar que alternativas existen para remplazar los tradicionales	Obtener información actualizada y relevante del sector junto con las tecnologías y materiales implementados convencionalmente en la construcción de vivienda en Bogotá y sus posibles alternativas que ayuden a mitigar esos impactos ambientales
2	Realizar una evaluación técnica, económica y ambiental de las tecnologías para la construcción y nuevos materiales que permitan mitigar los impactos ambientales en este sector.	Análisis comparativo Revisión bibliográfica	Matriz de comparación en Excel	Establecer la condiciones mínimas aceptables (técnicas, económicas, ambientales) para comparar las alternativas propuestas	Encontrar la tecnología y los materiales más óptimos para mitigar los impactos ambientales de la construcción de viviendas en Bogotá
		Análisis comparativo	Matriz de comparación en Excel	Comparar los estándares locales (Bogotá) con los propuestos en otras ciudades que estén a la vanguardia del tema	Calificar las alternativas encontradas en otras ciudades y que sean viables para replicar en Bogotá Colombia
3	Proponer lineamientos para la sustitución de tecnologías y materiales que permitan mitigar impactos ambientales y beneficien los procesos constructivos	Compilación documental	Infografía (Canva) - Matriz de comparación	Comparar los materiales y tecnologías de construcción previamente identificados para establecer los lineamientos que permitan la sustitución de tecnologías y materiales en busca de mitigar los impactos ambientales y beneficiar los	Sugerir las alternativas que son viables para mitigar los impactos ambientales y remplazar las alternativas tradicionales de la construcción de viviendas en Bogotá

(Ver anexo Metodología en Excel)

Hallazgos

Objetivo uno

Materiales de construcción tradicionales

La siguiente matriz refleja los hallazgos encontrados a partir la de la revisión bibliográfica, donde se identificó una serie de materiales de construcción tradicionales utilizados en Bogotá D.C organizados por categorías de acabados, construcción y accesorios y de acuerdo con unos aspectos ambientales definidos se determinó que impactos ambientales y a la salud que generan dichos materiales en la ciudad determinando su importancia y significancia.

Tabla 5 Impactos ambientales por materiales de construcción tradicionales

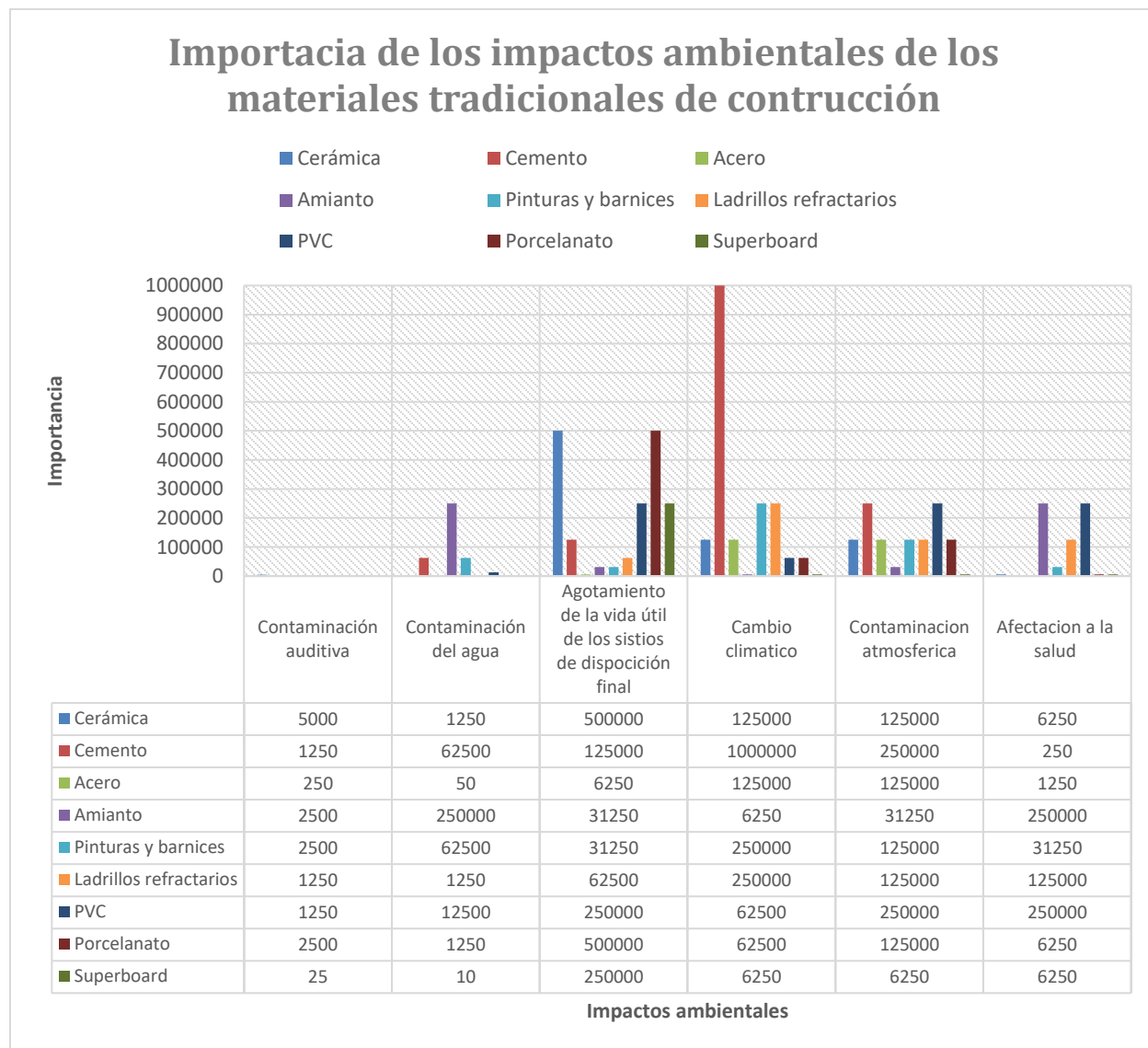
Categoría	Proceso Productivo	Fuente	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Tipo de Impacto	A	P	D	R	C	N	Importancia	Significancia
Acabados	Cerámica	mintrabajo 2022	Generación de ruido	Contaminación auditiva	Negativo	5	10	1	1	10	10	5000	No significativo
		(Carem, 2016)	Consumo del agua	Contaminación del agua	Negativo	5	1	5	5	1	10	1250	No significativo
		(Carem, 2016)	generación de residuos	Agotamiento de la vida útil de los sitios de disposición final	Negativo	10	10	10	5	10	10	500000	significativo
		(MB/FS/EIPPCB/CER, 2006)	Generación de emisiones	Cambio climático	Negativo	10	5	10	5	5	10	125000	significativo
		(Carem, 2016)		Contaminación atmosférica	Negativo	10	10	5	5	5	10	125000	significativo
		(Carem, 2016)	Material particulado	Afectación a la salud	Negativo	5	5	5	1	5	10	6250	No significativo
Construcción	Cemento	(Carem, 2016)	Generación de ruido	Contaminación auditiva	Negativo	5	5	1	1	5	10	1250	No significativo
		(ICPC, 2003)	Consumo del agua	Contaminación del agua	Negativo	5	10	5	5	5	10	62500	significativo
		(COMDA, 2011)	generación de residuos	Agotamiento de la vida útil de los sitios de disposición final	Negativo	5	5	10	5	10	10	125000	significativo
		(ICPC, 2003)	Generación de emisiones	Cambio climático	Negativo	10	10	10	10	10	10	1000000	significativo
		(NEWS, 2018)		Contaminación atmosférica	Negativo	10	5	5	10	10	10	250000	significativo
		(NEWS, 2018)	Material particulado	Afectación a la salud	Negativo	1	5	1	1	5	10	250	No significativo
Construcción	Acero	(diario, 2019)	Generación de ruido	Contaminación auditiva	Negativo	1	5	1	1	5	10	250	No significativo
		(AECIM, 2022)	Consumo del agua	Contaminación del agua	Negativo	1	1	1	1	5	10	50	No significativo
		(Fluence, 2019)	generación de residuos	Agotamiento de la vida útil de los sitios de disposición final	Negativo	5	5	5	5	1	10	6250	No significativo
		(ALICIA, 1998)	Generación de emisiones	Cambio climático	Negativo	10	5	10	5	5	10	125000	significativo
		(MIT, 2018)		Contaminación atmosférica	Negativo	10	5	10	5	5	10	125000	significativo
		(MIT, 2018)	Material toxico	Afectación a la salud	Negativo	1	5	5	5	10	1	1250	No significativo
Construcción	Amianto	Minsalud (2017)	Generación de ruido	Contaminación auditiva	Negativo	5	10	1	1	5	10	2500	No significativo
		Secretaría de Salud Laboral CC.OO S.F.	Consumo del agua	Contaminación del agua	Negativo	5	10	10	5	10	10	250000	significativo

			generación de residuos	Agotamiento de la vida útil de los sitios de disposición final	Negativo	5	5	5	5	5	10	31250	significativo
			Generación de emisiones	Cambio climático	Negativo	1	5	5	5	5	10	6250	significativo
				Contaminación atmosférica	Negativo	5	5	5	5	5	10	31250	No significativo
		American Cancer Society (2015)	Material toxico	Afectación a la salud	Negativo	5	10	10	5	10	10	250000	significativo
Acabados	Pinturas y barnices	Velasco Abásolo, J.S.F	Generación de ruido	Contaminación auditiva	Negativo	5	10	1	1	5	10	2500	No significativo
		COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (1998)	Consumo del agua	Contaminación del agua	Negativo	5	10	5	5	5	10	62500	significativo
		oliverbatlle (2021)	generación de residuos	Agotamiento de la vida útil de los sitios de disposición final	Negativo	5	5	5	5	5	10	31250	significativo
		COMISION NACIONAL DEL MEDIO AMBIENTE (1998)	Generación de emisiones	Cambio climático	Negativo	10	5	10	10	5	10	250000	significativo
				Contaminación atmosférica	Negativo	10	5	5	10	5	10	125000	significativo
		naisa.es (2017)	gases toxicos	Afectación a la salud	Negativo	5	5	5	5	5	10	31250	significativo
Construcción	Ladrillos refractarios	Martínez, R Et.al (2021)	Generación de ruido	Contaminación auditiva	Negativo	1	5	1	5	5	10	1250	No significativo
		Souza, E (2020)	Consumo del agua	Contaminación del agua	Negativo	1	5	5	1	5	10	1250	No significativo
		CORDIS S.F	generación de residuos	Agotamiento de la vida útil de los sitios de disposición final	Negativo	5	5	5	5	10	10	62500	significativo
		tecnologiayconstrucion S.F	Generación de emisiones	Cambio climático	Negativo	10	10	5	10	5	10	250000	significativo
				Contaminación atmosférica	Negativo	10	10	5	5	5	10	125000	significativo
		Souza, E (2020)	Material particulado	Afectación a la salud	Negativo	10	5	5	5	10	10	125000	significativo
Accesorios	PVC	El Tiempo (1996)	Generación de ruido	Contaminación auditiva	Negativo	1	1	5	5	5	10	1250	No significativo
		EcoHabitat (2019)	Consumo del agua	Contaminación del agua	Negativo	5	5	10	5	1	10	12500	No significativo
			generación de residuos	Agotamiento de la vida útil de los sitios de disposición final	Negativo	10	10	10	5	5	10	250000	significativo
			Generación de emisiones	Cambio climático	Negativo	5	5	5	5	10	10	62500	significativo
				Contaminación atmosférica	Negativo	10	5	10	5	10	10	250000	significativo

			Material toxico	Afectación a la salud	Negativo	10	5	10	10	5	10	250000	significativo
Acabados	Porcelanato	IFC (2007)	Generación de ruido	Contaminación auditiva	Negativo	5	10	1	1	5	10	2500	No significativo
			Consumo del agua	Contaminación del agua	Negativo	5	1	5	5	1	10	1250	No significativo
			El mundo ecología (2018)	generación de residuos	Agotamiento de la vida útil de los sitios de disposición final	Negativo	10	10	10	5	10	10	500000
		Generación de emisiones		Cambio climático	Negativo	10	5	5	5	5	10	62500	significativo
				Contaminación atmosférica	Negativo	10	10	5	5	5	10	125000	significativo
		Ministerio de trabajo S.F	Material particulado	Afectación a la salud	Negativo	5	5	5	1	5	10	6250	No significativo
Construcción	Superboard	Colombit S.F.	Generación de ruido	Contaminación auditiva	Negativo	5	5	1	1	1	1	25	No significativo
			Consumo del agua	Contaminación del agua	Negativo	1	1	1	1	1	10	10	No significativo
		Acebedo Bedoya, A.C (2014)	generación de residuos	Agotamiento de la vida útil de los sitios de disposición final	Negativo	10	10	5	5	10	10	250000	significativo
		Euse Lloreda, D. J. (2017).	Generación de emisiones	Cambio climático	Negativo	5	1	5	5	5	10	6250	No significativo
				Contaminación atmosférica	Negativo	5	1	5	5	5	10	6250	No significativo
			Material particulado	Afectación a la salud	Negativo	5	5	5	1	5	10	6250	No significativo

A partir de la matriz anterior se desprende un análisis que permitirá determinar aquellos materiales que generan un mayor impacto ambiental a partir del grado de importancia de estos en el entorno, en la siguiente ilustración se encuentra el resumen de la matriz, en el eje Y se encuentra el valor cuantitativo de la importancia y el en eje X los impactos ambientales identificados.

Ilustración 1 Impactos ambientales por materiales de construcción tradicionales



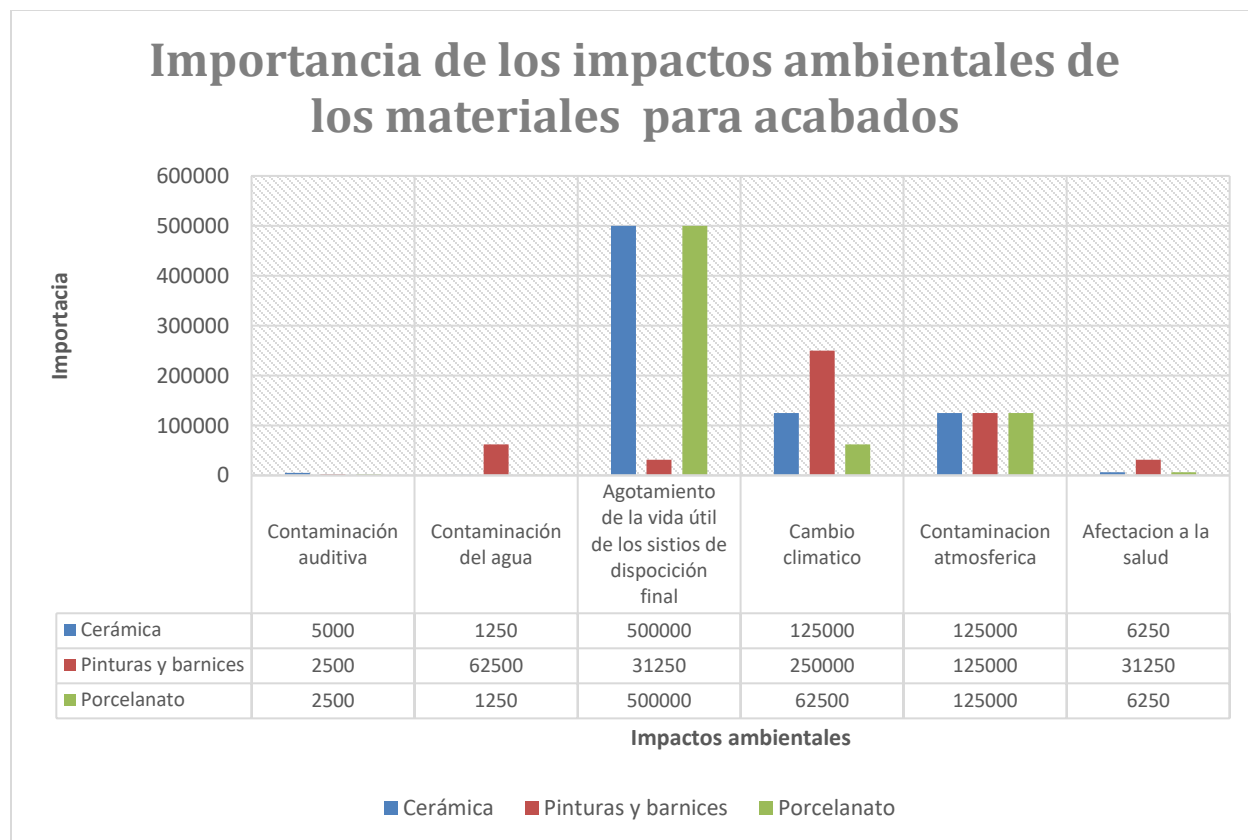
De la ilustración anterior determinamos entonces que, del conjunto de materiales seleccionados, identificamos que el impacto ambiental que tiene que ver con el agotamiento de la vida útil de los sitios de disposición final y el cambio climático son los que tienen un rango de



importancia más significativo. Dentro de los materiales que tiene una mayor significancia en estos dos impactos encontramos el cemento, las cerámicas y el porcelanato, pues en sus procesos de producción se evidencian altas emisiones de CO2 y mala disposición de los residuos solidos que termina deteriorando el medio ambiente y la calidad del aire.

Los materiales que tienen una importancia no significativa dentro de este modelo de comparación encontramos el acero y el superboard, estos son los que menos impacto ambiental generan. En lo que tiene que ver con afectaciones a la salud, el PVC y el amianto no entra en consideración por su grado de toxicidad y su relación con enfermedades.

Ilustración 2 Importancia de los impactos ambientales de los materiales para acabados

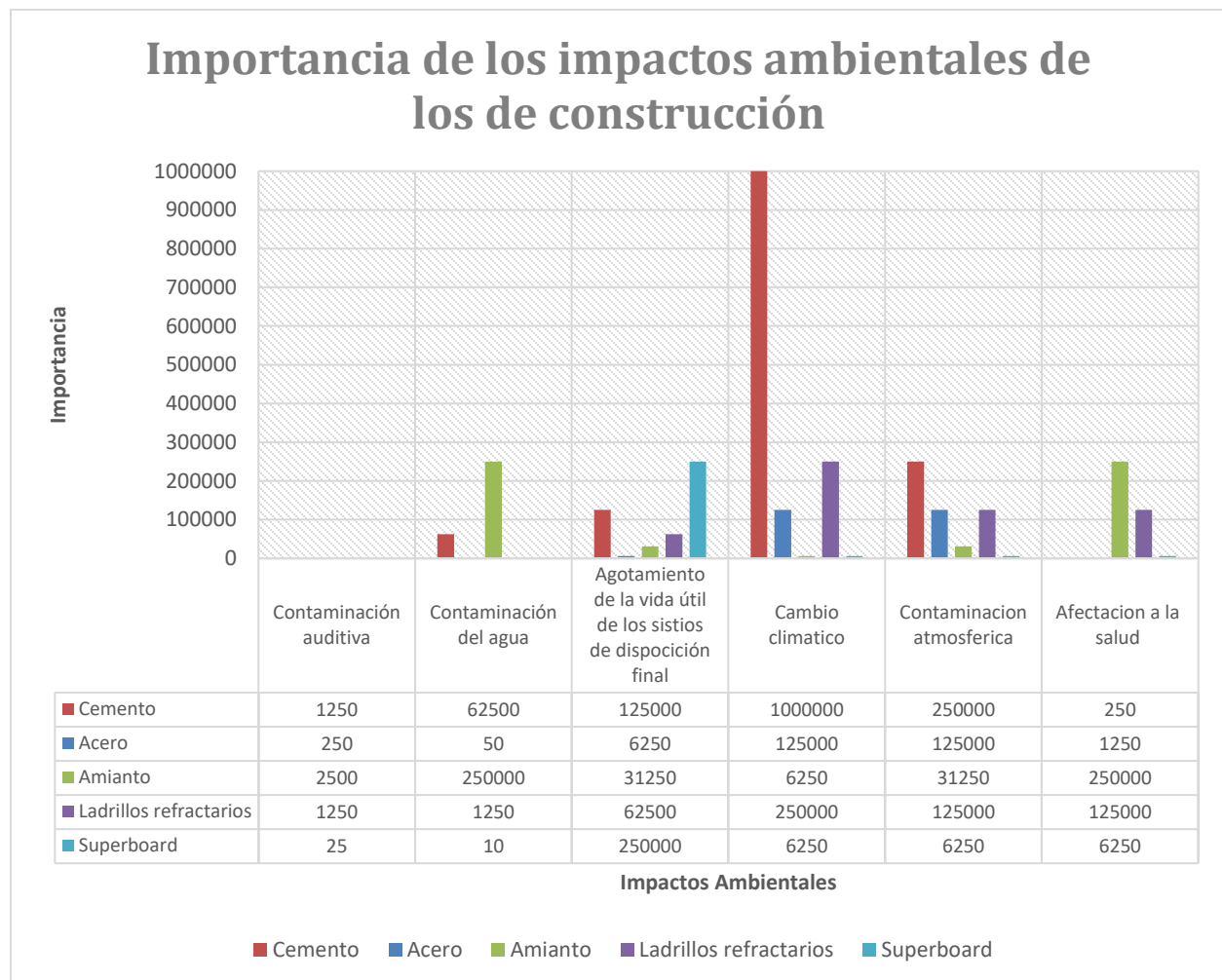


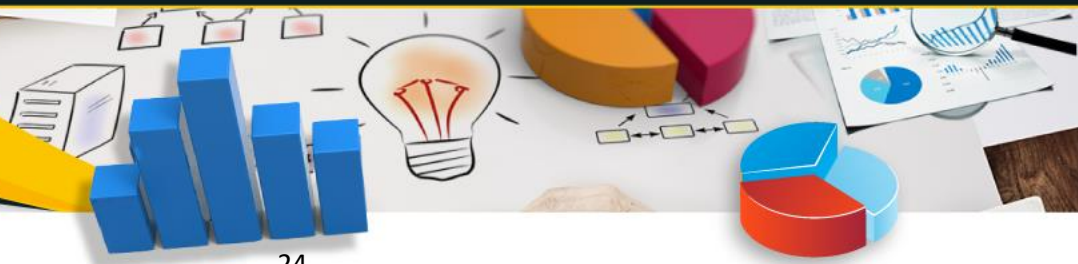
Una vez separada por categorías, en la ilustración anterior podemos ver los materiales utilizados en los acabados, evidenciando que las pinturas son las que tienen una mayor



significancia en cuanto al cambio climático se refiere, pues emiten gases COV que son inflamables y afectan la calidad del aire y deterioran la capa de ozono, por otro lado las cerámicas y los porcelanatos son las que como se mencionaba anteriormente su impacto es significativo en cuanto a la disposición final de sus residuos. Respecto de las afectaciones a la salud provocado por las cerámicas y porcelanatos se observa que no son significativos en comparación con las pinturas y barnices ya que su exposición e inhalación pueden dejar enfermedades respiratorias y en la piel.

Ilustración 3 Importancia de los impactos ambientales de los de construcción



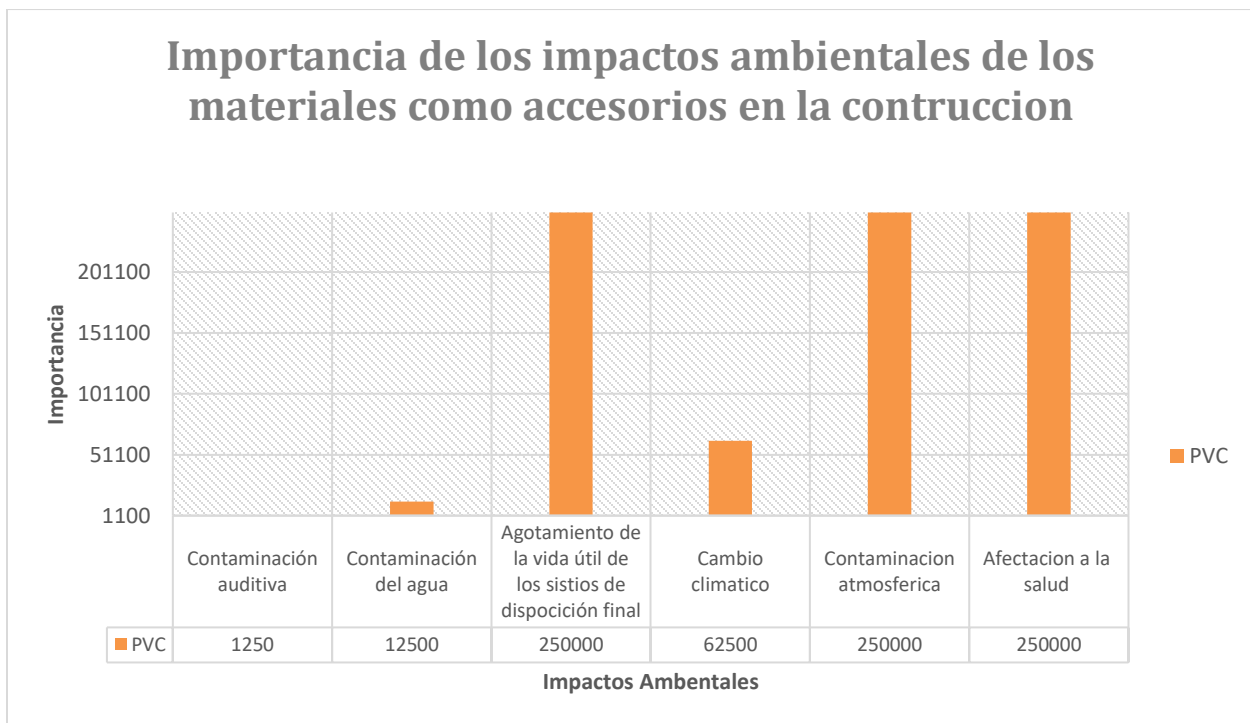


En la ilustración anterior podemos ver los materiales utilizados en la construcción y que son los tradicionales utilizados para las bases o las estructuras, el cemento es el material que tiene un impacto significativo que pasa sobre los demás pues es una industria que genera una proporción importante de los gases de efecto invernadero que existen hoy en el planeta.

El Amianto y los ladrillos refractarios son los materiales que sobre los otros tiene una importancia significativa frente al impacto de afectaciones a la salud pues el amianto es un material fibroso toxico que produce cáncer y los ladrillos refractarios generan gases altamente peligros al ser inhalados.

El material cuya importancia es no significativa con respecto a los otros es el acero, pues es un material que si bien genera una cantidad considerable de emisiones atmosféricas es reutilizable no contamina en gran medida el agua y no tiene afectaciones graves a la salud.

Ilustración 4 Importancia de los impactos ambientales de los materiales como accesorios en la construcción



El PVC es el único material que se tiene en esta investigación de la categoría de accesorios, tiene tres impactos con importancia significativa pues la disposición de sus residuos

es inadecuada, si entra en contacto con altas temperaturas genera emisiones que dañan la calidad del aire y las afectaciones a la salud de este va desde cáncer a enfermedades fisiológicas en la piel.

Tecnologías de construcción tradicionales

La siguiente matriz refleja los hallazgos encontrados a partir la de la revisión bibliográfica, donde se identificó una serie de técnicas y herramientas que componen las tecnologías utilizadas en la construcción tradicional en Bogotá D.C y de acuerdo con unos aspectos ambientales definidos se determinó que impactos ambientales y a la salud generan dichas tecnologías en la ciudad determinando así su importancia y significancia.

Tabla 6 Importancia de los impactos ambientales por tecnologías de construcción tradicionales

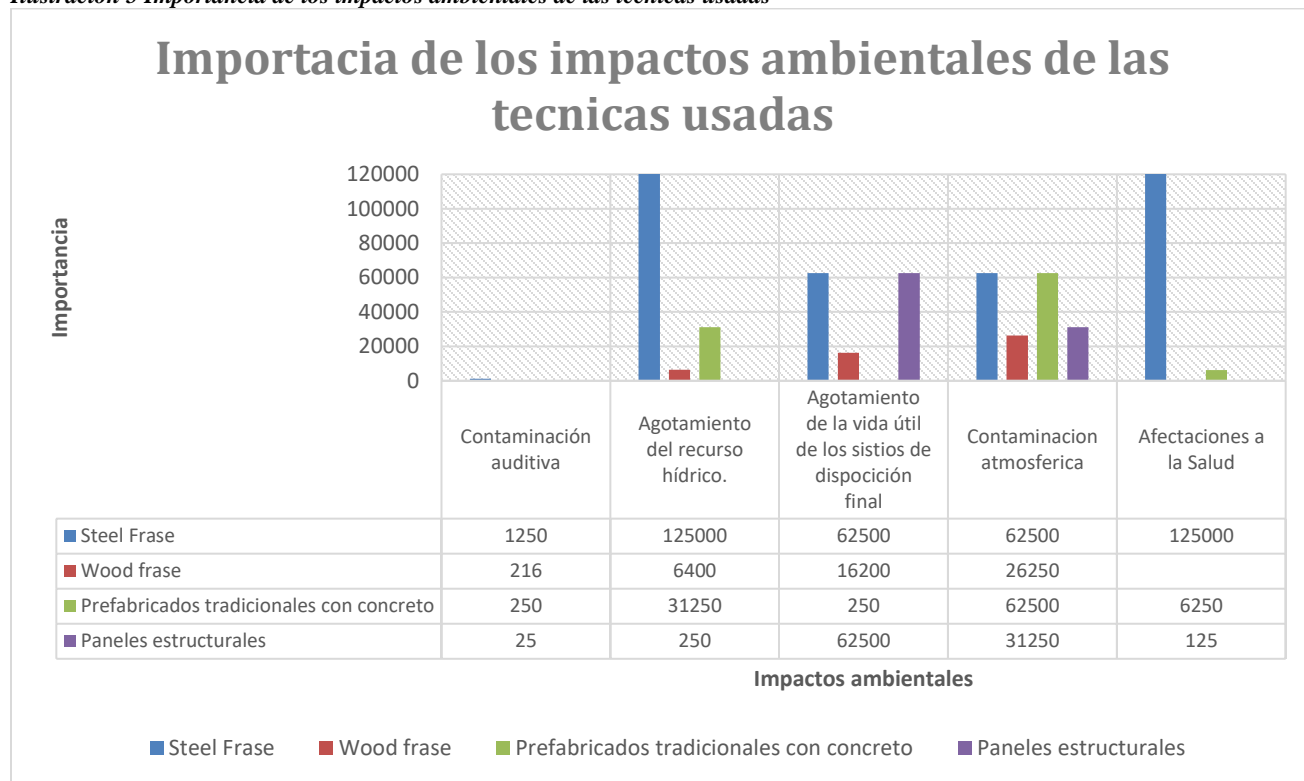
Categoría	Tecnologías	Fuente	Aspecto ambiental	Impacto ambiental	Tipo de Impacto	A	P	D	R	C	N	Importancia	Significancia
Construcción	Steel Frase	(APMEN, 2019)	Generación de ruido	Contaminación auditiva	Negativo	1	5	5	1	5	10	1250	No significativo
		(CONSTRUMATICA, 2018)	Consumo del agua	Agotamiento del recurso hídrico.	Negativo	5	5	10	5	10	10	125000	significativo
		(CONSTRUMATICA, 2018)	generación de residuos	aguas servidas y emisiones atmosféricas	Negativo	5	5	5	5	10	10	62500	significativo
		(APMEN, 2019)	Generación de emisiones	Contaminación atmosférica	Negativo	5	5	5	10	5	10	62500	significativo
		(APMEN, 2019)	Material particulado	Afectación a la salud	Negativo	5	10	5	10	5	10	125000	significativo
Construcción	Wood frase	(SECO, 2022)	Generación de ruido	Contaminación auditiva	Negativo	3	2	2	3	3	2	216	No significativo
		(SECO, 2022)	Tala de arboles	Deforestación	Negativo	4	4	4	4	5	5	6400	No significativo
			generación de residuos	Agotamiento de la vida útil de los sitios de disposición final	Negativo	3	6	5	5	6	6	16200	No significativo
		(AVERMA, 2020)	Gases efecto invernadero	Calentamiento global	Negativo	6	5	5	5	5	7	26250	significativo
Construcción	Prefabricados tradicionales con concreto	MARTÍ, J.V.; YEPES, V.; GONZÁLEZ, F. (2014).	Generación de ruido	Contaminación auditiva	Negativo	1	5	1	1	5	10	250	No significativo

		becosan (2020)	Consumo del agua	Agotamiento del recurso hídrico.	Negativo	5	5	5	5	5	10	31250	significativo
		fenarq (2021)	Generación de residuos	Agotamiento de la vida útil de los sitios de disposición final	Negativo	1	1	1	5	5	10	250	No significativo
		ASOCEM (2017)	Generación de emisiones	Contaminación atmosférica	Negativo	5	5	10	5	5	10	62500	significativo
		statefundca (2014)	Material particulado	Afectaciones a la Salud	Negativo	1	5	5	5	5	10	6250	No significativo
Construcción	Paneles estructurales	ptolomeo S.F	Generación de ruido	Contaminación auditiva	Negativo	1	5	1	1	5	1	25	No significativo
		Tamayo Martínez, B. (2012)	Consumo del agua	Agotamiento del recurso hídrico.	Negativo	1	1	1	5	5	10	250	No significativo
		Cassandro-Cajiao, R. (2018).	generación de residuos	Agotamiento de la vida útil de los sitios de disposición final	Negativo	5	10	5	5	5	10	62500	significativo
			Generación de emisiones	Contaminación atmosférica	Negativo	5	5	5	5	5	10	31250	significativo
			Material particulado	Afectaciones a la Salud	Negativo	5	1	5	1	5	1	125	No significativo
Herramientas	Pulidora	SURA S.F	Generación de ruido	Contaminación auditiva	Negativo	1	5	5	1	5	10	1250	No significativo
		Construmatica 2018	Consumo energético	cambio climático	Negativo	5	10	5	5	5	10	62500	significativo
		SURA S.F	generación de residuos	Agotamiento de la vida útil de los sitios de disposición final	Negativo	1	1	5	1	1	10	50	No significativo
		Huaquisto Cáceres, S., & Chambilla Flores, I. G. (2021).	Generación de emisiones	Contaminación atmosférica	Negativo	5	5	10	5	10	10	125000	significativo
		SURA S.F	uso inadecuado de la herramienta	Afectaciones físicas a la salud	Negativo	1	10	10	10	5	10	50000	significativo
Herramientas	Martillos rompedores	Comunidad de Madrid (2012)	Generación de ruido	Contaminación auditiva	Negativo	5	10	1	1	10	10	5000	No significativo
		BOSH (2021)	Consumo de energía	cambio climático	Negativo	1	5	5	1	1	10	250	No significativo
		Cebrián, J. J. T. (2013)	generación de residuos	Agotamiento de la vida útil de los sitios de disposición final	Negativo	10	10	10	5	5	10	250000	significativo
		Galindo-Ruiz, J. S., & Silva-Núñez, H. D. (2016).	Generación de emisiones	Contaminación atmosférica	Negativo	5	5	5	5	5	10	31250	significativo

		Resnik, D S.F	uso inadecuado de la herramienta	Afectaciones físicas a la salud	Negativo	1	5	10	10	5	10	25000	No significativo
Herramientas	Mezcladora de cemento	Huaquisto Cáceres, S., & Chambilla Flores, I. G. (2021).	Generación de ruido	Contaminación auditiva	Negativo	5	10	1	1	10	10	5000	No significativo
		Maquituls (2022)	Consumo de energía	cambio climático	Negativo	1	5	5	1	1	10	250	No significativo
		Enshassi, A., Kochendoerfer, B., & Rizq, E. (2014).	generación de residuos solidos	Agotamiento de la vida útil de los sitios de disposición final	Negativo	10	10	10	5	5	10	250000	significativo
		Maquituls (2022)	Generación de emisiones	Contaminación atmosférica	Negativo	10	10	5	10	5	10	250000	significativo
		OPS S.F	Material particulado	Afectaciones a la Salud	Negativo	1	5	10	10	5	10	25000	significativo

A partir de la matriz anterior se desprende un análisis el cual permitirá ver de forma más puntual aquellas tecnologías que generan un mayor impacto ambiental a partir del grado de importancia de estos en el entorno, el análisis se divide en técnicas y herramientas tradicionales empleadas en la construcción, en la siguiente ilustración se encuentra el resumen de la matriz de técnicas, en el eje Y se encuentra el valor cuantitativo de la importancia y el en eje X los impactos ambientales identificados.

Ilustración 5 Importancia de los impactos ambientales de las técnicas usadas

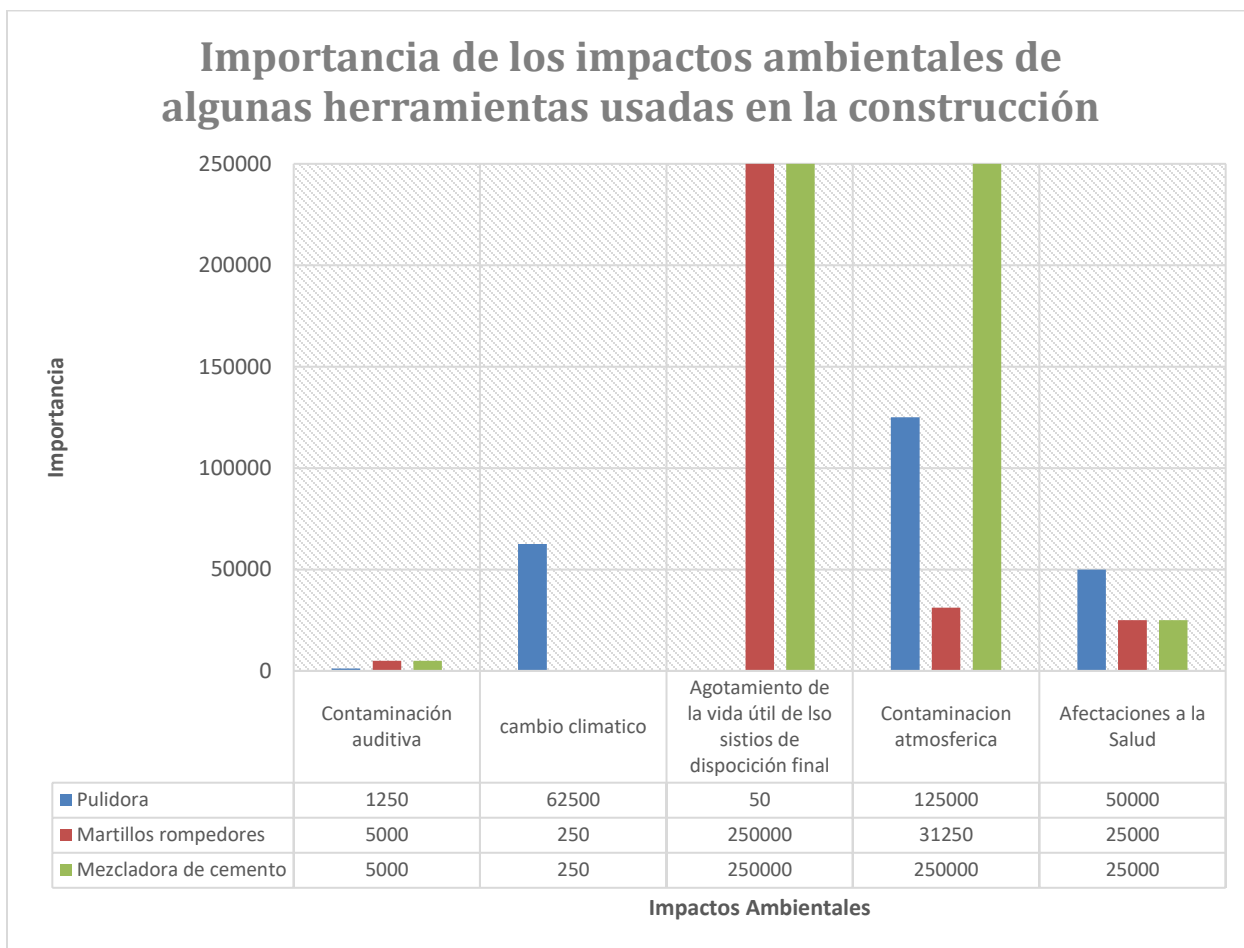


A partir de la gráfica obtenida se identifica que la técnica del Steel frase es la que tiene los impactos ambientales con una importancia más significativa sobre las demás técnicas, resaltando las afectaciones a la salud y el agotamiento del recurso hídrico.

Estas técnicas de construcción tienen una importancia no significativa en cuanto a contaminación auditiva respecta.

Los paneles estructurados también cuentan con una importancia significativa en el impacto de agotamiento de la vida útil de los sitios de disposición final y los prefabricados tradicionales con concreto cuentan con una importancia significativa en el impacto de contaminación atmosférica, esto debido a su relación con las emisiones de la industria del cemento.

Ilustración 6 Importancia de los impactos ambientales de las técnicas usadas



A partir de la gráfica obtenida se identifican algunas de las herramientas utilizadas en la construcción encontrando los martillos rompedores son los que poseen una importancia significativa en cuanto a la generación de residuos y su disposición final y si bien la s3 herramientas tiene una importancia significativa en cuanto a la contaminación atmosférica es la mezcladora quien destaca sobre las otras,

La única herramienta que tiene afectaciones a la salud con una importancia significativa es la pulidora pues su uso puede aquejar problemas físicos.

Objetivo dos

Materiales de construcción ecológicos/alternativos.

La siguiente matriz refleja los hallazgos encontrados a partir la de la revisión bibliográfica, donde se identificó una serie de materiales de construcción que pueden servir como alternativa los materiales tradicionales utilizados en la construcción en Bogotá D.C, comparando diferentes ítems que permiten identificar unas acciones y calificar sus impactos ambientales y afectaciones a la salud o por lo contrario identificar los beneficios que aporten al medio ambiente y la salud de las personas que puedan ser posiblemente causados por dichos materiales en la ciudad determinando su importancia.

Tabla 7 Matriz de impactos ambientales por materiales de construcción alternativos

Impactos/ Factores			Naturaleza		causa-efecto		persistencia		momento			extensión		reversibilidad		recuperabilidad		intensidad			periodicidad			Importancia		Fuente	
			positivo	negativo	directo	indirecto	temporal	permanente	corto plazo	medio plazo	largo plazo	localizado	disperso	reversible	irreversible	recuperable	irrecuperable	baja	media	alta	irregular-discontinuo	periódico	continuo				+
Pinturas ecológicas	Biofísico	Composición del suelo	2			1	3			2		2		3	3		1				2			1	9	0	Lema, M., & Lysseth, E. (2014).
		Calidad del agua	1			1	2			1		1		3	2		2			1				1	4	0	
		niveles sonoros		1		1	1			1		1		3	1		1			2				6	6		
		Calidad del aire	2		1		1			1		1	1		1		2			1				1	0	1	
	Socioeconómico	Economía del Sector	3		2		2		2		1						1			2				1	3	0	
	Cultural y paisaje	Salud y seguridad	3			2	1		3		1		1		2		1			1				1	3	1	
Ladrillos PET	Biofísico	Calidad paisajística	1			1	1			1		2		3		2			1		1			1	1	2	
		Composición del suelo	1		1			2		2	2		3		3				1		2			1	3	4	
		Calidad del agua	1			1			1		2		3		3		1			2				1	4	0	
		niveles sonoros	1			1	2		1		1		3		3		2		1				1	5	0		

		Calidad del aire	1	2		2	2	1	1	1		1		1	1	2	0	
Socioeconómico		Economía del Sector	3	2		2		2		2		1	1		1	2	1	
Cultural y paisaje		Salud y seguridad	1		1	1	2		1	2	3	1		1		1	1	
		calidad paisajística		2	1		1		1	2	3		1		1	7	6	
Hempcrete	Biofísico	Composición del suelo	2		2		2		1	1	2	3			1	2	1	
		Calidad del agua	2		2		1	1	1	3	3			1		2	1	
		niveles sonoros		1	1		1			1	2	2	1		1		7	4
		Calidad del aire	3		2		2		2	1	1	2		2		2	1	0
	Socioeconómico		Economía del Sector	2		2		1	2		1			1	1	1	0	
	Cultural y paisaje		Salud y seguridad	2		2		2		3	1	2	2		1	1	1	0
		calidad paisajística		1		1	1		1	1	1	1	1	1		7	2	
WPC (Wood plástica composite)	Biofísico	Composición del suelo	1		1	1	1	1	2	3	1			1		1	2	
		Calidad del agua	1		1		1	1	3	2		1	1			9	3	
		niveles sonoros		1	1		1		1	2	2	1		1		9	2	
		Calidad del aire	1		1	1	1	1	1	2	1		1			1	0	
	Socioeconómico		Economía del Sector	2		1	1		2	3			1	1		1	0	
	Cultural y paisaje		Salud y seguridad	1		1	1		2	1	1	2		1		1	1	
		calidad paisajística		1		1		2	1	2	2		2		1	8		
polipropileno	Biofísico	Composición del suelo		2		1	2		1	1	2			1		1	5	
		Calidad del agua	2		1	1		1		1	2		1	1		9	2	
		niveles sonoros	1		1	1		1		1	2	2		1	1		8	
		Calidad del aire	1		1	1		1		1	2	1		1	1		6	
	Socioeconómico		Economía del Sector	2		1		2		2	2		3		2	1	0	
	Cultural y paisaje		Salud y seguridad		1	1	2		1	1	2	1		1	1		8	
		calidad paisajística	1		1	1	1		1	2	2	1		1		1		
Corcho	Biofísico	Composición del suelo	1		2	2	2		2	2	3			2		1	0	
		Calidad del agua		1	1		1	1		1	1		1	1		6	3	
		niveles sonoros	1		1	1	1	1		1	2	1	1	1		1	0	
		Calidad del aire		1		2	1	1		1	2	2	1		1		9	

Mosquera Ayala, L., & Noreña Trejos, M. A. (2021)

Uribe Vélez, C. (2012).

Mayorga Mora, D. (2020).

arquitectura-sostenible (2019)



32

	Socioeconómico	Economía del Sector	2	2		2		3	1			1	1	1	2	0	
	Cultural y paisaje	Salud y seguridad	2		1	1	1		1	1	2	1	1			1	
Bloques de tierra comprimida (BTC)	Biofísico	Calidad paisajística		1	1	1		2	1	2	2	1	1			8	
		Composición del suelo		2	1		1	1	2	2	2		2	1		9	
		Calidad del agua	1			1	1	1		1	2	1	1	1		9	
		niveles sonoros	1			1	1	1		1	3	2	1	1		1	
	Socioeconómico	Economía del Sector		3	2		1		1	1	2		2		1	3	
		Salud y seguridad	2		1		2		2	1			1	1		0	
	Cultural y paisaje	Calidad paisajística	1			1	1		2	1	1	2	1	1		8	
		Calidad paisajística	1			1	1	1		1	2	2	1	1		1	
	Grafeno	Biofísico	Composición del suelo	2		1	1		1	2	2	2		1	1		1
			Calidad del agua		3	2		1	1		1	2	1	1	1		4
niveles sonoros			1			1	1	1		2	3	3	2	2		1	
Calidad del aire				2		1	1		1	2	1	1		1		3	
Socioeconómico		Economía del Sector	3		2		2		2	1			2	1		1	
Cultural y paisaje		Salud y seguridad		1	1		1	1		1	2	3		1	1		7
	Calidad paisajística	2			1		1		1	2	2	1	1		1		

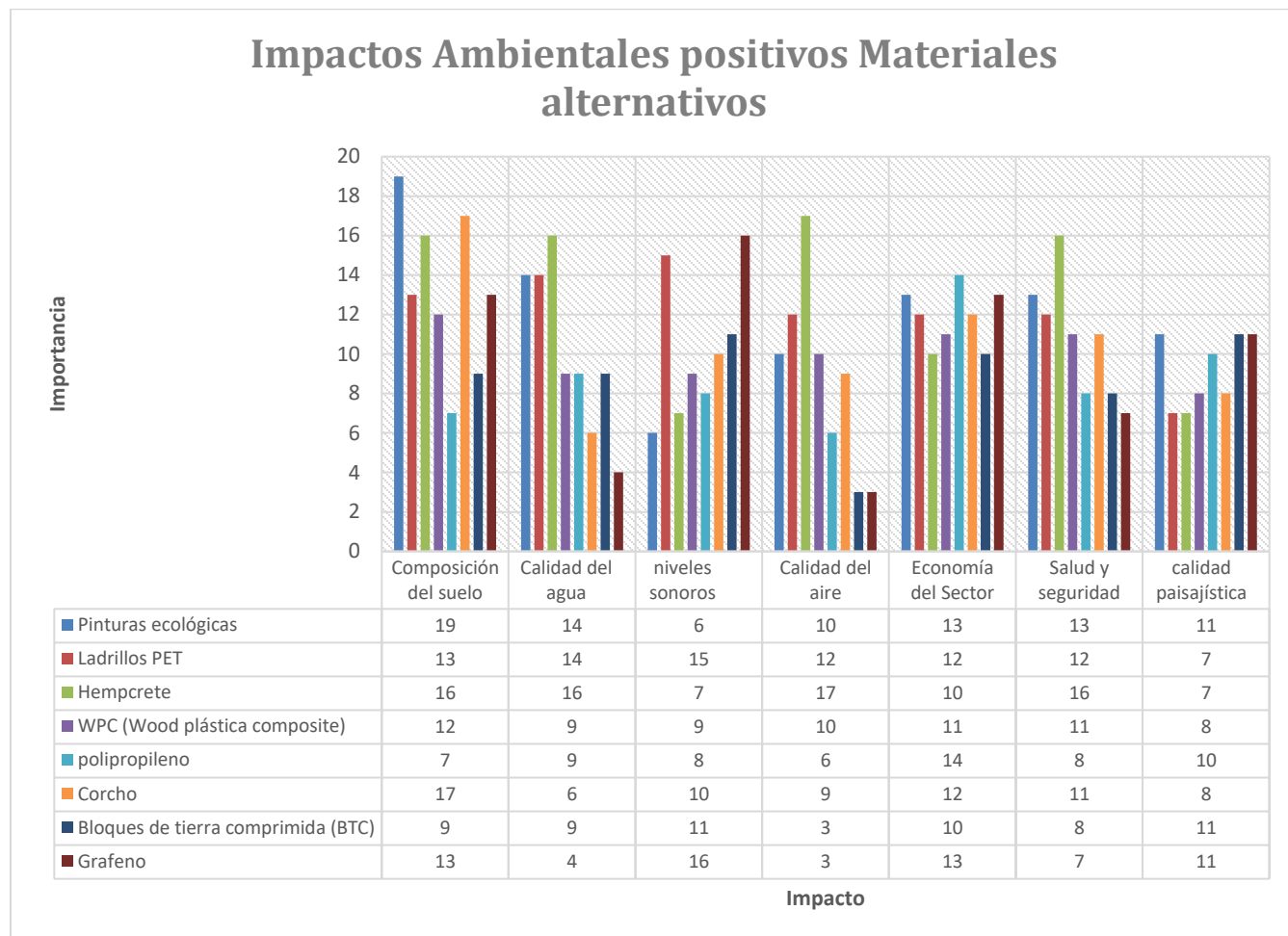
Cabrera, S. P., Aranda-Jiménez, Y. G., Suárez-Domínguez, E. J., & Rotondoro, R. (2020).

Valenzuela Vidal, G. (2016).

A partir de la matriz anterior se desprende un análisis el cual permitirá ver de forma más puntual los impactos ambientales tanto positivos como negativos que generen los materiales alternativos propuestos, en la búsqueda de que estos generen un beneficio medido a partir del grado de importancia de estos en el entorno, en la siguiente ilustración se encuentra el resumen de la matriz, en el eje Y se encuentra el valor cuantitativo de la importancia y el en eje X los impactos ambientales identificados.



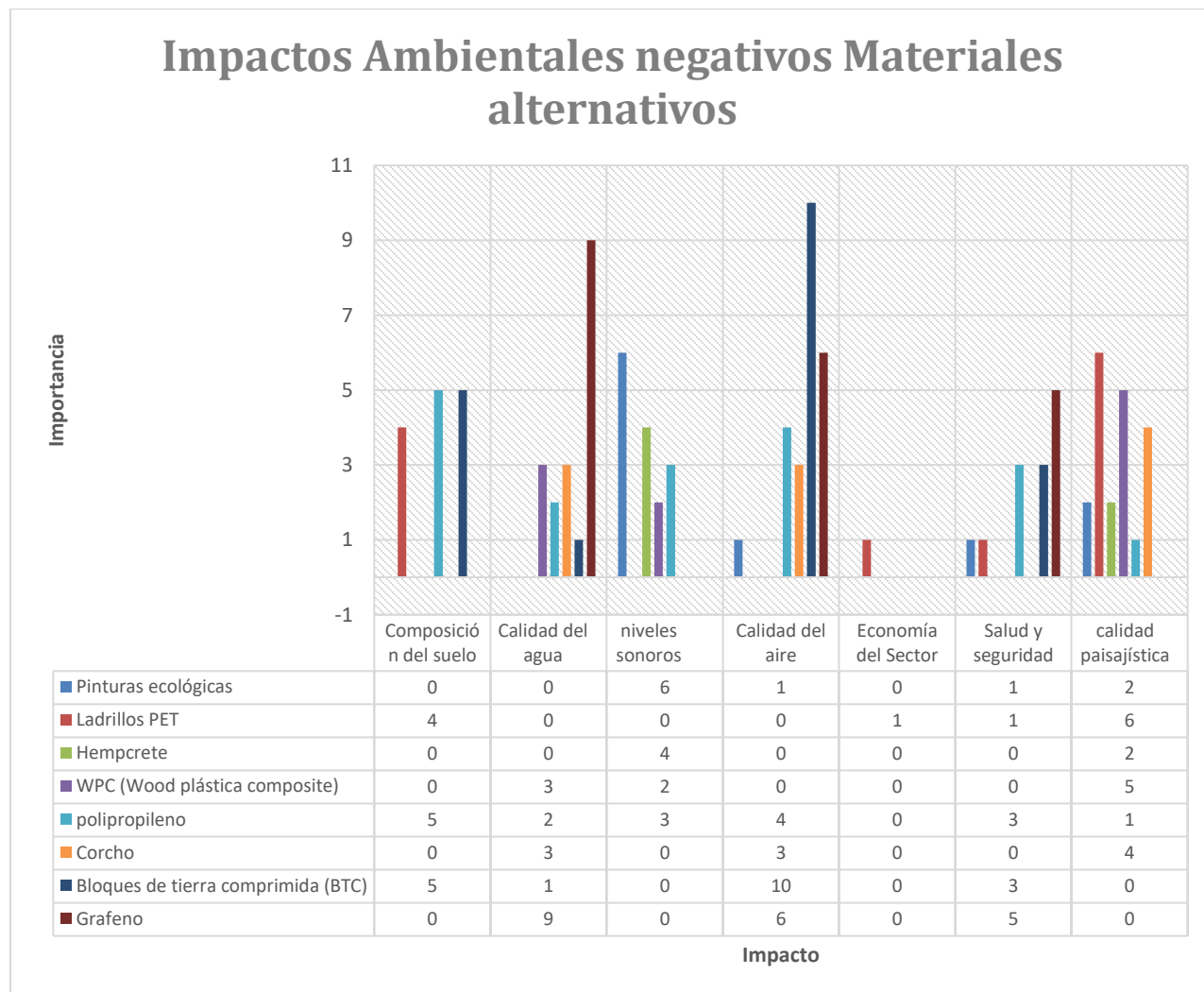
Ilustración 7 Impactos Ambientales positivos Materiales alternativos



De la gráfica anterior se identifica que el material alternativo denominado Hempcrete es el que más impactos positivos importantes tiene, estos materiales destacan por su mejoramiento de la calidad del aire, no generan afectaciones a la salud de forma significativa y tienen un impacto positivo sobre la calidad del agua y morfología del suelo, por su estética pueden afectar de algún modo la estética del paisaje, pero es un dato menor, económicamente son materiales más económicos en su mayoría, son materiales duraderos y han sido sometidos a varias pruebas para validar su uso.



Ilustración 8 Impactos Ambientales negativos Materiales alternativos



Con respecto a los impactos negativos de los materiales alternos y que en proporción con las tradicionales son más ecológicos, encontramos que el grafeno es el material que su nivel de importancia es más alto que el de los demás materiales que al entrar en contacto con el agua puede contaminar está encontrando restos de estos que pueden ser nocivos para la salud si se consume, con respecto a los bloques comprimidos (BTC) estos en su fabricación generan emisiones de CO2 al requerirse hornos para poderlos secar, sin embargo son emisiones más bajas que las generadas por los ladrillos refractarios

Tecnologías de construcción alternativas.

La siguiente matriz refleja los hallazgos encontrados a partir la de la revisión bibliográfica, donde se identificó una serie de tecnologías de construcción que pueden servir como alternativa las tradicionales utilizadas en la construcción en Bogotá D.C, comparando diferentes ítems que permiten identificar unas acciones y calificar sus impactos ambientales y afectaciones a la salud o por lo contrario identificar los beneficios que aporten al medio ambiente y la salud de las personas que puedan ser posiblemente causados por dichos materiales en la ciudad determinando su importancia.

Tabla 8 Matriz de impactos ambientales por tecnologías de construcción alternativas.

Acciones/ Factores			Naturaleza		causa-efecto		persistencia		momento			extensión		reversibilidad		recuperabilidad		intensidad			periodicidad		Importancia		Fuente	
			positivo	negativo	directo	indirecto	temporal	permanente	corto plazo	medio plazo	largo plazo	localizado	disperso	reversible	irreversible	recuperable	irrecuperable	baja	media	alta	irregular-discontinuo	periódico	continuo	+		-
Lean Construcción	Biofísico	Composición del suelo	1			1								1										1	0	Grupo, B. (2016).
		Calidad del agua	1		2			2	1			1		2	3			2						2	6	
		niveles sonoros		1	1		1		1			1		1			1			1				4	5	
		Calidad del aire	1			1		1	1			1		1			1		1					2	0	
	Socioeconómico	Economía del Sector	3			2			2	1			1							3				1	3	
		Salud y seguridad	3			1				1	1			1		1				3				1	2	
Cultural y paisaje	calidad paisajística	1				1		1					2		2						1		1	1		
	Composición del suelo	1				1		1					1		1						1			9		
TECHOS FRÍOS	Biofísico	Calidad del agua	1			1		1					1		1						1			9		
		niveles sonoros		1			1	1					1		2						1			7	3	
		Composición del suelo	1				1		1					1		1						1			9	



36

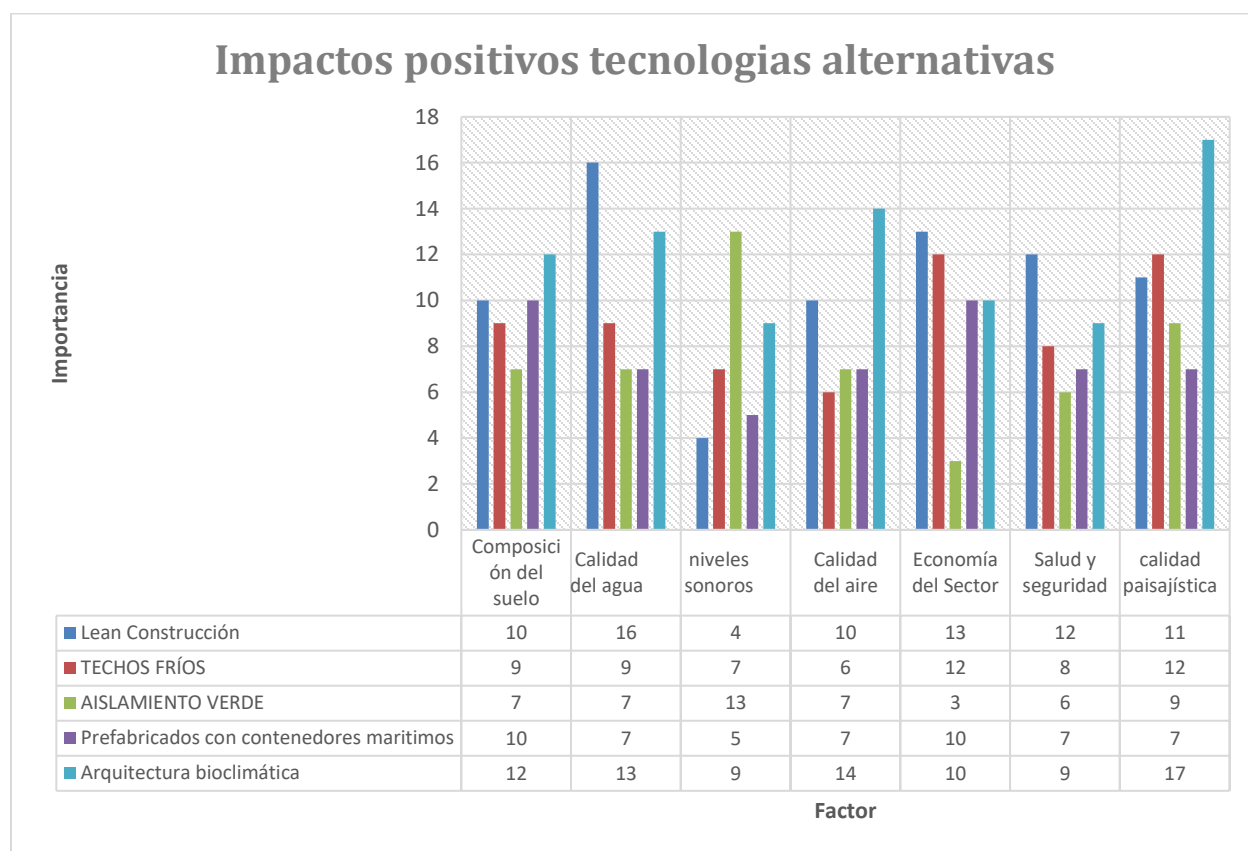
	Socioeconómico	Calidad del aire	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6	3	(2009).	
		Economía del Sector	2	2	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1		2
		Salud y seguridad	1	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	2		8
Cultural y paisaje	calidad paisajística	1	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	2	5	
		2	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1	1		
AISLAMIENTO VERDE	Biofísico	Composición del suelo	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7	olbap (2022)	
		Calidad del agua	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7		
		niveles sonoros	2	2	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	1		3
		Calidad del aire	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7		
	Socioeconómico	Economía del Sector	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3		
		Salud y seguridad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	6		
Cultural y paisaje	calidad paisajística	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9		
		2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9		
Prefabricados con contenedores marítimos	Biofísico	Composición del suelo	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	2	1	Esteban Morcillo, A. (2017).	
		Calidad del agua	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	7		
		niveles sonoros	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	5		
		Calidad del aire	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7		
	Socioeconómico	Economía del Sector	3	2	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	1	1		
		Salud y seguridad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	7		
Cultural y paisaje	calidad paisajística	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	7			
		1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	1	7			
Arquitectura bioclimática	Biofísico	Composición del suelo	2	2	2	1	1	1	1	1	2	2	1	1	1	1	Sánchez, B. (2006).	
		Calidad del agua	3	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		niveles sonoros	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	3	1	1	9		
		Calidad del aire	2	2	2	2	2	1	1	2	2	2	2	2	1	1		
	Socioeconómico	Economía del Sector	3	1	1	1	1	3	1	1	2	2	2	2	2	1		
		Salud y seguridad	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
Cultural y paisaje	calidad paisajística	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			
		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1			

37

Cultural y paisaje	Salud y seguridad	2	1	1	1	1	1	1	1	1	9	1
	calidad paisajística	3	2	2	2	2	1	2	2	2	1	7

A partir de la matriz anterior se desprende un análisis el cual permitirá ver de forma más puntual los impactos ambientales tanto positivos como negativos que generen las tecnologías alternativas de construcción propuestas, en la búsqueda de que estos generen un beneficio medido a partir del grado de importancia de estos en el entorno, en la siguiente ilustración se encuentra el resumen de la matriz, en el eje Y se encuentra el valor cuantitativo de la importancia y en el eje X los impactos ambientales identificados.

Tabla 9 Impactos positivos tecnologías alternativas



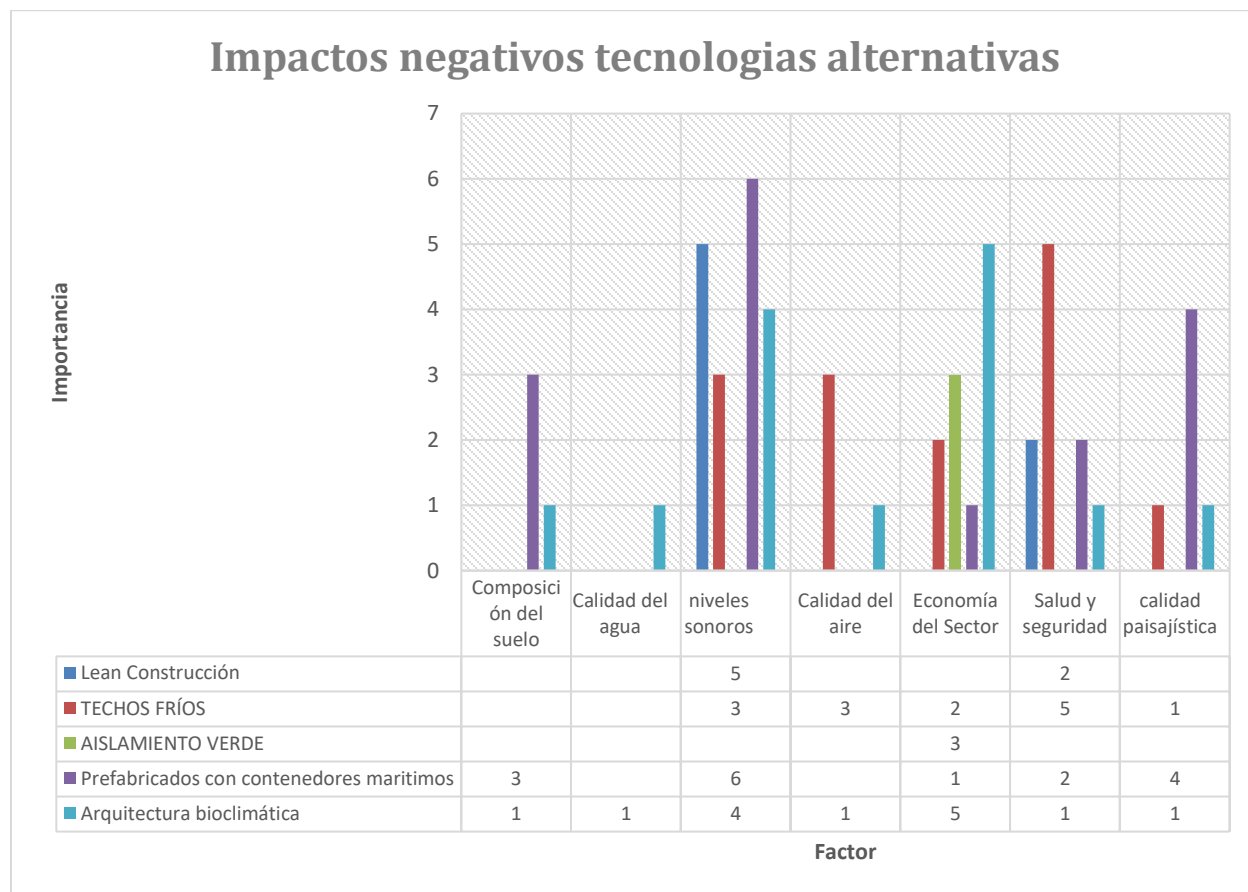


38

En la gráfica anterior se evidencian los impactos positivos generados por las tecnología sostenible que hacen de la construcción un sector más amigable con el medio ambiente, dentro de estos impactos positivos encontramos que mejoran la calidad del aire, la contaminación o uso del recurso hídrico se ve disminuido al igual que las afectaciones sobre el suelo y en su mayoría mejoran la calidad paisajística al ser estructuras que entra en armonía con la naturaleza y le dan un toque verde a la ciudad.

La arquitectura bioclimática es la tecnología que en el valor de la importancia de sus impactos positivos destaca pues es una alternativa a la construcción tradicional que involucra varios aspectos como energías alternativas, busca ser autosostenible, materiales ecológicos, reutilización de residuos de construcción y busca armonía con el paisaje.

Tabla 10 Impactos negativos tecnologías alternativas



Dentro de los impactos negativos de estas tecnologías alternativas y ecológicas encontramos los altos costos que estas pueden tener como es el caso de la arquitectura bioclimática o las afectaciones a la salud de los techos fríos pues al implementarse estos en una ciudad como Bogotá generaría viviendas frías ya que relegarían la luz del sol, pero sobre todo destaca el impacto que tiene sobre la contaminación auditiva esto generado por el ruido proveniente de su proceso constructivo, de modo que los prefabricados con contenedores marítimos es la tecnología que más ruido genera en el proceso de transporte, adecuación e instalación.

Objetivo tres

Lineamientos que permitan la sustitución de tecnologías y materiales en busca de mitigar los impactos ambientales y beneficiar los procesos constructivos

A continuación, se presentan los lineamientos planteados para poder Sugerir las alternativas que son viables para mitigar los impactos ambientales y remplazar las alternativas tradicionales de la construcción de viviendas en Bogotá tanto en materiales como en tecnologías.

Para ello se realizan dos infografías en las que se evidencian las comparaciones realizadas entre los materiales y tecnologías tradicionales implementadas en la construcción y enfrentarlas con las alternativas más ecológicas con el fin de mitigar los impactos ambientales de la construcción en Bogotá y hacerle frente al cambio climático.

Lineamientos

Para construcciones de viviendas ecológicas en Bogotá

Materiales de Construcción

Tradicional

Ladrillos Refractarios

Cambio climático

I = 250.000 Significativo

Contaminación atmosférica y afectaciones a la salud I = 125.000 Significativo

No se recomienda su uso debido al grado de significancia de su IA, genera altas emisiones de CO2 y cargas de polvo, emisiones de flúor y oxido de nitrógeno



Alternativo

Ladrillos PET

Se recomienda su uso por ser ecológico, ayuda a reducir el impacto de la huella de carbono, su proceso productivo no genera emisiones de CO2 y es mas económico que uno tradicional

Calidad del aire

I = 12

Economía del sector

I = 12



BTC

No se recomienda del todo pues si bien su composición es ecológica este en su proceso productivo al igual que los ladrillos refractarios generan grandes cantidades de CO2 contaminando la calidad del aire

Calidad del aire

I = -10

Pinturas y Barnices

Cambio climático

I = 250.000 Significativo

Contaminación atmosférica I = 125.000 Significativo

No se recomienda su uso debido al grado de significancia de su IA, genera altas emisiones gases COV (Inflamables), emisiones toxicas que al ser inhaladas afectan las vías respiratorias, se generan residuos solidos por su mala disposición de sus envases y se presenta la contaminación del recurso hídrico con una importancia alta

Tubería PVC

Generación de residuos I = 250.000 Significativo

Afectaciones a la salud I = 250.000 Significativo

No se recomienda su uso debido al grado de significancia de su IA, genera afectaciones a la salud prolongadas, sus residuos al entrar en contacto con el agua genera contaminación deterioro del recurso

Para materiales como el acero y el cemento y las cerámicas que si bien son contaminantes y generan un porcentaje significativo en cuanto a emisiones de CO2, al ser materiales esenciales en la construcción de viviendas en Bogotá es un material difícil de sustituir.

Pinturas ecológicas

Se recomienda su uso debido a que sus IA son beneficiosos pues, no contaminan el agua, no son toxicas, algunas poseen propiedades de absorción de gases como el CO2 y mitigan el cambio climático.

IA+ Calidad del agua = 14



Tubería Polipropileno

Calidad del agua IA+ 9

Economía del sector IA+ 14

Es recomendable su implementación pues este material no contamina el agua al entrar en contacto con ella ya que no genera micropartículas que posteriormente potencialmente sean consumidas, además es un material se que se puede reciclar

Lineamientos

Para construcciones de viviendas ecológicas en Bogotá

Tecnologías empleadas en la construcción

Tradicional

Steel Frase

Agotamiento del recurso hídrico
I = 125.000 Significativo

Afectaciones a la salud I = 125.000
Significativo

No se recomienda esta técnica pues emplea un alto consumo de agua para cortar el acero, al ser una técnica que solo emplea este material, aporta indirectamente su proceso productivo y sus emisiones de CO₂ y en cuanto a afectaciones a la salud se refiere hablamos de problemas respiratorios por material particulado

Prefabricados tradicionales con concreto

Agotamiento del recurso hídrico I = 31.250
Significativo

Contaminación atmosférica I = 62.500
Significativo

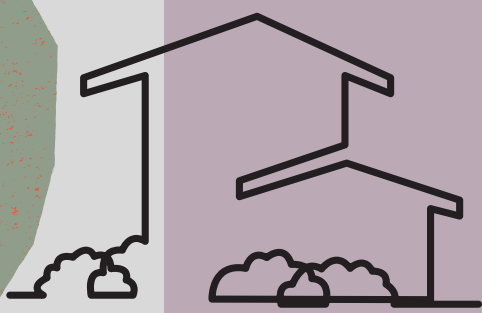
No se recomienda esta técnica pues emplea un alto consumo de agua al ser una técnica que solo emplea mucho concreto aporta indirectamente con su proceso productivo un porcentaje de CO₂ importante y en cuanto a afectaciones a la salud se refiere hablamos de problemas respiratorios por material particulado y la calidad del suelo se ve afectada presentado sedimentación, erosión perdida de la fertilidad

Paneles estructurales

Contaminación atmosférica I = 31.250
Significativo

Agotamiento de la vida útil de los sitios de disposición final I = 62.500 Significativo

No se recomienda su uso debido a la gran cantidad de materiales que requiere para su elaboración, generado así grandes cantidades de residuos sólidos además algunos de los elementos usados como aislantes son tóxicos e inflamables



Alternativo

Aislamiento Verde

Se recomienda su implementación pues utiliza elementos ecológicos que funcionan muy bien como aislantes del frío además que estéticamente no afectan al paisaje, si bien llega a ser mas costoso en su implementación frente a otras técnicas de aislamiento tradicionales su beneficio ambiental lo compensa.

niveles sonoros I = +13
Calidad paisajística I = +9

El aislamiento verde utiliza materiales reciclados para revestir las paredes de la construcción, como el aislamiento de fibra de vidrio reciclado y cáñamo

Prefabricados con contenedores marítimos

Se recomienda el empleamiento de esta tecnología, ya que representa diversos beneficios, tales como:

Beneficio Económico = +9
Calidad del agua y Morfología del suelo = +7

Sin embargo, esta tecnología cuenta con la desventaja, aunque leve, de un incremento de contaminación auditiva.
contaminación sonora = -1



Arquitectura Bioclimática

Calidad del aire IA+ 14
Calidad paisajística IA+ 17

Es una técnica de construcción que consiste en el diseño de edificios teniendo en cuenta las condiciones climáticas, aprovechando los recursos disponibles (sol, vegetación, lluvia, vientos) para disminuir los impactos ambientales, intentando reducir los consumos de energía, por tal motivo se recomienda su implantación en la construcción de viviendas en Bogotá



Conclusiones

- De acuerdo con el análisis realizado y las matrices establecidas, logramos comparar materiales y tecnologías que actualmente tienen afectaciones sobre el medio ambiente, los cuales se implementan en la construcción de vivienda para la ciudad de Bogotá en la actualidad, a partir de esto nuestra propuesta de investigación se basó en establecer lineamientos para cambiar los materiales tradicionales por materiales sustentables, más ecológicos que tuvieran propiedades menos invasivas con el medio ambiente y por el contrario significaran un beneficio para el medio ambiente y modelo de construcción actual.
- Con base en la definición de nuevas tecnologías conseguimos establecer que algunas de las técnicas y herramientas que actualmente se utilizan en la construcción de viviendas en Bogotá tiene un impacto ambiental significativo pues generan una gran cantidad de residuos y su mala disposición acarrear consecuencias tanto ambientales como a la salud, es por eso que se sugiere la implementación de nuevas técnicas de construcción que ayuden a mitigar los impactos ambientales y contribuyan al desarrollo sostenible de la ciudad, mejorando la calidad del aire, aprovechamiento del agua y al largo plazo un ahorro significativo del uso de los recursos naturales.
- Es importante que las empresas que producen la mayoría de los materiales de construcción y que utilizan en sus procesos de fabricación insumos tóxicos que llegan a ser muy nocivos para la salud pública y su contexto logren establecer mejores practicas y se actualicen sus procesos para eliminar el uso de estos materiales y buscar una alternativa más ecológica acogiendo a los ODS y la normatividad vigente.
- Al formular los lineamientos vistos en esta investigación podemos determinar que si bien algunos materiales o tecnologías que son más ecológicas y surgen como alternativa a lo tradicional son en medida más costosos, esto se vería compensado en el largo plazo con ahorros en materiales, recursos hídricos y energéticos generando una gana – gana pues de

esto se beneficia también el entorno y nos da una mejor calidad de vida en las futuras viviendas de Bogotá

Bibliografía

- Alpha-hardin. (s.f.). 10 innovaciones tecnológicas que revolucionan la industria de la construcción en 2021. Recuperado el 03 de 2022, de alpha-hardin: <https://www.alpha-hardin.com/innovacion-tecnologica-en-la-industria-de-la-construccion/>
- Álvarez, J. ¿Qué pasa con las normas para la construcción de edificaciones en Colombia. Recuperado de: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/normas-construccionedificaciones-en-colombia>.
- Andrade Colmenares, J. E. (2016). Caracterización de la vivienda ecológica como una alternativa innovadora para minimizar el impacto ambiental. Acercamiento a los casos de éxito en Colombia entre los años 2000 y 2015.
- Ardiles Bolaños, G. R. (2021). Factores críticos en la adopción de criterios de sostenibilidad ambiental en la planificación de edificaciones residenciales en Arequipa metropolitana.
- Argos. (2021). Caracterización de impactos ambientales en la industria de la construcción. Recuperado el 08 de 02 de 2022, de REDACCIÓN 360 EN CONCRETO: <https://www.360enconcreto.com/blog/detalle/impactos-ambientales-en-la-industria-de-la-construccion>
- BOBADILLA, A. M. (13 de 12 de 2018). IMPACTO AMBIENTAL DURANTE EL PROCESO DE CONSTRUCCIÓN. Recuperado el 08 de 02 de 2022, de Colegio Mexicano de Ingenieros Civiles A.C.: <https://cmicac.com/2018/12/13/impacto-ambiental-durante-el-proceso-de-construccion/>
- Cabrera, S. P., Aranda-Jiménez, Y. G., Suárez-Domínguez, E. J., & Rotondaro, R. (2020). Bloques de Tierra Comprimida (BTC) estabilizados con cal y cemento. Evaluación de su impacto ambiental y su resistencia a compresión. *Revista hábitat sustentable*, 10(2), 70-81.

- Camacol. (2021). PIB del sector edificador crecerá 3.5 veces más que el total de la economía en el 2022: Camacol. Recuperado el 08 de 02 de 2022, de <https://camacol.co/actualidad/noticias/pib-del-sector-edificador-crecera-35-veces-mas-que-el-total-de-la-economia-en#:~:text=en%20los%20Medios-,PIB%20del%20sector%20edificador%20crecer%C3%A1%203.5%20veces%20m%C3%A1s%20que%20el,los%20niveles%20de%20ventas%20>
- Cassandro-Cajiao, R. (2018). Muro panel térmico estructural compuesto en guadua y cartón. Modelo experimental aplicado al clima de la zona cafetera. *Revista de Arquitectura*, 20(2), 90-109.
- Cebrián, J. J. T. (2013). Operaciones previas al hormigonado. EPOCH0108.
- DANE. (2018). Censo Nacional de la Poblacion y Vivienda. Recuperado el 08 de 02 de 2022, de <https://www.DANE.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/censo-nacional-de-poblacion-y-vivenda-2018/como-vivimos>
- DANE. (3 de Julio de 2021). Boletín Técnico Índice de Precios al Consumidor (IPC). Recuperado el 09 de 02 de 2022, de https://www.DANE.gov.co/files/investigaciones/boletines/ipc/bol_ipc_jun21.pdf
- DI MARCO MORALES:, R., & LEÓN TÉLLEZ, H. (2017). LADRILLOS CON ADICION DE PET. Bogotá D.C : Universidad Libre de colombia. Recuperado el 20 de 03 de 2022, de <https://www.unilibre.edu.co/bogota/pdfs/2017/5sim/39D.pdf>
- El Tiempo. (2019). Hay más de 7 millones de habitantes en Bogotá, según cifras del censo. Recuperado el 08 de 02 de 2022, de El tiempo: <https://www.eltiempo.com/bogota/numero-de-habitantes-de-bogota-segun-el-censo-del-DANE-384540>
- Euse Lloreda, D. J. (2017). Simulación y análisis de Site Survey en unos materiales de construcción del Imtp.
- Galindo-Ruiz, J. S., & Silva-Núñez, H. D. (2016). Impactos ambientales producidos por el uso de maquinaria en el sector de la construcción.
- Galindo-Ruiz, J. S., & Silva-Núñez, H. D. (2016). Impactos ambientales producidos por el uso de maquinaria en el sector de la construcción.

Hermanos Andujar y Navarro. (2016). Las Fases de Construcción de un Edificio.

<https://andujarynavarro.com/construccion-y-promocion/las-fases-de-construccion-de-un-edificio/>

Hernández-Sampieri, R., & Torres, C. P. M. (2018). Metodología de la investigación (Vol. 4, pp. 310-386). México^ eD. F DF: McGraw-Hill Interamericana.

Huaquisto Cáceres, S., & Chambilla Flores, I. G. (2021). ESTUDIO DEL RUIDO GENERADO POR LA MAQUINARIA DE CONSTRUCCIÓN EN INFRAESTRUCTURA VIAL URBANA. *Investigación & Desarrollo*, 21(1), 87-97.

Lema, M., & Lysseth, E. (2014). Análisis de factibilidad para la producción de pinturas ecológicas.

Mayorga Mora, D. (2020). Ciclo de vida del plástico (polipropileno) como residuo domiciliario en el barrio La Bella Estancia, Localidad 19, Bogotá DC según la NTC-ISO 14040.

Mosquera Ayala, L., & Noreña Trejos, M. A. (2021). Estudio de viabilidad ambiental y financiero sobre las técnicas de la construcción sostenible que pueden adoptarse en la construcción tradicional de viviendas en Colombia.

Murillo Nohelia. (s.f.). Tecnologías de la construcción principales y sus características. Recuperado el 03 de 2022, de lifeder: <https://www.lifeder.com/tecnologias-construccion>

Rogers, L. (2018). La enorme fuente de emisiones de CO2 que está por todas partes y que quizás no conocías. *BBC News*, 17, 12.

Ruiz Molleda, E. T. (1998). Control del ruido industrial en una fundición de acero y fierro.

Saez, V., & Garzón, B. (2020). Impacto ambiental del sistema estructural de la vivienda social en el gran San Miguel de Tucumán. *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente-AVERMA*, 24, 173-181.

Soto, S. A. (05 de 02 de 2021). Las constructoras colombianas que más sumaron ventas de vivienda en 2020. Recuperado el 09 de 02 de 2022, de la republica: <https://www.larepublica.co/especiales/megaconstrucciones/las-constructoras-colombianas-que-mas-sumaron-ventas-de-vivienda-el-ano-pasado-3130426>

Susunaga-Monroy, J. M. (2014). Construcción sostenible, una alternativa para la edificación de viviendas de interés social y prioritario.

- Tamayo Martínez, B. (2012). Panel estructural en madera y termoplásticos-lineamientos para una alternativa de muros aplicada a la vivienda social en Bogotá y la Sabana.
- Tijo-López, S. J. Selección de criterios de construcción sostenible para viviendas unifamiliares a través del proceso analítico jerárquico (AHP). CONTENID, 127.
- Uribe Vélez, C. (2012). Materiales y prácticas de construcción sostenible (Bachelor's thesis, Universidad EAFIT).
- Valenzuela Vidal, G. (2016). Aplicaciones del grafeno y usos en la construcción.
- Valora Analitik. (04 de 02 de 2022). Colombia: Enero de 2022, el mejor primer mes de un año en compra de vivienda. Recuperado el 08 de 02 de 2022, de <https://www.valoraanalitik.com/2022/02/04/colombia-enero-2022-mejor-primer-mes-compra-vivienda/>
- Valora Analitik. (14 de 04 de 2021). Ventas de vivienda en primer trimestre 2021 llegan a récord histórico en Colombia. Recuperado el 08 de 02 de 2022, de <https://www.valoraanalitik.com/2021/04/14/ventas-de-vivienda-en-primer-trimestre-2021-llegan-a-record-colombia/>
- Valora Analitik. (18 de 08 de 2021). Sector construcción de Colombia aumentó 69 % en empleabilidad; sigue alerta por altos precios de acero. Recuperado el 08 de 02 de 2022, de <https://www.valoraanalitik.com/2021/08/18/sector-construccion-de-colombia-aumento-69-empleabilidad/#:~:text=El%20empleo%20en%20la%20construcci%C3%B3n,a%20un%20crecimiento%20del%2069%20%25>
- Valora Analitik. (19 de 01 de 2022). Subsidios de Mi Casa Ya se mantendrán durante 2022, confirma Gobierno. Recuperado el 08 de 02 de 2022, de <https://www.valoraanalitik.com/2022/01/19/subsidios-mi-casa-ya-se-mantendran-2022-confirma-gobierno/>
- VOOR, V. I. Innovative Separation Technologies for High Grade Recycling of Refractory Waste using non destructive technologies.
- Watts, J. (2019). Cemento: el material más destructivo de la Tierra. Eldiario. es.