

**Plan de gestión de buenas prácticas del uso del plástico reciclado en el sector de la
construcción en Colombia: un análisis comparativo internacionalmente**

Sonia Marilú Calderón Ruiz

Teresa Sotelo Domínguez

Asesor:

Edward Toro

Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería – ECBTI

Maestría en Gerencia de Proyectos

2022

Resumen

Se presenta el Plan de gestión de buenas prácticas del uso del plástico reciclado en el sector de la construcción en Colombia: un análisis comparativo internacionalmente, desarrollado en tres pasos: diagnóstico, tratamiento y valoración.

El diagnóstico se realizó a través de la investigación, documentación y análisis de experiencias en proyectos de construcción con uso de materiales de plástico reciclado, a través de herramientas metodológicas que facilitaron el manejo de la información, el conocimiento detallado de los casos y el reconocimiento de los componentes que los diferencian. Así, se documentaron casos, nacionales e internacionales a partir de criterios, definidos por la ONU, que los distingue entre muchas investigaciones. A partir de la información documentada se hizo el diagnóstico integral de las experiencias exitosas nacionales e internacionales como insumo inicial en la definición de buenas prácticas en proyectos de construcción con uso de materiales de plástico reciclado.

En el tratamiento del diagnóstico de buenas prácticas en proyectos de construcción con uso de materiales de plástico reciclado se aplicaron herramientas de gestión de proyectos y criterios o parámetros de evaluación a los casos en Colombia y otros países, desde la integralidad de variables como sostenibilidad, innovación, ser modelo a seguir, articulación y proyección en el mercado en el contexto nacional e internacional.

La valoración se realizó a través de criterios como la sostenibilidad, la innovación, ser modelo a seguir como proyecto o investigación, generar la articulación de la academia y tener proyección en el mercado, además de variables y parámetros de evaluación para identificar las mejores prácticas en proyectos de construcción que usan materiales de plástico reciclado, el que arrojó

como resultado cuatro buenas prácticas en el contexto nacional y en otros países, como referentes o modelos a seguir y fuente de información para todos los interesados.

Finalmente, como resultado del diagnóstico, tratamiento y valoración, logrado con la aplicación de herramientas de gestión de proyectos, se plantearon estrategias de buenas prácticas para incentivar la formulación y ejecución de proyectos con uso de materiales de plástico reciclado, en el marco de la sostenibilidad ambiental económica y social.

Palabras clave: materiales, reciclaje, sostenibilidad, herramientas, gestión.

Abstract

The Management Plan of good practices for the use of recycled plastic in the construction sector in Colombia is presented: an international comparative analysis, developed in three steps: diagnosis, treatment and assessment.

The diagnosis was made through research, documentation and analysis of experiences in construction projects with the use of recycled plastic materials, through methodological tools that facilitated the management of information, detailed knowledge of the cases and the recognition of the components that differentiate them. Thus, national and international cases were documented based on criteria, defined by the UN, which distinguishes them among many investigations. Based on the documented information, a comprehensive diagnosis of successful national and international experiences was made as an initial input in the definition of good practices in construction projects with the use of recycled plastic materials.

In the treatment of the diagnosis of good practices in construction projects with the use of recycled plastic materials, project management tools and evaluation criteria or parameters were applied to the cases in Colombia and other countries, from the integrality of variables such as sustainability, innovation, be a role model, articulation and projection in the market in the national and international context.

The assessment was made through criteria such as sustainability, innovation, being a model to follow as a project or research, generating the articulation of the academy and having projection in the market, as well as variables and evaluation parameters to identify the best practices in construction projects that use recycled plastic materials, which resulted in four good practices in the national context and in other countries, as references or models to follow and a source of information for all stakeholders.

Finally, as a result of the diagnosis, treatment and assessment, achieved with the application of project management tools, good practice strategies were proposed to encourage the formulation and execution of projects with the use of recycled plastic materials, within the framework of sustainability. economic and social environment.

Keywords: materials, recycling, sustainability, tools, management.

Tabla de Contenido

Introducción	13
Definición del Problema	15
Justificación	18
Objetivos 22	
Objetivo General.....	22
Objetivos Específicos.....	22
Marco Referencial.....	23
Marco Conceptual.....	23
Herramienta de gestión:	23
El diagrama Ishikawa.....	23
El Project Management Institute (PMI).....	23
Matriz DOFA	24
Business Intelligence (BI):.....	25
Business Model Canvas	26
Marco Teórico.....	26
Marco Histórico	35
Administración 0.0 (desde la Antigüedad hasta 1730)	35
Administración 1.0: Administración Científica (desde 1730 hasta 1930).....	35
Administración 2.0: Gestión Departamental (1931-1950).....	36
Administración 3.0: Eficiencia de la Producción (Década del 50).....	36
Administración 4.0: Enfoque de Mercado (Años 60 y 70).....	37
Administración 5.0: Enfoque de Calidad (Años 80).....	37

Administración 6.0: Enfoque Financiero (Años 90).....	37
Administración 7.0: Enfoque del Conocimiento (2000-2010)	38
Administración 8.0: Enfoque Deontológico (2010 Hasta la Fecha)	38
Estado del Arte.....	39
Marco Legal	46
Metodología	52
Diagnóstico de Buenas Prácticas en Proyectos de Construcción con Uso de Materiales De Plástico Reciclado	52
Etapa 1: Determinación de la Información	52
Etapa 2: Creación y Aplicación de las Fichas Técnicas de Buenas Prácticas en Proyectos de Construcción con Uso de Materiales de Plástico Reciclado	53
Etapa 3: Diagnóstico Integral de Buenas Prácticas en Proyectos de Construcción con Uso de Materiales de Plástico Reciclado	53
Tratamiento del Diagnóstico de Buenas Prácticas en Proyectos de Construcción con Uso De Materiales de Plástico Reciclado	54
Etapa 4: Análisis del Diagnóstico Integral de las Buenas Prácticas en Proyectos de Construcción	54
Valoración de Buenas Prácticas en Proyectos de Construcción con Uso de Materiales de Plástico Reciclado.....	54
Etapa 5: Evaluación de Criterios, Parámetros y Variables en la Toma de Decisiones en la Definición de Buenas Prácticas	54
Diagnóstico de buenas prácticas en proyectos de construcción.....	55
Determinación de la información.....	55

Identificación documental de experiencias en proyectos de construcción	55
Instrumento para documentar experiencias en proyectos de construcción.....	55
Aplicación del instrumento de documentación de la información.....	56
Matriz comparativa de información.....	57
Análisis Comparativo de la Información de las Investigaciones Nacionales e Internacionales	58
Diagnóstico Integral de Buenas Prácticas en Proyectos de Construcción con Uso de Materiales de Plástico Reciclado a Partir de la Matriz Dofa	71
Resumen del Capítulo de Diagnóstico de Buenas Prácticas en Proyectos de Construcción con Uso de Plástico Reciclado.....	71
Tratamiento del Diagnóstico de Buenas Prácticas	72
Análisis del Diagnóstico Integral de las Buenas Prácticas en Proyectos de Construcción.....	72
Aplicación del Cuestionario Juicio de Expertos para la selección de Buenas Prácticas	72
Diagrama Ishikawa o Causa-Efecto para la Toma de Decisiones en la Definición de Buenas Prácticas	74
Identificación de Factores relevantes en la Definición de Buenas Prácticas	76
Resumen del Capítulo de Tratamiento del Diagnóstico de Buenas Prácticas	77
Valoración de Buenas Prácticas en Proyectos de Construcción con Uso de Materiales de Plástico Reciclado	78
Evaluación de Criterios, Parámetros y Variables para la Toma de Decisiones en la definición de Buenas Prácticas.....	78
Valoración de Parámetros en la Definición de Buenas Prácticas, por Medio de Ponderados, Para Determinar las Mejores Prácticas	78
Análisis y Resultados de la Valoración de Buenas Prácticas Nacionales e Internacionales.	88

Estrategias para la Aplicabilidad de Buenas Prácticas en Proyectos de Construcción con Uso de Materiales de Plástico Reciclado	91
Resumen de la Valoración de Buenas Prácticas en Proyectos de Construcción con Uso de Materiales de Plástico Reciclado	92
Conclusiones y Recomendaciones	93
Conclusiones	93
Recomendaciones	94
Referencias bibliográficas.....	95
Apéndices.....	103

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Diagrama Ishikawa</i>	28
Figura 2 <i>Matriz DOFA</i>	32
Figura 3 <i>Modelo CANVAS</i>	34
Figura 4 <i>Causas y efectos de las buenas prácticas</i>	75
Figura 5 <i>Diseño de mapa mental lucindspark</i>	91

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Tabla de parámetros de valoración</i>	79
Tabla 2 <i>Tabla de criterios y aspectos de valoración</i>	81
Tabla 3 <i>Tabla valoración buenas prácticas</i>	82

Lista de Apéndices

Apéndice A <i>Árbol de problemas</i>	103
Apéndice B <i>Árbol de justificación</i>	105
Apéndice C <i>Árbol de objetivos (SM)</i>	107
Apéndice D <i>Datos históricos</i>	109
Apéndice E <i>Hoja de recolección de datos</i>	115
Apéndice F <i>Formato de ficha técnica de experiencias</i>	128
Apéndice G <i>Ficha técnica de experiencias N. ° 1</i>	131
Apéndice H <i>Ficha técnica de experiencias N. ° 2</i>	139
Apéndice I <i>Ficha técnica de experiencias N. ° 3</i>	145
Apéndice J <i>Ficha técnica de experiencias N. ° 4</i>	154
Apéndice K <i>Ficha técnica de experiencias No. 5</i>	161
Apéndice L <i>Ficha técnica de experiencias No. 6</i>	169
Apéndice M <i>Ficha técnica de experiencias No. 7</i>	176
Apéndice N <i>Ficha de experiencias No. 8</i>	182
Apéndice O <i>Ficha de experiencias No. 9</i>	188
Apéndice P <i>Ficha técnica de experiencias No. 10</i>	193
Apéndice Q <i>Ficha técnica de experiencias No. 11</i>	204
Apéndice R <i>Ficha de experiencias No. 12</i>	213
Apéndice S <i>Matriz comparativa</i>	221
Apéndice T <i>Matriz DOFA</i>	221
Apéndice U <i>Cuestionario juicio de expertos</i>	221

Introducción

Colombia presenta una oferta de residuos de plástico de aproximadamente 912 toneladas por mes y una recuperación de solo el 7%, en comparación con otros países cuyo aprovechamiento es tres veces mayor, lo que evidencia un alto desaprovechamiento de estos materiales que de no integrarse a la cadena productiva como materia prima, son los mayores contaminantes del medio ambiente por su larga vida y mínima degradabilidad.

Así, producir con responsabilidad por el medioambiente y además generar dinámicas económicas y socioculturales se percibe como un imperativo global que obliga a buscar el equilibrio natural a través de nuevas formas de producir, entre tantas, la que utiliza materiales de plástico reciclado en proyectos de construcción.

De esta forma, se propone un plan de gestión de buenas prácticas del uso del plástico reciclado en el sector de la construcción en Colombia: un análisis comparativo internacionalmente, por la importancia que reviste conocer experiencias exitosas que generen confianza e interés del sector de la construcción en proyectos innovadores y sostenibles. El documento se compone de tres capítulos: diagnóstico, tratamiento y valoración.

En el primer capítulo de diagnóstico se define la información de casos con uso de plástico reciclado en Colombia y otros países, los que se documentan y analizan mediante herramientas de gestión de proyectos como la matriz DOFA.

En el segundo capítulo relacionado con el tratamiento, se aplican herramientas de gestión de proyectos, como el cuestionario juicio de expertos y diagrama Ishikawa, mediante las cuales se definen variables, criterios y parámetros de evaluación.

En el tercer capítulo de valoración, a través de ponderados se califica los casos seleccionados para obtener finalmente buenas prácticas y estrategias que promuevan conocimiento, motivación e interés en proyectos de construcción con uso de plástico reciclado.

Definición del Problema

El problema de la inexistencia de un plan de gestión de buenas prácticas en proyectos con uso de materiales de plástico reciclado, en especial en el sector de la construcción, se debe a la ausencia de estandarización en el proceso de pretransformación, transformación y al desconocimiento de normas ambientales y carencia de conciencia social en su cumplimiento. Así como, a falta de diagnósticos de buenas prácticas en proyectos de construcción con uso de materiales de plástico reciclado, insuficiente cultura ambiental, renuencia a la innovación, desconfianza y estancamiento en nuevas prácticas, inadecuado proceso de reciclaje de materias primas de plástico y a los mitos en los precios de materias primas recicladas.

Frente a la falta de estandarización en el proceso de pretransformación y transformación de plástico reciclado, la Cámara de Comercio de Bogotá (2019), como se citó en Barón et al. (2021), mostró que el reciclaje de plásticos en Colombia se encuentra en una tasa del 7 % y la oferta de residuos plásticos se estima en 912 toneladas por mes. Estos datos permiten ver que existe un gran potencial de estos residuos desaprovechados y que identificar estos elementos, como requisitos legales y de mercado, plan de calidad, tanto de materia prima como de productos terminados, certificaciones de sostenibilidad y planes de capacitación, aportarán en la estandarización y calidad de las materias primas y productos.

A su vez, el desconocimiento de normas ambientales y la carencia de conciencia social en su cumplimiento, se refleja en los malos hábitos y tendencias de consumo. El periódico El Tiempo (1998) afirmó, en su publicación denominada “falta conciencia ambiental”, que las normas, programas y sinergia entre el sistema educativo y el mundo científico promueven la articulación del conocimiento y su interiorización en el ámbito educativo y social para responder a las exigencias ambientales cotidianas. De igual forma, la debilidad institucional en la

implementación integral de la política pública de reciclaje en el país, según la tesis de Meneses (2020), está en su aplicabilidad, exigibilidad y divulgación.

Por otro lado, García (2003) afirmó que “El primer paso para garantizar no solo el cumplimiento, sino la efectividad de las normas ambientales es la adecuada formulación de las leyes y reglamentaciones, en el que la coherencia, claridad precisión y técnica normativa de las disposiciones legales son la piedra angular de la implementación”. Igualmente, en su artículo Teoría del desarrollo sostenible y legislación ambiental colombiana: una reflexión cultural realizado en el mismo año, García (2003) explicó que en países como Italia la información ambiental y los estímulos se han reflejado en una adecuada y exitosa implementación de políticas ambientales.

Frente a la falta de diagnósticos de buenas prácticas en proyectos que usan plástico reciclado en el sector de la construcción, se requiere generar conocimiento, apropiación, confianza e interés, que son fundamentales para formular y ejecutar este tipo de proyectos. La insuficiente cultura ambiental, ilustrada por García (2003) en el artículo mencionado con anterioridad, permite afirmar que la cultura ambiental no se ha desarrollado y generalizado en Colombia por el nuevo y relativo surgimiento del derecho ambiental y la marginalidad con la academia, entre muchos otros factores. Por su parte, Miranda (2013) indicó que valores, creencias y actitudes armónicas con el medio ambiente son decisivos en el cambio de comportamientos.

Ahora bien, la renuencia a la innovación, desconfianza y estancamiento en nuevas prácticas ocasionan persistencia en técnicas tradicionales de construcción. Según lo expuesto por Quimbay (2019), en los últimos diez años se destacan algunas innovaciones que inciden en la construcción, como el uso de materiales industrializados, “económicos y durables, y materiales

sostenibles o ecomateriales”; sin embargo, los niveles directivos de las organizaciones consideran la innovación como un gasto innecesario, que no genera sinergias por falta de conexión y unión entre el sector industrial y la academia. A esto, se suma el desconocimiento en la gestión de la innovación y beneficios de entidades públicas y privadas como apoyo al sector de la construcción.

El inadecuado proceso de reciclaje de materias primas de plástico, que inicia con la recolección en la fuente, el transporte y almacenamiento, son operaciones que requieren de técnica e infraestructura, con el fin de que los materiales sean aptos para procesos de transformación industrial del plástico, tal como lo afirmaron Mendoza et al. (2020) en el artículo llamado “Análisis de la cadena de valor del reciclaje del plástico”. En concordancia con lo anterior, lo que sucede en el departamento del Atlántico, en Colombia, es un caso de estudio, puesto que, de 5000 toneladas diarias de residuos de plásticos, que se producen en Colombia, solo el 1,4 % es recuperado, a diferencia de países europeos donde se recupera el 25 % de estos.

Finalmente, con respecto al desconocimiento en los precios de materias primas recicladas, el informe sobre la realidad de los plásticos, mitos y realidades indicó que el precio del plástico reciclado es más barato que el virgen. Además, hay diferencia de precios por regiones, dado que este depende de la distancia desde el sitio de acopio hasta el transformador final y, también, del valor agregado del material que el prestador esté en capacidad de darle.

Justificación

La ausencia de un plan de gestión de buenas prácticas en proyectos de construcción con uso de materiales de plástico reciclado se debe a varias problemáticas descritas a continuación. Primero, por la falta de calidad de las materias primas, tal como lo reportó la Cámara de Comercio de Bogotá, el reciclaje de plásticos en Colombia se encuentra en una tasa del 7 % y la oferta de residuos plásticos se estima en 912 toneladas por mes, este volumen de residuos desaprovechados son los que, al tratarse con procesos de estandarización, permiten que los desechos se incluyan al ciclo de producción y cobren valor.

La segunda problemática radica en la debilidad que posee el Gobierno para aplicar las políticas públicas de reciclaje de plástico; en relación con esto, García (2003) manifestó que:

Para garantizar no solo el cumplimiento, sino la efectividad de las normas ambientales hay que hacer una adecuada formulación de las leyes y reglamentaciones, en el que la coherencia, claridad precisión y técnica normativa de las disposiciones legales es la piedra angular de la implementación. (p. 1)

Bajo dicha perspectiva, no solo hay que sancionar leyes, sino disponer de los mecanismos e instrumentos para que regulen, de acuerdo con la justicia, un aspecto que eleve la calidad de vida de la sociedad y el medio ambiente, como sucede en Italia, donde la normativa va acompañada de estímulos y de obligatoriedad a las empresas que generan alta contaminación y degradación del ambiente.

En este orden de ideas, una tercera problemática es la renuencia por parte del sector de la construcción en la innovación; hay desconfianza, oposición y estancamiento en el uso de nuevas prácticas. Correa (2006) mencionó que la inversión en investigación, desarrollo e innovación (I+D+i) en el sector de la construcción es inferior a la de otros sectores económicos. Por eso, la

importancia de identificar proyectos de innovación con plástico reciclado en otros países, que sirvan de ejemplo y puedan ser replicados o implementados en Colombia, dado que generan conocimiento, apropiación, confianza e interés para formular y ejecutar proyectos que incluyan innovación con componente ambiental. A nivel interno, se identificaron proyectos que están incursionando en la innovación con el uso de materiales industrializados, económicos, durables, sostenibles.

Por otra parte, la cuarta problemática es la generación de altos impactos ambientales por parte del sector de la construcción. Este es considerado, a nivel mundial, como una de las principales fuentes de contaminación medioambiental, pues produce enormes efectos negativos, ya sea directa o indirectamente, esto va de la mano con la cultura ambiental colombiana poco desarrollada y la “falta de conciencia ambiental” por los malos hábitos y las tendencias de consumo. Según Enshassi et al. (2014):

Los impactos adversos para el medioambiente son: desechos, ruido, polvo, residuos sólidos, generación de tóxicos, contaminación del aire y del agua, malos olores, cambio climático, uso del suelo, operaciones con remoción de la vegetación y emisiones peligrosas. Las emisiones al aire son generadas por los gases de los escapes de los vehículos y el polvo durante la etapa de construcción. (p. 236)

Así mismo, la quinta problemática se debe a la resistencia a técnicas innovadoras de construcción. Se ve una gran oportunidad de fortalecer este sector con innovación, pues, la solución es identificar los incentivos del Gobierno a construcciones con técnicas ambientalmente sostenibles. Es importante la articulación de la academia con el sector productivo en el apoyo a la investigación, innovación y tecnología, así como la articulación con el Gobierno en la generación de recursos para la innovación vista como un mecanismo para fortalecer el sector de

la construcción, considerado como uno de los mayores generadores de empleo y desarrollo del país.

En este sentido, la sexta problemática reside en los materiales plásticos que no son aptos para la construcción, que inicia con la recolección en la fuente, el transporte y almacenamiento. Estas operaciones requieren de técnica e infraestructura para que los materiales sean aptos para procesos de transformación industrial del plástico. En las últimas décadas el consumo de plástico por habitante aumentó de manera alarmante, por lo que, en algunos países, llegó hasta los 140 kg/hb, que luego del consumo son desechados y terminan en basureros donde rara vez se cumple la degradación por medios naturales.

Es imperioso fortalecer programas que permitan un adecuado reciclaje del plástico para ser reutilizado; en el caso de Colombia, para el año 2010 el consumo por habitante fue cercano a los 19,7 kg/hb, según el informe de Global Trade (2011). Si se estima a los 45 millones de habitantes en el país, se puede afirmar que se generaron 886 500 toneladas en residuos. Para el caso particular de Bogotá, el relleno Doña Juana, para el 2012, manejó un total de 317 550 toneladas de desechos plásticos que no pasaron por ningún proceso de reciclaje (Chacón, 2013).

Cabe resaltar que los Países Bajos tienen una tasa de reciclaje del 51 %, sobre todo Holanda, que además de reciclar, tiene la mejor política medioambiental del mundo, son líderes en gestión del agua, aprovechamiento energético y acciones gubernamentales dirigidas a la construcción de carreteras con plástico reciclado (Ecología Verde, 2017). Por otro lado, Suecia recicla el 99 % mediante un sistema jerárquico en la gestión de residuos que se enfoca en la prevención, reutilización, el reciclaje y las alternativas al reciclado.

Finalmente, la séptima problemática la constituye el desconocimiento de precios reales de las materias primas de plástico. El informe sobre la verdad de los plásticos, mitos y realidades

indicó que su precio, al ser reciclado, es más barato que el plástico virgen. Además, hay diferencia de precios por regiones, dado que este depende de la distancia desde el sitio de acopio hasta el transformador final y del valor agregado del material que el prestador esté en capacidad de darle. Así mismo, los costos iniciales asociados con el diseño sostenible de las construcciones serán compensados con los años, lo que resulta en ahorros a largo plazo para el propietario. Adicionalmente, hay numerosos incentivos fiscales y descuentos disponibles para fomentar la arquitectura sostenible.

Objetivos

Objetivo General

Proponer un plan de gestión de buenas prácticas en proyectos que utilicen plástico reciclado, mediante herramientas de gestión de proyectos, para la determinación de estrategias de su uso en el sector de la construcción en Colombia.

Objetivos Específicos

Identificar buenas prácticas en proyectos de construcción a través de herramientas de gestión, para el diagnóstico del uso del plástico en las construcciones en Colombia y otros países.

Analizar el diagnóstico de casos o experiencias en proyectos de construcción que usan plástico reciclado, por medio de herramientas de gestión, para determinar variables en la definición de buenas prácticas como posibles soluciones del uso del plástico reciclado.

Evaluar los casos o experiencias para definir buenas prácticas en proyectos de construcción que usan plástico reciclado en Colombia y otros países, mediante herramientas de gestión de proyectos y plantear estrategias comparativas.

Marco Referencial

Marco Conceptual

Herramienta de gestión: Schwarz (2018) la definió como una aplicación, solución, metodología, paradigma, método, modelo, algoritmo, procedimiento, protocolo, sistema, indicador o instrumento específico que permite y facilita la administración del negocio y la organización de manera profesional. Según Pinzón (2017), las herramientas de gestión se usan para el análisis de datos y la toma de decisiones a través de instrumentos tangibles o intangibles.

El diagrama Ishikawa: también llamado diagrama causa-efecto o diagrama espina de pescado, es una herramienta de análisis que permite obtener un gráfico detallado y de fácil visualización de las diversas causas que generan un efecto o problema. Gráficamente, su forma es similar al esqueleto de un pez, está compuesto por un recuadro (cabeza, con el efecto o problema a resolver), una línea principal (columna vertebral) y cuatro o más líneas que apuntan a la línea principal formando un ángulo aproximado de 70 ° (espinas principales o causas directas). Las últimas tienen, a su vez, dos o tres líneas inclinadas (espinas o causas secundarias) y así, poco a poco (espinas menores), según sea necesario.

Por su parte, Gutiérrez (2009) señaló que es un método gráfico que relaciona un problema o efecto con los factores o causas que, tal vez, lo generan. Su importancia radica en que obliga a buscar las diferentes causas que afectan el problema bajo análisis y, de esta forma, se evita el error de indagar, de manera directa, las soluciones sin cuestionar cuáles son las verdaderas causas.

El Project Management Institute (PMI): fundada en el año de 1969 en Estados Unidos. El PMI es considerada una de las organizaciones más grandes del mundo en materia de gestión de proyectos, ha formulado estándares profesionales orientados a la generación de conocimiento,

lo que logra diversos programas de certificación. Este organismo presenta determinadas áreas de conocimiento de las organizaciones, lineamientos completos y complejos, para gestionar de manera exitosa sus proyectos. Dichas zonas las consolidó en el Project Management Body of Knowledge (PMBOK), en el que brinda una sección entera dedicada a la adaptación de los enfoques y procesos de desarrollo, de igual forma, expande la lista de herramientas y técnicas en una nueva sección “Modelos, Métodos, y Artefactos”. Además, presenta 12 principios de dirección de proyectos y ocho dominios de desempeño de proyectos críticos para la entrega efectiva de los resultados del proyecto.

Del mismo modo, según Barato (2015), el PMI es la organización de gestión de proyectos más reconocida a nivel mundial que promueve la profesionalización de la dirección de proyectos y la permanente actualización del talento humano vinculado a proyectos. Ha publicado el estándar internacional PMBOK Guide que reúne los conocimientos para una exitosa gestión de proyectos.

Por otro lado, Pastor (2013), comentó que en el PMI publicaron la primera versión de PMBOK, donde describen una serie de buenas prácticas, no aplicables a todos los proyectos, que se encuentran compilados en la guía. Está dividida en tres secciones: marco conceptual, normativa y áreas de conocimiento para la dirección de proyectos. Además, estructura ocho procesos: la puesta en marcha del proyecto, dirección, inicio, planificación, seguimiento, gestión integral del producto, gestión de los límites de la etapa y cierre del proyecto; a su vez, está compuesto por 45 subprocesos.

Matriz DOFA: es una herramienta de análisis estratégico de las diferentes situaciones de la organización a partir de la observación de los factores clave, internos y externos para identificar su realidad, su radiografía. Las fortalezas y debilidades son variables internas, por su

parte, las oportunidades y amenazas son variables externas. Para Jiménez (2011), la matriz DOFA fue una evaluación subjetiva de datos organizados que ayudan a comprender, presentar, discutir y tomar decisiones. Puede ser utilizado en cualquier tipo de toma de decisiones y la plantilla facilita revisar el estado del arte de la idea, propuesta o negocio. Por otro lado, según Mariño et al. (2008), la matriz DOFA fue una estructura conceptual para el análisis sintomático que facilita la comparación de las amenazas y oportunidades externas con las fuerzas y debilidades de la organización. Su uso apropiado provee una buena base a la formulación de estrategias.

Business Intelligence (BI): las aplicaciones de BI son herramientas de soporte de decisiones que permiten acceso interactivo, análisis y manipulación de información crítica para la empresa en tiempo real. Estas proporcionan a los usuarios un mayor entendimiento que les posibilita identificar las oportunidades y los problemas de los negocios. Así mismo, las personas son capaces de acceder y apalancar una extensa cantidad de información, analizar sus relaciones y entender las tendencias que están apoyando las decisiones de los negocios. Estas herramientas previenen una potencial pérdida de conocimiento dentro de la empresa, que resulta de una acumulación masiva de información que no es fácil de leer o de utilizar.

Por su parte, Cordero et al. (2020) definieron el BI, llamado también sistema inteligente de negocios, como un instrumento que forma parte de los tangibles, que es utilizado por las organizaciones para agregar valor y construir estrategias competitivas en los mercados. Es una herramienta que provee información para la toma de decisiones. Por otro lado, Vanegas-Lago, citada por Cordero et al. (2020), opinó que el BI permite capturar, almacenar, procesar, analizar y mostrar de manera eficiente la información operativa de una organización. Una vez más, Cordero et al. (2020), cita a Medina et al. (2016), “quienes determinaron que el BI es un

conjunto de tecnologías que facilitan a las organizaciones sintetizar la información con el objetivo de asumir decisiones correctas y comparativas” (p. 370).

Business Model Canvas – modelo de negocio Canvas: es una herramienta de gestión estratégica para describir, visualizar, evaluar y modificar modelos de negocio, creada por Osterwalder (2011). Aparte, sirve para agregar valor e interpretar la idea de negocio al dividirlo en nueve módulos básicos que reflejan la lógica que sigue una empresa para conseguir ingresos y cubrir las cuatro áreas principales de un negocio: clientes (tres bloques: segmentos de mercado, canales y relaciones); oferta (un bloque: propuesta de valor); infraestructura (tres bloques: actividades clave, recursos clave y socios clave) y viabilidad económica (dos bloques: estructura de costes y flujo de ingresos) (Osterwalder, 2011).

De tal forma que, la metodología Canvas de Osterwalder y Pigneur (2010), como se citó en Bayas et al. (2019), es una herramienta que permite plasmar sobre un lienzo las realidades que debe articular el director del proyecto; en otras palabras, “es una herramienta para el análisis de la idea de negocio, es un método que describe de manera lógica la forma en que las organizaciones crean, entregan y capturan valor” (p. 877).

Marco Teórico

La importancia de la gestión de proyectos, sobre todo de las herramientas de gestión, radica en llevar a cabo trabajos que sean motor de crecimiento y desarrollo sostenible, enfocados en producir con respeto por el medio ambiente, conservar el valor de los bienes y productos el mayor tiempo posible, así como en reciclar para recuperar el bien o producto desechado y en promover cambios innovadores en el modelo económico lineal que se acerque cada vez más a un modelo económico circular.

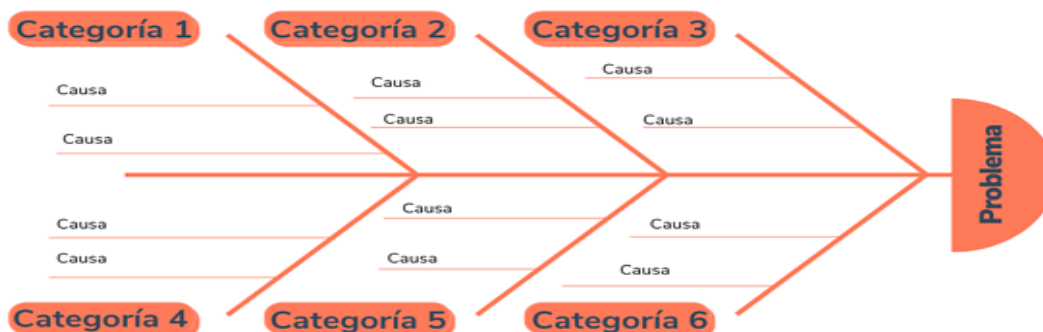
El uso de herramientas de gestión, como metodologías facilitadoras de la organización de negocios y empresas, presentan más de una década de atraso, por lo tanto, algunos autores las consideraron obsoletas frente a la innovación tecnológica en productos, servicios y mercados del momento; no obstante, estarán en vigencia mientras no haya otras que las supere. Entre estas se destacan las siguientes:

-El diagrama Ishikawa: llamado, también, diagrama causa-efecto o espina de pescado, observa las posibles causas de un problema para resolverlo en equipo; consiste en un gráfico en el que se ordena la información. Según Rojas (2009), los participantes aportan información sobre las causas que pueden producir los efectos, esto se registra en el diagrama y, después, se ordenan las causas jerárquicamente eliminando las repetidas (ver Figura 1).

Al mismo tiempo, Miro (s.f.) indicó que el diagrama de Ishikawa se construyó con los siguientes pasos: 1) definir el problema, ejercicio en el que los participantes deben estar de acuerdo con el planteamiento, que se sitúa en lado derecho del diagrama (cabeza del pescado); 2) luego se identifican las categorías según el problema identificado; 3) se enuncian las causas principales en cada categoría mediante una lluvia de ideas y se ubican en el gráfico (huesos del pescado), con estas se puede definir la causa raíz del problema; 4) se somete a votación para definir las causas más importantes y se definen las subcausas y, por último, 5) se definen los pasos a seguir, cómo analizar el diagrama y evaluarlo, sacar conclusiones finales y hacer recomendaciones de las posibles soluciones para resolver o controlar el efecto.

Figura 1

Diagrama Ishikawa



Nota. Tomado de *Diagrama de Causa y Efecto*, por L. E. Miguel, 2021,

<https://grupociesc.com/blog/diagrama-de-causa-y-efecto>

Bajo dicha perspectiva, el Project Management Institute (PMI): se enfoca en el desarrollo de estándares para la dirección de proyectos ilustrados en la guía PMBOK, la cual contiene 47 procesos inmersos en cinco grupos en las etapas de: inicio, planificación, ejecución, control y cierre. Por tal motivo para Assaff (2007), los procesos de dirección del proyecto se desarrollaron en diez áreas del conocimiento, a través de las que se verifica el funcionamiento del PMBOK; estas son la gestión de la integración del proyecto, del alcance, del tiempo, del costo, de la calidad, de los recursos humanos, de las comunicaciones, de los riesgos, de las adquisiciones y de los interesados. Cada una de estas áreas se lleva a cabo a través de herramientas de gestión como documentos, cuadros de entradas y salidas y planes.

Por su parte, Barato (2015) definió los procesos que se desarrollan en cada área del conocimiento de la siguiente manera:

1) Gestión de la integración: elaborar el acta de constitución, plan para la dirección del proyecto, dirigir y gestionar, monitorear y controlar, control integrado de cambios y cierre de la fase del proyecto.

2) Gestión del alcance: planificar la gestión del alcance, recopilar requisitos, definir el alcance, elaborar la EDT, validarlo y controlarlo.

3) Gestión del tiempo: planear el cronograma, determinar las actividades, definir la secuencia, estimar los recursos, estimar el tiempo, desarrollar el cronograma y controlarlo.

4) Gestión de los costos: proyectar los costos, estimarlos, definir el presupuesto, controlarlos.

5) Gestión de la calidad: preparar, asegurar y controlar la calidad.

6) Gestión de los recursos humanos: planificar la gestión de los recursos humanos, adquirir el equipo de trabajo, desarrollar el equipo del proyecto y dirigirlo.

7) Gestión de las comunicaciones: organizar, gestionar y controlar las comunicaciones.

8) Gestión de los riesgos: planificar la gestión de los riesgos, identificar y analizarlos, planificar la respuesta y controlarlos.

9) Gestión de las adquisiciones: definir las adquisiciones del proyecto, realizar, controlar y cerrar las adquisiciones.

10) Gestión de los interesados: identificar a los interesados, planificar la gestión, gestionar y controlar su participación.

El desarrollo de cada uno de estos procesos implica el uso de planes, herramientas y técnicas de gestión que hacen posible el cumplimiento de los requisitos del proyecto. Por otro

lado, para Amaya (2004), la matriz DOFA funciona como una herramienta de datos denominada matriz, compuesta de cuatro secciones para cada uno de los elementos, estas son las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas, que se encuentran ubicadas en orden lógico para comprender, presentar, discutir y tomar decisiones. Las debilidades y fortalezas corresponden a los factores internos y las oportunidades y amenazas a los externos.

Para su construcción, en un inicio, se requiere conformar un equipo de trabajo que tendrá que definir los criterios de análisis, plantear las debilidades, precisar las oportunidades, identificar las fortalezas, encontrar las amenazas, graficar y analizar los resultados y elaborar las estrategias a implementar. Según Patiño (2017), el análisis se hace a través de los niveles de priorización uno, tres y cinco, en el que el nivel uno corresponde al factor con menor o bajo impacto, el nivel tres, al factor con impacto medio y, el nivel cinco, al factor con mayor impacto.

El análisis de la matriz DOFA funciona como una herramienta utilizada para el diagnóstico, análisis de vulnerabilidad y planeación estratégica a través de la identificación de las debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas, para obtener una visión general del problema y el conocimiento detallado del proyecto y su contexto (Amaya, J, 2004). Esta compuesta de cuatro secciones para cada uno de los elementos ubicados en orden lógico para comprender, presentar, discutir y tomar decisiones; es una matriz proactiva que motiva pensamientos propositivos (Chapman, 2004).

Así mismo, según lo indicó Humphrey (2004), se compone de cuatro secciones para los elementos debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas, analizadas desde el entorno como situaciones internas y externas; en las primeras, se ubican las debilidades y fortalezas y hacen referencia a los componentes de la organización, mientras que las oportunidades y amenazas, las segundas, son todas las que se relacionan con el ambiente que le rodea y genera afectaciones.

Las debilidades son los factores negativos internos como la carencia de objetivos, falta de recursos, poca motivación, desorden, capacitación inadecuada y las fortalezas son los factores positivos como objetivos claros y medibles, capacitación lograda, seguridad, conocimientos, motivación, decisión, voluntad entre muchos.

Mientras que, las oportunidades son todas las ventajas externas de tipo social, económico, político, tecnológico etc., como afiliación, capacitación, nueva tecnología y las amenazas son los componentes que pueden ser un peligro para la organización como carencia de aceptación, antipatía, poco apoyo, malas relaciones interpersonales, etc.

Por otro lado, para Humphrey (2004), cada uno de los elementos que componen esta matriz, en cada cuadrante, se filtran en cinco elementos y, luego, se procede al cruce para definir cómo los factores internos afectan los externos y, al mismo tiempo, cómo estos influyen en los factores internos. De esta manera, se empiezan a conformar las estrategias de acuerdo con el siguiente análisis:

1) Estrategia ofensiva: maximización de fortalezas – maximización de oportunidades, lo que significa que, si se potencia al máximo una fortaleza, cuánto le permite aprovechar una oportunidad. 2) Estrategia defensiva: maximización de fortalezas- minimización de amenazas, donde si se potencia al máximo una fortaleza, cuánto le permite mitigar los efectos de una amenaza. 3) Estrategia adaptativa: minimización de debilidades – maximización de oportunidades, que significa que, si se supera las debilidades, cuánto se podrán aprovechar las oportunidades. 4) Estrategia de supervivencia: minimización de debilidades – minimización de amenazas, donde si se superan las debilidades, cuánto se podrá mitigar los efectos de las amenazas.

Mas adelante, se puntúa los cuadrantes con el análisis de incidencias, en caso de ser decisivo se ubica una cruz (valor 1) en el cuadrante que las correlaciona y si, por el contrario, no es significativo, se ubica un punto (valor 0) en el cuadrante correspondiente. Otra forma de hacer el análisis es la evaluación cuantitativa en la que se ponderan valores de siete a uno de acuerdo con la incidencia, los que se identifican así: 7) óptimo, 6) muy alto, 5) ligeramente alto, 4) medio, 3) ligeramente bajo, 2) muy bajo y 1) despreciable.

Al final, se procede a sumar el valor de las casillas, tanto verticales como horizontales, para definir cuál de los componentes es el sobresaliente o más reiterativo. Así, se determina cuáles elementos son fundamentales para potenciar y cuáles no. De esta manera, la matriz DOFA se convierte de una herramienta solo contemplativa de un problema estratégico a una transformativa con una solución estratégica.

Figura 2

Matriz DOFA

MATRIZ DOFA		
	Positivos	Negativos
Internos (factores de la empresa)	FORTALEZAS	DEBILIDADES
Externos (factores del ambiente)	OPORTUNIDADES	AMENAZAS

Nota. Tomado de *Qué es la Matriz DOFA, Matriz FODA o Matriz DAFO*, por De Gerencia, 2018, <https://degerencia.com/articulo/que-es-la-matriz-dofa-foda-o-dafo/>

Ahora bien, el enfoque Business Intelligence (BI), para Tableau (s.f.), se concretó en el intercambio de información entre organizaciones con base en estrategias de recolección, análisis y conocimiento. Además, se compuso de herramientas o modelos informáticos con los que se obtiene una visión integral de los datos de la organización, que son utilizados para corregir las ineficiencias y adaptarse al cambio, en especial, la de los mercados. Está conformado por tres componentes: elaboración de informes, el conjunto de procesos de extracción y análisis y paneles de control y cubos (IBM, 2021). Adicionalmente, se destacan diez herramientas de análisis de datos de BI, cuya funcionalidad depende del tamaño de la empresa u organización, estas son Microsoft Dynamics, Factorial HR-informe de análisis, IBM Cognos Analytics, SAP Business Intelligence, Oracle Business Intelligence, Tableau, Sisense y Clear Analytics.

Por otro lado, el Modelo Canvas, según Osterwalder (2011), como herramienta de gestión se compone estructuralmente de cuatro segmentos que corresponden a las cuatro áreas principales de un negocio: clientes, oferta, infraestructura y viabilidad económica. En el segmento clientes se agrupan los módulos:

- 1) Clientes o mercado en el que la propuesta de valor se orienta al usuario y a la satisfacción de sus necesidades.
- 2) Canales de comunicación distribución y publicidad que se utilizarán, ya sean directos, indirectos y propios.
- 3) Relaciones con los clientes y la forma en que se establecen para dar a conocer la propuesta de valor.

En el segmento oferta está el módulo: 1) propuesta de valor que hace la diferencia con la competencia.

En el segmento infraestructura están los módulos:

1) Actividades claves que permitan el conocimiento del negocio, qué es y qué quiere ser.
 2) Recursos clave o medios necesarios para el negocio como humanos, tecnológicos y físicos, además, de determinar la viabilidad del negocio.

3) Red de alianzas o socios y las estrategias de *networking*.

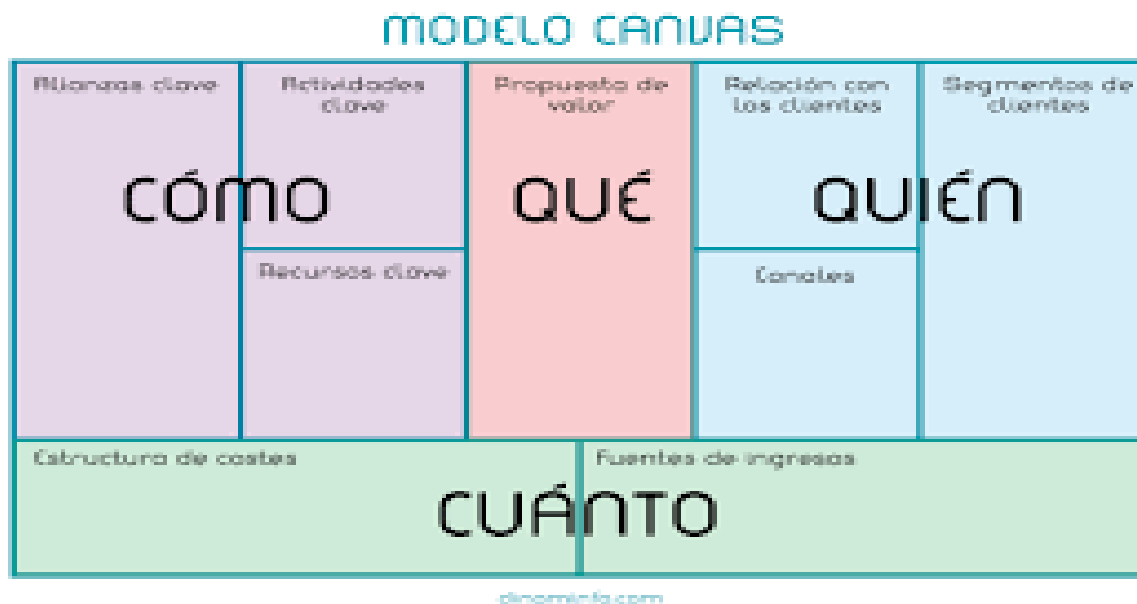
Por otro lado, el segmento de viabilidad económica agrupa los módulos:

- 1) Estructura de los costos, financiación del negocio y el ciclo de venta del negocio.
- 2) Fuentes de ingresos del negocio o proyecto.

Así, el modelo Canvas funciona dentro de una estructura conformada por nueve elementos, módulos o cuadrantes, que permiten ver y moldear de manera global y simplificada el negocio o proyecto (ver Figura).

Figura 3

Modelo CANVAS



Nota. Tomado de *Modelo Canvas: genera un plan de negocio en cinco minutos*, por Soy Emprendedora, 2016, <https://soyemprendedora.com.ar/modelo-canvas-genera-plan-negocio-cinco-minutos/>

Marco Histórico

La organización de los seres humanos frente a las diferentes actividades es tan antigua como la humanidad, tanto en la estructura como en las jerarquías, es así como, según Schwarz (2018), antes de Cristo, en el año 1200, ya existían insumos a los que puede considerarse como herramientas de gestión, que facilitaban la puesta en marcha de las ideas de negocio y manejo de personal.

Así mismo, Schwarz (2018) señaló que, desde el año 1200 a.C., se tiene conocimiento del manuscrito de Ching, que surge como una preocupación de la administración del personal por la presión existente sobre la fuerza laboral. De igual forma, las mega construcciones de la antigüedad requirieron de la correcta gestión humana para organizar la mano de obra esclava y llevar a cabo actividades que hoy se conocen como logísticas, financieras y administrativas. Esta organización permitió el desarrollo de grandes emprendimientos que existen en la actualidad.

Administración 0.0 (desde la Antigüedad hasta 1730)

En este período, se destacó la Teoría de Grafos (1736), que permitió establecer conexiones entre nodos. Es una herramienta bastante útil para la planificación que aún está vigente en la actualidad.

Administración 1.0: Administración Científica (desde 1730 hasta 1930)

En este período se evidenciaron aportes y herramientas que son la base de la administración actual. Se encuentra el organigrama inventado en 1860 por McCallum, así como las bases de la administración científica creadas por Frederick Taylor, entre 1878 y 1903, con el fin de dirigir empresas industriales. Además, en 1896, Vilfredo Pareto creó el diagrama del Pareto 80-20; en 1896 Karol Adamiecki inventó el Harmonogram que sirve de inspiración a Henry Gantt para la creación del Diagrama de Gantt. De igual forma, en 1903, DuPont inventó

el ROI, concepto de retorno de la inversión, indicador para gestionar y evaluar procesos, proyectos y toma de decisiones. Para el año 1929, Luther Gulick desarrolló el presupuesto como herramienta de gestión y carta de navegación de los proyectos. Finalmente, en 1924, Walter Shewhart creó el ciclo de la mejora continua o ciclo PDCA (plan-do-check-act) o Ciclo PHVA (planear-hacer-verificar-actuar) (Schwarz, 2018).

Administración 2.0: Gestión Departamental (1931-1950)

En este lapso, se destaca a Procter & Gamble (P&G) que, en 1930, inventó el concepto de marca que ha sido uno de los principales ejes del desarrollo de la mercadotecnia. Por su parte, Abraham Maslow desarrolló la teoría de las necesidades en 1943, también conocida como pirámide de necesidades de Maslow, utilizada en el estudio y desarrollo del talento humano. Para el año 1943, Kaoru Ishikawa creó el ahora conocido como diagrama Ishikawa, causa-efecto o diagrama de espina de pescado. Así mismo, en 1943, McCulloch y Pitts desarrollaron las redes neuronales y, en 1956, McCarthy potencializó el nacimiento del término inteligencia artificial. Por último, en 1950 Edwards Deming elaboró y aplicó los conceptos y herramientas de la calidad (Schwarz, 2018).

Administración 3.0: Eficiencia de la Producción (Década del 50)

Ahora bien, a partir de 1950 surgieron los primeros MRP para la planificación de recursos de manufactura y, luego, hacia 1955 se crearon los primeros ERP – Enterprise resource planning -que constituyen la base de los sistemas integrados de gestión. En 1953, Igor Ansoff desarrolló la matriz producto/mercado o vector de crecimiento conocida como Matriz de Ansoff. Para finalizar, en 1957, se desarrolló el algoritmo PERT-CPM, que se utiliza en la investigación de operaciones para la programación de proyectos (Schwarz, 2018).

Administración 4.0: Enfoque de Mercado (Años 60 y 70)

En 1960 se desarrolló la técnica del valor ganado (EV). Tiempo después, en 1969, se creó el PMI para sistematizar y promover las técnicas y herramientas de gestión de proyectos alrededor del mundo. Ya en 1970 se empezó a utilizar el análisis FODA o la matriz DOFA como instrumento para el diagnóstico y, ese mismo año, la empresa consultora McKinsey desarrolló la matriz McKinsey para evaluar las carteras de negocios. Mientras que, en 1973, Boston Consulting Group desarrolló la matriz BCG como herramienta de análisis y, al final, para el año 1979 Michael Porter planteó el análisis de las cinco fuerzas competitivas del mercado (Schwarz, 2018).

Administración 5.0: Enfoque de Calidad (Años 80)

Para el año 1980, Bill Smith en Motorola creó el método Seis Sigma o *Six Sigma* como técnica estadística para reducir la variabilidad de los procesos y eliminar los factores de falla de estos. Al año siguiente surgió el método SMART para la asegurar el correcto dimensionamiento de los indicadores de objetivos y metas. Por otro lado, en 1985, Michael Porter desarrolló la cadena de valor como herramienta para establecer la ventaja competitiva y, por último, en 1986 surgió el CRM para gestionar el relacionamiento con el cliente (Schwarz, 2018).

Administración 6.0: Enfoque Financiero (Años 90)

En cambio, en 1990, se empezó a utilizar el término EBITDA como indicador financiero de rentabilidad. No obstante, en 1994, aparecieron los primeros sistemas de gestión de calidad con ISO9001; más tarde, en 1996 evolucionaron hacia la gestión ambiental con ISO14001 y, luego, hacia la gestión de los riesgos con OHSAS18001 en 1998. Así mismo, en 1996, surgió el Modelo SCOR como lineamiento para mejorar procesos y prácticas relacionadas con la cadena de abastecimiento y, además, Robert Kaplan y David Norton desarrollaron el CMI – Cuadro de

mando integrado, orientado a la satisfacción de los clientes y el BSC – *Balanced Scorecard*, sistema de planeación estratégica y gestión. Finalmente, en 1998, nació el concepto de gestión de la experiencia del cliente (Schwarz, 2018).

Administración 7.0: Enfoque del Conocimiento (2000-2010)

En el año 2000 se empezó a desarrollar el BI como herramienta de gestión que agrupa un conjunto de estrategias para recolectar, analizar y mejorar el conocimiento de las organizaciones. De igual forma, para el año 2008 surgió la Tecnología Blockchain, la principal aplicación de Blockchain que son las criptomonedas que revolucionan la banca y el mercado financiero. Para finalizar, en el 2009, Alexander Osterwalder creó el modelo Canvas o lienzo de Canvas (Schwarz, 2018).

Administración 8.0: Enfoque Deontológico (2010 Hasta la Fecha)

En este periodo, Schwarz (2018) manifestó que a partir del 2009 en adelante ya no se desarrollaron herramientas de gestión que puedan considerarse significativas, situación que preocupa, puesto que la innovación que tiene el mundo globalizado es superior al desarrollo de nuevas herramientas de gestión. Mientras que, las de décadas antiguas se actualizaron o evolucionaron, no surgen nuevas herramientas que den respuestas a los retos de los mercados actuales.

Estado del Arte

La administración de las organizaciones y empresas en todas las épocas han hecho uso de instrumentos o herramientas que mejoraron y facilitan hoy el manejo de planes, programas, proyectos y actividades que requieren de una gestión minuciosa, ordenada y efectiva. Entre todos los antecedentes que rodean a las herramientas de gestión y los mismos que ilustran los casos prácticos en el sector de la construcción, se encuentran:

En primer lugar, Álvarez et al. (2021) afirmaron que la herramienta BIM, en el sector de la construcción, es útil para la obtención de información operativa y coordinada de los proyectos en tiempos reales, además, facilitan la gestión del tiempo, recursos, riesgos y calidad, como componentes importantes de los proyectos. Según los autores, esta herramienta va a convertirse en tendencia internacional y en Colombia será requisito para participar en los procesos de contratación a partir del año 2026. De la misma manera, otros estudiosos del tema con pensamientos similares, entre estos, Guerrero et al. (2019), expresaron que la herramienta BIM facilita la gestión de los proyectos en la etapa de diseño para evitar riesgos en la ejecución y lograr los resultados esperados.

Una de las herramientas de gestión más modernas es el Modelo Canvas, Pedraza (2021) lo ilustró como una herramienta a través de la que se crean y modelan negocios innovadores, que se sintetiza en cuatro importantes áreas, entre las que están los clientes, oferta, infraestructura y viabilidad económica, organizadas y presentadas de manera sencilla para que permitan tener una visión permanente y clara del negocio desde varias perspectivas. Además, se caracteriza por la flexibilidad y la relación entre los diferentes componentes del negocio y su objetivo es definir la mejor ruta de trabajo para crear valor a los clientes.

En este orden de ideas, otros autores resaltaron las herramientas de gestión de la calidad de los proyectos como un sistema enfocado en la satisfacción del cliente frente a las características del servicio y mostraron cómo se regula a través de normas de calidad como la ISO 9001:2015 que, según señaló Pazmiño (2020), es una herramienta útil en la planeación de los proyectos de construcción de vivienda, desde el diseño hasta la ejecución, en cuyo marco se revisan y actualizan los objetivos, se hace control de los procesos y se promueve una mejora continua, que se enfoca en la optimización del tiempo y los recursos. El autor afirmó que esta certificación se exige como requisito para ingresar a empresas constructoras y para participar en los procesos de contratación con las entidades públicas.

Entre algunas herramientas importantes por su aplicación globalizada, Pinzón et al. (2017) destacaron las del PMI que, a través de la metodología PMBOOK, indica 113 herramientas, enfocadas en diez áreas del conocimiento que, por su funcionalidad y efecto, facilitan la gestión del gerente frente a proyectos de construcción y otros. Las ventajas que trae consigo el uso de estas herramientas son relevantes en el análisis de información, la toma de decisiones y el viaje de los datos de un proceso a otro.

Así mismo, los autores Pinzón et al. (2017), en su investigación sobre la Evaluación de herramientas para la gerencia de proyectos de construcción basados en los principios del PMI y la experiencia, concluyeron que, con nueve herramientas tradicionales y tres ágiles, se pueden gestionar todas las áreas del conocimiento del proyecto en los cinco grupos de procesos. Se destacan, sobre todo, las herramientas de juicios de expertos y los *softwares* de gestión de proyectos como las más utilizadas y de mayor impacto, sin restarle importancia a las auditorías cuando se gerencia más de uno al mismo tiempo.

Por otro lado, Gómez y Jiménez (2014) plantearon en su artículo la teoría de las restricciones o tarea crítica-TOC (cuello de botella) como un sistema de gestión y mejora continua con aplicación directa a las áreas técnicas de las empresas de construcción, en el que se identifican las tareas críticas que son las actividades dependientes y la dependencia de recursos. De igual forma, se enfocan en la gestión del cronograma y la disponibilidad de materiales para lograr agilidad en el cumplimiento de las actividades e impacto en la rentabilidad del proyecto. Los autores señalaron que esta herramienta es utilizada, casi siempre, para el control de la contratación con el fin de buscar eficiencia y evitar retrasos y sobrecostos en el proyecto.

En este sentido, Susunaga (2014) aportó conocimiento en su tesis titulada “Construcción sostenible, una alternativa para la edificación de viviendas de interés social y prioritario”, donde la relacionó con la responsabilidad frente a la huella ecológica como consecuencia de la contaminación generada al medio ambiente por la construcción de viviendas. Al mismo tiempo, propuso los sellos de certificación como herramientas de gestión para medir y evaluar la sostenibilidad de este tipo de proyectos, entre estos, se destacan los sellos: BREAN, enfocado en los impactos del entorno, mide la sostenibilidad en distintos tipos de edificaciones; el LEED, es una certificación con mayor garantía de sostenibilidad en el mundo, se enfoca en el desarrollo de las edificaciones nuevas y existentes y el GREEN STAR, que se basa en el sello LEED y BREAN como una medida estándar para medir la sostenibilidad.

Sin embargo, Rincón (2012), en el artículo titulado “El diagnóstico empresarial como herramienta de gestión gerencial”, resaltó la utilidad de las matrices: DOFA, matriz BCG (Boston Consulting Group), matriz de evaluación de los factores externos (EFE), matriz de evaluación de factores internos (EFI), matriz de posición estratégica y evaluación de la acción, (PEYEA), diagrama Ishikawa, diagrama de Pareto, en la etapa de diseño y planeación. También,

diagnósticos que permitan conocer de cerca las empresas y las dificultades que obstaculiza su crecimiento y el diseño de estrategias con el objetivo ser más competitivos frente a la globalización.

Otro tema que amerita atención en la gerencia de proyectos es el control de los riesgos de los proyectos de construcción, en este sentido, Alarcón (2012) destacó el enfoque de producción sin pérdidas, en el que la utilización de nuevas herramientas de gestión para medición, diagnóstico y mejoramiento, como muestreos del trabajo, cartas de balance de recursos y encuestas de diagnósticos que, a diferencia del sistema de control tradicional, permiten visibilizar, disminuir o eliminar las pérdidas de estos, lo que contribuye a la generación de una nueva forma de pensamiento enfocado en la mejora.

Sobre la sostenibilidad de los proyectos, como un reto para el sector de la construcción, por ser uno de los que más contribuye a la huella ecológica por la cantidad de residuos que genera y los recursos que utiliza, como la energía y materiales. Mientras que, Rodríguez y Fernández (2010) ponderaron algunas herramientas de gestión dentro de un marco metodológico de gestión sostenible como los indicadores de gestión, agrupados en 74 sistemas de gestión de sostenibilidad en el mundo, todos útiles en la toma de decisiones, en procesos de certificación y, también, para la evaluación de proyectos por terceros desde el punto de vista de la sostenibilidad.

Por otro lado, en cuanto a los costos de la calidad de los proyectos de construcción, Gracia y Dzul (2007) mencionaron el enfoque PEF (prevención, evaluación y fallos), adoptado por la American Society for Quality Control y por el British Standard como herramienta de planificación, que permite medir la mejora continua a través de diferentes modelos de costos de la calidad, dentro de los que se destaca el modelo PEF, calificado como el de mayor aplicación. Su aporte a la productividad y consecución de utilidades para las empresas es relevante frente a

otros modelos, dado que permite encontrar el nivel de calidad requerido para disminuir los costos.

Así mismo, son importantes los elementos o instrumentos que facilitan la aplicación de herramientas de gestión como el juicio de expertos, las matrices de comparación o validación, la encuesta y la entrevista. En virtud de lo anterior, los juicios de expertos son las opiniones de profesionales que, por su experticia, pueden validar procedimientos, procesos, métodos y herramientas de gestión.

En el artículo Autoposicionamiento ideológico y distorsiones idiosincráticas en los estudios basados en juicios de expertos mexicanos de Reynoso (2019), este juicio es censurado para estimaciones y comparaciones; sin embargo, cada vez es más usado por los académicos para estimaciones que no tienen medida objetiva, frente a ideologías políticas o idiosincráticas la heterogeneidad de los expertos puede originar sesgos en las comparaciones y en la prueba de hipótesis.

En cambio, la herramienta juicio de expertos para Castro et al. (2019) fue pertinente para valorar proyectos formativos y determinar la validez de los instrumentos como la rúbrica socioformativa enfocada en reformas a la manera de educar. Al mismo tiempo, en la tesis doctoral “Calibración de ítems mediante juicio de expertos utilizando técnicas de ingeniería dirigida por modelos, workflows y sistemas de gestión de aprendizaje” de Presedo (2017) se utilizó el juicio de expertos para calibrar un conjunto de ítems que consisten en definir en una métrica común la dificultad de cada uno, donde sobresale la confiabilidad de los expertos.

Otro instrumento de gestión utilizado son las matrices, hay algunas de planeación, de organización, de gestión de riesgos, de impactos, de incidencia, que, dada su estructura, permiten mostrar sin problemas y de manera clara y sucinta la información. Entre las que se destacan están

la matriz DOFA, para la planeación y toma de decisiones; la matriz de riesgos, que permite medirlos e identificar las medias de manejo; la de impactos, ante todo útil en la elaboración de estudios de casos ambientales y las de incidencia, que surge a partir de las dificultades que se originan en las relaciones de causa y efecto. Así mismo, la matriz DOFA es ampliamente utilizada, Rodríguez (2018) propuso utilizar la gestión de riesgos para empresas de seguridad privada, donde se pueda establecer el diagnóstico en diferentes escenarios y la toma de decisiones con el fin de lograr los objetivos.

Desde otro punto de vista, Iburguen et al. (2019), aplicaron la matriz DOFA, entre tantas otras, para determinar la vulnerabilidad de una organización de salud oral, con el fin de identificar los factores internos, externos y definir las estrategias que permitan ejecutar acciones de mejora en búsqueda de mayor competitividad. Mientras que, Las matrices de impacto valoran los cambios ocasionados en el entorno por la ejecución de actividades que se derivan de los proyectos, planes o programas. Así, Buzo (2018), en el proyecto de construcción de una Torre residencial de doce pisos en el área de preservación permanente del municipio, de Puerto Rico, Brasil, mostró la aplicación de la matriz de impactos Follo en la identificación, clasificación y mitigación de los impactos en cada fase del proyecto.

En la revista científica “Dominio de las ciencias”, Vélez y Coello (2017), en el artículo Impactos ambientales producidos por la construcción de vivienda a gran escala en la ciudad de Guayaquil Ecuador, propusieron medidas ambientales mitigatorias en proyectos urbanísticos producto de la identificación de impactos, con el fin de preservar los recursos naturales. Además, la matriz de incidencia determina los efectos de la interacción, al respecto, Valderrama et al. (2018) la aplicaron para caracterizar las relaciones entre las organizacionales sociales y el estado

mexicano, dentro del programa conversión social, y definieron la interacción y el nivel de relación en las distintas etapas del programa, así como las incidencias sociales y geográficas.

Por el contrario, Gil-La fuente et al. (2020) hablaron sobre los efectos olvidados en el análisis de los medios de comunicación y cómo determinar incidencias o efectos de causalidad en diferentes acciones encaminadas a influenciar al público acerca de la percepción de los medios. Por último, otras herramientas de gestión que son importantes por su fácil aplicación son la encuesta y la entrevista como instrumentos de recolección de información, que, al ser analizadas, arrojan resultados válidos para la toma de decisiones. Los autores Feria et al. (2020), las consideraron como técnicas investigativas y métodos de indagación empírica; de igual manera, tomaron a la encuesta como alternativa a la entrevista, dado que son instrumentos que se identifican, pero no son iguales y se aplican las dos a todas las personas, empresas, y organizaciones.

Marco Legal

Toda actividad económica, social y cultural que se desarrolle en Colombia debe estar enmarcada en el cumplimiento de una normatividad. La Constitución Política de 1991, como norma superior, consagra en los artículos 79 y 80 del Capítulo III, título II todo lo referente a los derechos colectivos y del ambiente.

El Artículo 79 estipuló que:

Todas las personas tienen derecho a gozar de un ambiente sano. La ley garantizará la participación de la comunidad en las decisiones que puedan afectarlo. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.

Por su parte, el Artículo 80 determinó que:

El Estado planificará el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales para garantizar su desarrollo sostenible, su conservación, restauración o sustitución. Además, deberá prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, imponer las sanciones legales y exigir la reparación de los daños causados. Así mismo, cooperará con otras naciones en la protección de los ecosistemas situados en las zonas fronterizas.

Estos artículos son el fundamento jurídico para tener en cuenta en la gestión de proyectos de construcción que utilicen plástico reciclado, considerados proyectos sostenibles, dado que, al mismo tiempo que satisfacen las necesidades presentes, protegen los recursos naturales para las futuras generaciones.

Además, es necesario considerar las leyes, decretos, resoluciones y políticas públicas existentes, puesto que son el soporte regulatorio de actividades tendientes al reciclaje de plástico,

de su aprovechamiento y reúso en proyectos innovadores del sector de la construcción en Colombia. Entre muchas, se encuentran las siguientes:

La Ley 99 de 1993: se creó el sistema ambiental y se definió la política ambiental con fundamento en principios rectores, entre los que se destaca que, “el proceso de desarrollo económico y social del país se orientará según los principios universales y del desarrollo sostenible contenidos en la Declaración de Río de Janeiro de junio de 1992 sobre medio ambiente y desarrollo”. En especial en sus artículos 15 (principio precautorio) y 17 (relacionado con la valoración de los impactos ambientales), sin cuyo cumplimiento no puede gestionarse ningún proyecto. Para el caso de los proyectos de construcción que utilicen plástico reciclado se evidencia que no solo cumplen estos principios, sino que su valor agregado está en reutilizar materiales bastante contaminantes como el plástico, lo cual evita la disposición en la tierra y contamina el medio ambiente.

Ley 511 de 1999: estableció incentivos para el reciclaje y reconocimientos con acciones articuladas entre el Ministerio de Ambiente, entidades del orden nacional, entes municipales y departamentales, a las personas que cumplen labores de recolección de residuos sólidos y reciclaje en todo el territorio nacional y, al mismo tiempo, encargó a los municipios y departamentos el deber de promover campañas periódicas en las que la comunidad participe de forma activa en el proceso de reciclaje. Dentro del proceso de pretransformación y transformación de materiales (plástico) reciclados el conocimiento, apropiación y cumplimiento de esta ley es de vital importancia en la gestión de proyectos de plástico reciclado en el sector de la construcción, puesto que la calidad del material reciclado que lo hace apto para el reúso depende de la técnica en la selección, recolección y transporte de este.

Las resoluciones 1045 de 2003 y 754 del 2014: por medio de estas, se adoptó la metodología para la elaboración de los planes de gestión integral de residuos sólidos (PGIRS) como herramientas para enfrentar la problemática del manejo de los residuos sólidos, a través de programas de aprovechamiento que generen ingresos a las personas involucradas en este oficio, produzcan empleos y, sobre todo, se disminuya la cantidad de residuos sólidos depositados en los rellenos sanitarios. Los PGIRS son determinantes dentro de la política pública del reciclaje, de estos se desprenden programas y proyectos que fortalecen la actividad de recolección y garantizan el aprovechamiento de los materiales en otros trabajos.

Ley 1333 del 2009: por medio de esta, se reglamentó el régimen sancionatorio y se definió la presunción de culpa o dolo para los infractores ambientales, como medida de prevención y protección del medio ambiente. Además, García (2021) concluyó que la Ley 1333 del 2009 requiere de ajustes en el alcance de la facultad sancionatoria del Estado frente a la responsabilidad, en el que la administración debe asumir un rol activo para identificar y evaluar no solo la conducta de los infractores, sino todos los componentes de la responsabilidad frente al medio ambiente. Esta, como toda ley, debe tener mecanismos que permitan la socialización y la exigibilidad en su aplicación para que sea efectiva. De nada sirve tener un marco normativo y regulatorio si no se cumple ni se exige en pro de lograr los objetivos de la política pública.

CONPES 3874 de 2016: constituyó la política nacional para la gestión integral de residuos sólidos, en la que se articula la visión ambiental con el servicio público orientados al modelo de economía circular, cuyo enfoque es conservar el valor de los materiales o productos el mayor tiempo posible en el ciclo productivo. Desde estas decisiones de Estado se pretende dar solución a una problemática de carácter general que, a su vez, hace parte de una agenda internacional con el cumplimiento de metas como la reducción de gases efecto invernadero al

año 2030 y de cuatro metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible relacionados con ciudades y comunidades sostenibles, producción y consumo responsable.

Resolución 1407 del 2018: mediante esta resolución se reglamentó la gestión ambiental de los residuos de envases y empaques de papel, cartón, plástico, vidrio y metal, lo que indicó los términos dentro de los que las empresas deben recoger el 10 % de los empaques y envases que se dispongan en el mercado nacional, verificable a través de la presentación del informe de avance del plan de gestión ambiental a la autoridad correspondiente.

La ley 1973 de 2019: por medio de esta se reguló y prohibió el ingreso, comercialización y uso de bolsas y otros materiales plásticos en el departamento Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina e Islas Menores que lo componen como medida de reducción del impacto ambiental ocasionado por la comercialización de materiales plásticos. En el resto del país, las medidas no son restrictivas como esta, puesto que se tiene aún la posibilidad de comprar bolsas plásticas. Esta ley podría tener otro alcance y no ser limitante frente al uso de las bolsas plásticas, lo que significa que, si el plástico reciclado es útil en otro tipo de proyectos como los del sector de la construcción, las medidas podrían enfocarse no en la prohibición de bolsas plásticas, sino en la separación adecuada en la fuente, transporte y transformación.

Por otra parte, el proyecto de Ley, presentado en el año 2019, se encuentra en proceso:

Por medio del cual se establecen medidas tendientes a la reducción de la producción y el consumo de los plásticos de un solo uso en el territorio nacional, se regula un régimen de transición para remplazar poco a poco a alternativas reutilizables, biodegradables y otras cuya degradación no genere contaminación y se creen mecanismo de financiación.

(ANDI, s.f., p. 1)

A nivel internacional, se cuenta con la Declaración de Estocolmo de 1972, en la que se determinó por primera vez el vínculo entre Derechos Humanos Fundamentales y Protección Ambiental. En concordancia, la Corte Constitucional, en Sentencia T-092 de 1993, concluyó que el derecho al medio ambiente es un derecho fundamental. Con base en el desarrollo sostenible descrito en el informe de Brundtland en 1987, llamado “Nuestro futuro común”, García (2003) señaló que el desarrollo económico y la preservación de los recursos naturales para las generaciones futuras se conoce como desarrollo sostenible enmarcado, en el título TI, capítulo 3, artículos 79-80 de los derechos colectivos y del ambiente como fundamento de la teoría del desarrollo sostenible, concordante con los convenios y leyes internacionales, firmados y ratificados por Colombia. El autor afirmó que, dentro de esta teoría, el Estado tiene el deber de cumplir funciones de policía para prevenir y controlar el deterioro ambiental al imponer sanciones y garantizar la reparación de los daños causados.

En Colombia, se destacan los siguientes tratados en materia ambiental:

Convenio de Viena para la protección de la capa de ozono: fue acordado en 1985 y contiene el plan marco de todas las actividades para la protección de la capa de ozono. En un principio, se firmó por 21 países, entre los que se estableció investigar e implementar medidas para la eliminación de SAO, entre las cuales están convocar a todas las partes a una conferencia cada dos años, creación de la secretaría del ozono y adopción de procesos.

Protocolo de Montreal: se firmó en 1989 y entró en aplicación ese mismo año. Su objetivo es la reducción de sustancias que deterioran o agotan la capa de ozono del planeta. Además, es considerado un ejemplo de cooperación internacional en la protección del medio ambiente. En el año de 2009 fue suscrito como el primer acuerdo de protección ambiental

multilateral por todos los países del mundo, con el compromiso de eliminación completa de las SAO para el año de 2040 (Sarmiento, 2019).

Convención Marco de Naciones Unidas sobre cambio climático: fue ratificado por 33 países de América Latina y el Caribe, entró en vigor desde el año 1994, contiene el marco general de acciones para hacerle frente al cambio climático y su objetivo es estabilizar los niveles de gases efecto invernadero (Cepal, s.f.).

Protocolo de Kioto: se aprobó en el año de 1997 y entró en vigor en el 2005. A través de este se puso en funcionamiento el convenio marco de las Naciones Unidas, su objetivo fue lograr el compromiso de 37 países industrializados y la Unión Europea en la reducción de emisión de gases efecto invernadero (ONU. s.f.).

Metodología

La revisión de las fuentes bibliográficas permite construir el fundamento teórico para la propuesta de investigación. De esta manera, la monografía titulada “Plan de gestión de buenas prácticas del uso del plástico reciclado en el sector de la construcción en Colombia. Un análisis comparativo internacionalmente.” se desarrolla a través de la metodología analítica descriptiva con enfoque cualitativo, pues identificó casos exitosos del sector de la construcción que han implementado el uso de materiales de plástico reciclado en sus construcciones.

De tal manera que, según Meyer (2006), la metodología analítica descriptiva permitió identificar costumbres, circunstancias, actitudes predominantes a través de la descripción de las etapas y las actividades. En el presente trabajo se pretende elaborar un documento con el análisis de la efectividad de uso de materiales de plástico reciclado en el sector de la construcción en Colombia. Los datos se detallan de manera cuidadosa para, más adelante, analizar los resultados, a fin de identificar las mejores prácticas de uso de materiales de construcción a base de plástico reciclado, que aporten a la sostenibilidad del medio ambiente y preserven la calidad en las obras de construcción.

Diagnóstico de Buenas Prácticas en Proyectos de Construcción con Uso de Materiales De Plástico Reciclado

Etapas 1: Determinación de la Información

Tarea 1: identificar y hacer una revisión documental indirecta de experiencias en proyectos de construcción y de utilización de plástico reciclado, mediante base de datos, artículos científicos de los buscadores académicos, a fin de seleccionar la adecuada información del diagnóstico de las fichas de experiencias.

Etapa 2: Creación y Aplicación de las Fichas Técnicas de Buenas Prácticas en Proyectos de Construcción con Uso de Materiales de Plástico Reciclado

Tarea 2: desarrollo del instrumento de recopilación de la información, mediante el modelo de ficha técnica de buenas prácticas de la ONU, a fin de crear un modelo de recolección de información de buenas prácticas en proyectos de construcción con uso de materiales de plástico reciclado.

Tarea 3: aplicar la ficha técnica de experiencias mediante el diligenciamiento de la información extraída de los casos seleccionados, a fin de visualizar información relevante de las investigaciones.

Tarea 4: elaborar una matriz con la información para identificar semejanzas, diferencias y relaciones significativas.

Tarea 5: realizar el análisis comparativo de la información de las investigaciones nacionales e internacionales.

Etapa 3: Diagnóstico Integral de Buenas Prácticas en Proyectos de Construcción con Uso de Materiales de Plástico Reciclado

Tarea 6: desarrollar el diagnóstico integral de las buenas prácticas en proyectos de construcción, mediante el uso de la matriz DOFA, a partir de la información consolidada en la matriz de recolección de datos.

Tratamiento del Diagnóstico de Buenas Prácticas en Proyectos de Construcción con Uso De Materiales de Plástico Reciclado

Etapa 4: Análisis del Diagnóstico Integral de las Buenas Prácticas en Proyectos de Construcción

Tarea 7: medición de las oportunidades, por medio del juicio de expertos, para obtener criterios y parámetros en la selección de las buenas prácticas.

Tarea 8: proyección en la definición de buenas prácticas, a través del diagrama Ishikawa o causa-efecto, para facilitar la toma de decisiones en las buenas prácticas.

Tarea 9: identificación de factores (variables) relevantes que definen las buenas prácticas, a través de la ficha técnica de experiencias y los criterios resultados del estado del arte, para la determinación de las variables críticas en el desarrollo de proyectos de construcción con uso de materiales de plástico reciclado.

Tarea 10: síntesis de criterios, parámetros y variables de decisión en las buenas prácticas.

Valoración de Buenas Prácticas en Proyectos de Construcción con Uso de Materiales de Plástico Reciclado

Etapa 5: Evaluación de Criterios, Parámetros y Variables en la Toma de Decisiones en la Definición de Buenas Prácticas

Tarea 11: valorar los parámetros en la definición de buenas prácticas, por medio de ponderados, para determinar las mejores prácticas.

Tarea 12: plantear estrategias del tratamiento de las buenas prácticas, por medio de un mapa mental, para la probabilidad de aplicabilidad de buenas prácticas en Colombia.

Tarea 13: elaborar conclusiones y recomendaciones.

Diagnóstico de buenas prácticas en proyectos de construcción

Determinación de la información

Las buenas prácticas son las que han demostrado que funcionan, arrojan resultados positivos y pueden ser modelos, además, deben ser probadas y validadas por otras personas que han repetido la experiencia exitosa. La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2015) definió como buena práctica aquella que es efectiva y exitosa por los impactos positivos generados en las personas o comunidades, es sostenible por la satisfacción de las necesidades de las generaciones actuales y futuras, muestra sensibilidad en asuntos de género, es viable técnicamente, reconoce el derecho a la participación, debe ser replicable y adaptable y reduce los riesgos.

Identificación documental de experiencias en proyectos de construcción

En el presente trabajo, a través de la revisión extensa de bases bibliográficas de libros, revistas y publicaciones se seleccionaron algunas investigaciones nacionales e internacionales, relacionadas con proyectos de construcción con uso de plástico reciclado, para que sean insumo de estudio y análisis sobre la determinación de buenas prácticas y que sirvan como referentes en otros entornos. De la misma manera, se tomó como instrumento para documentar la información seleccionada de la ficha técnica de buenas prácticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2015)

Instrumento para documentar experiencias en proyectos de construcción.

A partir del modelo de la ficha técnica de buenas prácticas de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2015), se elaboró una ficha técnica de experiencias (anexo) adaptada a este estudio, que contiene información relevante de las

investigaciones de proyectos de construcción con uso de plástico reciclado, como título, fecha de publicación, autores, grupo meta, objetivo, lugar/cobertura geográfica, introducción, partes interesadas y asociados, impacto, innovación, factores de éxito, limitaciones, lecciones aprendidas, sostenibilidad, replicar y/o escalar, conclusión, URL de la práctica y sitios web relacionados para documentar los casos seleccionados.

Apendice Formato de la Ficha Técnica de Experiencias

Aplicación del instrumento de documentación de la información

Se seleccionaron las investigaciones de proyectos de construcción con uso de plástico reciclado nacionales e internacionales y se documentan en 12 fichas de experiencias, seis nacionales y seis internacionales, en las que se destacó la información en cada uno de los ítems de la ficha.

Los casos nacionales seleccionados son:

Madera plástica – un producto amigo del planeta.

Ecobloque estructural para vivienda de interés rural: un aporte para las comunidades del Alto Magdalena, Colombia.

Recubrimiento arquitectónico no cerámico elaborado 100 % con plástico PET.

Empleo de residuos plásticos reciclados para la fabricación de productos sostenibles ambientalmente.

Proyecto de factibilidad económica para la fabricación de bloques con agregados de plástico reciclado (PET), aplicados en la construcción de vivienda.

Ladrillo ecopeto: planteamiento y propuesta de un ladrillo ecológico a base de PET.

Los casos internacionales seleccionados son:

Diseño de Planta productora de adoquines a base de cemento y plástico reciclado.

Proyecto Polymiz – Valorización de residuos polímeros en mezclas bituminosas.

Estudio de nuevas tecnologías de la construcción con bloques de materiales plásticos reciclados.

Comparación de costos de una vivienda unifamiliar a base de bloques de plástico reciclado y albañilería confinada.

La adición de bolsas plásticas en la elaboración de bloques de adobe para viviendas unifamiliares y su efecto en la variación de la temperatura y acondicionamiento acústico en el Cantón Ambato Provincia de Tungurahua

Evaluación de viabilidad para la fabricación, análisis de sustentabilidad y comportamiento estructural de paneles con plásticos reciclados.

Tanto los casos nacionales como internacionales se seleccionaron después de la lectura y revisión de las investigaciones, teniendo en cuenta el año de la investigación, definido en un rango de siete años. De igual forma, se seleccionaron los casos en los que se evidencia la viabilidad de la investigación y cuyos resultados se enmarcan en la calidad, resistencia y seguridad de los materiales.

Apendice Fichas Técnicas de Experiencias Diligenciadas

Matriz comparativa de información

Con el fin de consolidar la información, así como facilitar su análisis, se llevó a una matriz la información recolectada en la ficha técnica. Este instrumento tiene 19 filas en las que se relaciona el título, la fecha de publicación del artículo, los autores, el objetivo, el lugar o cobertura geográfica, el resumen o la introducción, la identificación de las partes interesadas, impacto, innovación, factores de éxito, las limitaciones, lecciones aprendidas, identificación de factores de sostenibilidad y si el documento ha sido escalado o a servido de referente para otros

estudios. Por último, se identificaron las conclusiones y se citó la fuente bibliográfica y el link de consulta. En una primera hoja se relacionaron las 12 investigaciones, luego, se dividieron en la segunda hoja con las investigaciones internacionales y, en la hoja tres, se relacionaron las nacionales. Por último, como se mencionó, se alimentó con la información recolectada en la ficha técnica.

Apendice Matriz Comparativa

Análisis Comparativo de la Información de las Investigaciones Nacionales e Internacionales

De las 12 fichas técnicas de experiencias, relacionadas con investigaciones de proyectos de construcción con uso de materiales de plástico reciclado, se definió que seis corresponden a experiencias internacionales y seis son investigaciones adelantadas en Colombia, por lo tanto, el análisis se enfoca, primero, en las internacionales y, segundo, en las nacionales.

Por tal motivo, de las seis investigaciones internacionales, dos se inclinaron por la fabricación de productos como adoquines y mezclas bituminosas con plástico reciclado, útiles en la construcción de obras civiles como puentes, carreteras y vías; otras dos a la producción de productos como bloques o ladrillos tipo lego utilizados en la construcción de viviendas para satisfacer la demanda de vivienda de sectores poblaciones de bajos ingresos. Por otro lado, una investigación se inclinó a la producción de paneles para muros divisorios y una investigación se enfocó en los costos en la construcción de vivienda con plástico reciclado comparada con la vivienda tradicional.

Las investigaciones se realizaron en países suramericanos como Perú, Ecuador; México en Centroamérica y España en Europa. Además, como partes interesadas se destacan las universidades como la Universidad de Cantabria, la Universidad de Piura, la Universidad Politécnica de Valencia, La Universidad Cesar Vallejo, la Universidad Técnica de Ambato, el

Instituto Tecnológico de Estudios y la Asociación de fabricantes de plástico PLASTIC-EUROPE. De igual forma, las autoridades del orden nacional y local, las poblaciones del área de influencia de los proyectos y las entidades reguladoras son interesados importantes.

Todas las investigaciones le apuntaron a la reducción de residuos sólidos de plástico, considerados los residuos más contaminantes por la lenta degradación, que ocasiona afectaciones al suelo y a las fuentes de agua, evidenciadas en el daño de los ecosistemas, el calentamiento global y la emisión de gases de efecto invernadero. Por otra parte, también se enfocan en la satisfacción de necesidades como son la construcción de viviendas con uso de materiales de plástico reciclado para sectores poblacionales de bajos ingresos, como en la construcción de vías, carreteras y puentes indispensables para facilitar las dinámicas económicas, sociales y culturales de las poblaciones impactadas.

Así, los impactos de este tipo de proyectos son, en su mayoría, positivos por los beneficios para el medio ambiente y entre algunos impactos negativos para los proyectos está no disponer del material reciclado en condiciones adecuadas que permita la fabricación de productos en condiciones óptimas para la construcción. Así mismo, las investigaciones se orientaron a proyectos innovadores, pues está en la incorporación de productos elaborados con adición de plástico reciclado para ser utilizados en el sector de la construcción que disminuyen el uso de materiales tradicionales altamente contaminantes y costosos, cuyas propiedades generan valor como resistencia mecánica, absorción y aislación térmica.

Los productos innovadores que se enmarcan en la economía circular cumplen normas técnicas, así el adoquín de cemento y plástico, utilizado para vías peatonales y vehiculares, cumple con la norma técnica del Perú NTP 399.611; las mezclas polymix cumplen lo ordenado por la Directiva 2008/998/EC) y la directiva del vertido de residuos (Directiva 1999/31/EC); el

adobe de tierra y plástico se utiliza para viviendas de bajo costo, los paneles prefabricados sirven como muros divisorios para todo tipo de construcciones; los bloques tipo lego para construcción de viviendas y con las botellas PET se han hecho obras importantes en el mundo que merecen ser destacadas.

Además, entre los factores que contribuyen al éxito de este tipo de proyectos están el apoyo gubernamental a través de las políticas públicas de reciclaje y normas, aparte de la cultura ciudadana y educación ambiental, que faciliten procesos adecuados de selección de los residuos de plástico en la fuente, transporte y disposición en las plantas de transformación y condiciones aceptables de los materiales, los cuales permiten conservar las propiedades y características técnicas para ser aprovechados en la fabricación de otros productos.

Por otro lado, contar con la cantidad suficiente de materiales reciclados para su aprovechamiento es un factor de éxito para llevar a cabo estos proyectos. Otro factor de éxito es el interés y la decisión del sector de la construcción en proyectos innovadores y sostenibles que permitan el uso de materiales amigables con el medio ambiente. Mas aún, entre las limitaciones presentes está la poca cultura ambiental, en especial, la relacionada con el reciclaje de plástico en cantidades suficientes y en óptimas condiciones, que sirve para satisfacer la demanda de materiales reciclados y su aprovechamiento en el cumplimiento de la normatividad técnica.

Igualmente, es una limitación la resistencia a la innovación del sector productivo por desconocimiento de las características y valor de los productos, la desconfianza en cuanto a seguridad y resistencia de los materiales reciclados y la rentabilidad como negocio. Otra limitación es la debilidad institucional en la aplicabilidad de la política pública del reciclaje, un soporte gubernamental necesario, pues, a través de las normas, se hace exigible y sancionatorio

el mal manejo de los residuos de plástico. Además, la escasez de tierra apta para la fabricación de bloques de adobe utilizados en la construcción de viviendas de bajo costo.

Por otra parte, como enseñanzas o lecciones aprendidas, las investigaciones arrojaron que es posible producir y construir con responsabilidad por el medio ambiente, a través del uso de residuos de plástico reciclado, en el que se evidencia doble propósito al producir para generar rentabilidad y disminuir los niveles de contaminación. Mientras que, en la producción de adoquines con cantidades de cemento, arena y plástico precisas se garantiza una resistencia mayor a la exigida por la norma técnica NTP 399.611 del Perú, sin embargo, en cuanto a la absorción muestra niveles inferiores que pueden manejarse con la modificación en la adición de materiales.

Así mismo, la construcción de pavimentos con la incorporación por vía seca de polímeros reciclados como el polietileno, polipropileno, poliestireno y neumáticos en España, se ajusta a la Directiva Marco de residuos 2008/98/CE y permite que el proceso pueda llevarse a cabo en cualquier planta asfáltica. La fabricación de bloques de hormigón con plástico reciclado PET, tipo lego, utilizado en la construcción de viviendas modulares presenta las siguientes ventajas: inercia térmica, reducción de energía, larga vida útil, gran resistencia al fuego y aislamiento acústico. Las viviendas se consideran evolutivas, puesto que al ser modulares permiten la modificación de las dimensiones y el diseño. Este tipo de residuos plásticos también son utilizados para la fabricación de mobiliario, decoración, jardines, esculturas entre muchos otros.

En otro orden de ideas, frente a la comparación de costos, se definió que la construcción de viviendas modulares con base en plástico reciclado, de bloques, columnas, vigas es de menor costo que las construidas bajo el sistema de albañilería confinada o tradicional, este tipo de viviendas ofrecen confort, no necesitan mano de obra especializada y se pueden transportar

fácilmente. De igual manera, los residuos plásticos (bolsas) se utilizan para la fabricación de adobes útiles para la construcción, compuestos de tierra, arena, agua y gránulos de plástico logrados a través del proceso de extrusión aglutinante de las bolsas para la construcción de viviendas con acondicionamiento acústico y confort térmico.

De igual forma, la fabricación de paneles con plástico reciclado PET, utilizados como muros divisorios son 90 % menos costosos que los muros tradicionales con valor agregado como la aislación térmica, dado que la conductividad térmica es baja. Sin embargo, los proyectos con plástico reciclado, con base en estas investigaciones, fueron sostenibles en la medida que satisfacen las necesidades de las generaciones presentes con responsabilidad por el medio ambiente y piensan en la conservación de los recursos naturales para las generaciones futuras.

Desde el componente ambiental la sostenibilidad está en el equilibrio ambiental por el reúso de materiales sumamente contaminante como el plástico que, al ser utilizados como materia prima para la fabricación de otros productos y no dispuestos en la tierra o en las fuentes de agua, disminuyen la contaminación y promueven un medio ambiente sano. Así, en Europa, se producen 25 Mt de residuos plásticos al año, entre un 70 % y 85 % son dispuestos en vertederos o a plantas de recuperación de energía. De tal forma que, se generan 3,4 % de neumáticos, de los cuales el 37 % son empleados en recuperación de energía y el 5 % son depositados en los vertederos.

La sostenibilidad ambiental se evidencia, también, en la mitigación de la contaminación para la fabricación de los bloques de plástico, la construcción de vivienda se tiene que por cada kilo de plástico usado se ahorran 39 litros de agua, 5 kilovatios de energía eléctrica y 1,5 kilos de CO₂. Mientras que, la sostenibilidad socioeconómica se evidencia en la generación de empleos directos e indirectos y la satisfacción de necesidades de vivienda de bajo costo para poblaciones

vulnerables inmersas en esta cadena y demás comunidades con estas características, además del ahorro de tiempo y mano de obra por el tipo de construcción.

Ingresos limitados. En la construcción de viviendas con bloques de plástico reciclado en el componente económico de las investigaciones arrojaron información de construcciones de menor costo que las tradicionales como vías peatonales y vehiculares, carreteras, puentes y viviendas, esta última es una alternativa de construcción diferente a la tradicional de fácil acceso por los bajos costos de sectores poblaciones de Perú, la investigación determinó que la construcción tradicional, en el año 2021, estuvo alrededor de los S/ 30 000 00 soles y la vivienda con materiales reciclados alrededor de S/ 20 000 00 soles.

Por otro lado, desde el componente social y cultural, la utilidad de las obras civiles y viviendas están encaminadas a la satisfacción de las necesidades de la población como la movilidad con vías de acceso, además de comunicación, comercio, interacción social y cultural. En el caso de las viviendas, con mayor acceso a convertirse en propias por ser de menor costo para familias de bajos ingresos. Del mismo modo, estos proyectos generan empleo, aprendizaje, experiencia y bienestar social en el marco de la garantía de los derechos humanos. Este tipo de construcciones posicionan una cultura por el respeto al medio ambiente.

Estas investigaciones se han aplicado en otros entornos así:

Las investigaciones sobre la producción de adoquines también se adelantaron en Lima, Perú en la Universidad Cesar Vallejo, denominada "Propiedades físico-mecánicas de adoquines elaborados con plástico reciclado para pavimento peatonal en el Centro Comercial Tambo Plaza Lurín", de Mesa (2017). Igualmente, en el artículo de la revista Ideas en Ciencia de México, en el año 2015, en el artículo "Diseño y Elaboración de Adoquines de PET reciclado" de Santiago Miguel (2015) se habló del uso de este producto para la construcción de andadores y pavimentos

o carpetas de rodamiento con validación de las propiedades y resistencia térmica. Algunas empresas que se dedican a la producción de adoquín con plástico reciclado son: la empresa estadounidense Calstar Products y Ecotelhado, empresa colombiana.

Ahora bien, la investigación del proyecto Polymix de mezclas bituminosas escaló internacionalmente al recibir el premio LIFE Ciudadanos, elegido por votación del público, en la ceremonia de los premios Best Life Awards de Bruselas, llevada a cabo el 31 de mayo de 2016, durante la semana verde de la Unión Europea, el proyecto Polymix – Polymer Wastes in Asphalt Mixes- es una vía para incrementar la sostenibilidad de las infraestructuras viarias (LIFE10ENV/es/000516).

El uso del PET, para la fabricación de bloques y otros usos, se ha aplicado a nivel nacional e internacional, en la parte internacional están el museo Heineken en Ámsterdam tiene una pared de botellas PET; el templo del millón de botellas Wat Lan Kuad se encuentra en Tailandia, casa en Honduras construida por Andrés Froese; el primer edificio en Taiwán llamado Pabellón Polli -brick “Miniwix” Arthur Huang; casa en el Brasil de Mauro Aparecido de Mauro Morbidelli. A nivel nacional, el colombiano Fernando Llanos Gomina inventó los ladrillos o bloques con plástico tipo lego y el arquitecto Méndez creó la empresa Conceptos Plásticos, en la que se fabrican ocho tipos de productos con plástico reciclado para la construcción de viviendas.

De la misma manera, en la Universidad Politécnica de Valencia España, se adelantó la investigación denominada Estudio de nuevas tecnologías de la construcción con bloques de materiales plásticos reciclados, llevada a cabo en los años 2019-2020, que evidenció las bondades y ventajas de este tipo de construcciones frente a las convencionales. El Centro experimental de la vivienda económica de Argentina publicó un artículo denominado “Ladrillos y placas prefabricadas con plásticos reciclados aptos para la construcción, en el que habló de un

proyecto piloto de autoconstrucción mediante la utilización de bloques de plástico reciclado a través de método QUV, “panel sobre probetas con PET reciclado”, con ensayos en los laboratorios de la Universidad de Córdoba y del INTI en la capital; el grupo destinatario inicial fueron seis jóvenes cabeza de familia, quienes se capacitaron en la autoconstrucción de cerramientos laterales de cinco viviendas que presentan un acabado similar a la vivienda tradicional (Gaggino, 2008).

A su vez, la Universidad Cesar Vallejo del Perú adelantó una investigación sobre la influencia del ecoladrillo de plástico reciclado PET, para el mejoramiento de las viviendas del sector Kumamoto II Etapa, El Porvenir 2021, en el que se ponderó la ventaja del ladrillo con plástico reciclado en cuanto a resistencia, capacidad térmica y peso liviano (Cambell, 2021). Por su parte, la fabricación del bloque de adobe fue propuesto en el 15 Congreso Internacional de Patología y Recuperación de estructuras en Salta Argentina, como un bloque de adobe reforzado de manera transversal con un encamisado en base de bidones de plásticos PET con mejoras en las propiedades mecánicas y de durabilidad. Esta investigación contó con resultados de ensayos de laboratorio que arrojan respuestas de aumentos de resistencia a compresión de 4,6 veces y aumentos de resistencia superior a los bloques sin reforzamiento (Araya et al., 2020).

Al final, la fabricación de paneles como muros divisores y otros usos, se investigó en la universidad Rocafuerte de Guayaquil, Ecuador, sobre paneles con plástico reciclado y envase de tetrabrik para usos interiores en viviendas de interés social en el año 2020 (Meléndez y Rimassa, 2020). Igualmente, la Universidad Politécnica de Madrid, en el año 2020, publicó el artículo "Paneles de Yeso adicionados con residuos plásticos de cables con mejora de las propiedades frente a humedades interiores.

Finalmente, todas las investigaciones concluyeron que el uso del plástico reciclado en proyectos de construcción, como una nueva manera de construir, contribuye a la reducción de residuos plásticos que ocasionan contaminación al medio ambiente, debido a que los rellenos sanitarios son ocupados en alto porcentaje por este tipo de desechos.

Así mismo, El uso del plástico reciclado en la construcción se aplica en obras civiles como vías peatonales, vehiculares, puentes y se usa también en bloques tipo lego, vigas, columnas y muros divisorios en la construcción de viviendas de bajo costo. De tal forma que, los productos elaborados con plástico reciclado para la construcción cumplen con normas técnicas de cada país y directivas sobre manejo y vertido de residuos.

Sin embargo, para poder llevar a cabo estos proyectos es importante tener un plan de reciclaje de gran escala en el que participe el Gobierno y los habitantes de forma activa a través de las políticas públicas del reciclaje y demás normatividad, que garantice la disponibilidad de los materiales reciclados necesarios para la producción de insumos. Por tal motivo, estas investigaciones generan desarrollo sostenible, con la reducción de impactos ambientales, orientados a la conservación del medio ambiente, a la generación de empleo y rentabilidad y al bienestar social a partir de la satisfacción de necesidades de las poblaciones.

Por otro lado, de las seis investigaciones nacionales, dos se enfocan en la elaboración de bloques que sustituyen madera; tres en la sustitución de bloques de ladrillos de arcilla o de cemento y un proyecto a la sustitución de un recubrimiento para paredes. Las investigaciones seleccionadas se ubican en diferentes regiones de Colombia, como son Manizales, Bogotá, Magdalena Alto y Pasto.

Por consiguiente, los estudios analizados son alternativas en el desarrollo de nuevos materiales de construcción sustitutivos de los tradicionales, que sea ecológico, innovador y con

propiedades mecánicas, elaborados con materiales de plástico reciclables, buscan disminuir el impacto ambiental y obtener beneficios de los desperdicios, para ser utilizados en el sector de la construcción y que igualen las características de resistencia de los productos actuales.

La investigación de Rincón (2018), denominada “Madera plástica. Un producto amigo del planeta” tuvo por objetivo aumentar el conocimiento de un producto innovador, ecológico y con propiedades mecánicas que se presenta como un sustituto potencial de la madera natural. Mientras que, el trabajo de grado de ingeniería civil de los investigadores Barragán et al. (2017) denominado “Ecobloque estructural para vivienda de interés rural. Un aporte para las comunidades del Alto Magdalena – Colombia, tuvo por objeto “Diseñar bloques de concreto con un nuevo componente: botellas de polietileno tereftalato PET, para ser utilizado en mampostería no estructural con proyección a la mampostería estructural; este estudio se enfocó a la construcción de viviendas de interés social para beneficiar a comunidades de escasos recursos que habitan en las zonas rurales.

Además, la investigación realizada por García (2019), “Recubrimiento arquitectónico no cerámico elaborado 100 % con plástico PET”, se concentró en el desarrollo de un recubrimiento no cerámico para paredes con base en plástico PET reciclado, con el fin de bajar los impactos ambientales y fortalecer la industria de la construcción. Por su parte Córdoba et al. (2010) presentó la investigación “Empleo de residuos plásticos reciclados para la fabricación de productos sostenibles ambientalmente”, donde intentó preparar un nuevo producto *-composite-*, obtenido a partir de material plástico reciclado y reforzado con la fibra vegetal de nombre tetera (*stromanthe stromathoides*). Se utilizó polietileno de alta densidad, el cual se obtiene de bolsas plásticas, y polipropileno, derivado de tapas para envases de bebidas gaseosas.

De igual manera, el arquitecto Piñeros y Herrera (2018) presentó el “Proyecto de factibilidad económica para la fabricación de bloques con agregados de plástico reciclado (pet), aplicados en la construcción de vivienda”, donde realizó un análisis técnico y financiero en la implementación de bloques con polímeros de plástico reciclado para mampostería, aplicados en la construcción de vivienda para centros urbanos de Colombia. La importancia de esta investigación radicó en brindar un material alternativo de construcción de vivienda a bajo costo, liviana, fácil de transportar que no requiera mano de obra calificada y sea amigable con el ambiente.

Según lo anterior, el planteamiento es lograr incursionar con un nuevo material de construcción como lo es el bloque plástico, donde se utilice la parte reciclada como materia prima principal para su elaboración, pues este es uno de los productos más desechados y que, a su vez, más contaminación genera. Por último, la investigación de López (2019), “Ladrillo Ecopeto: planteamiento y propuesta de un ladrillo ecológico a base de Pet”, desarrolló un ladrillo modular no estructural combinando ecoladrillo Pet y concreto con partículas Pet, que mejore o iguale las características de resistencia de un ladrillo no estructural existente en el mercado.

Las investigaciones presentaron impacto de enfoque ambiental, en su mayoría son positivos, pues buscan disminuir los impactos ambientales generados por los desechos de plásticos y por los desechos de polución que genera el sector de la construcción. Además, se pudo identificar algunos impactos positivos: reducción de residuos sólidos, reducción en el uso de energía y petróleo, precios menores para el consumidor final, generación de empleo; se presenta como una nueva alternativa de construcción de viviendas para solucionar el déficit en el Alto Magdalena. También, señalaron la disminución de contaminación por reúso de materiales de plástico reciclado considerados de los más contaminantes, disminución de costos en la

construcción de recubrimientos no cerámicos para paredes, acceso a vivienda de bajo costo para sectores poblaciones con bajos ingresos. De igual manera, se destaca la facilidad de acceso a vivienda para comunidades de bajos ingresos, por ser construcciones de costos inferiores a la construcción tradicional. Por último, se resalta al ser materiales de textura lisa, le da un valor agregado adicional, porque una vez puesto en obra no sería necesario tener que realizar el clásico revoque o pañete.

Por otro lado, los impactos negativos que tiene son: en la transformación genera contaminación del aire, el manejo inadecuado de los residuos sólidos en la selección y transporte que afecta las propiedades del producto puede alterar la disponibilidad del material reciclado para la fabricación de los recubrimientos no cerámicos. Se encuentra material reciclado de manera inadecuada por malas prácticas en la selección y transporte. Además, la densidad de la mezcla de PET – Cemento es menor que los concretos o morteros, en vista de que el PET es menos pesado que la arena y la piedra, lo hace interesante en estructuras sometidas a bajas cargas, circunstancia que aún está en estudio.

Con respecto a la absorción, se puede concluir que la mezcla de PET – Cemento absorbe mayor cantidad de agua que las mezclas con las que fue comparada, esto se debe a que al poseer menor cantidad de finos existen más espacios vacíos dentro de la mezcla, que son colmados de agua al momento de sumergirla en el líquido. Ahora bien, en innovación se pudo observar que en los rellenos sanitarios existe acumulación de grandes cantidades de desechos plásticos, que son materiales orgánicos cuya degradación tarda entre 150 y 400 años, por ser una problemática de gran impacto, se ha creado un material a partir de los residuos de plásticos.

La madera plástica se constituye en una solución que contribuye a disminuir la contaminación y extiende la vida útil de las construcciones por la reducida degradabilidad. De

igual manera, consideran que la innovación radica en el reúso de un material reciclado para ser transformado en otro producto que se utiliza en la construcción de vivienda, con la ventaja de la disminución de costos frente a la construcción convencional. Los beneficios se evidencian en el bajo costo del recubrimiento cerámico y en la no afectación a la salud al no contener aditivos. Finalmente, el plástico es un material versátil que tiene propiedades aislantes, es térmico, moldeable, permite cortar, pegar, taladrar, clavar, etc.

Sumado a lo anterior, la experiencia se puede replicar con éxito si el sector de la construcción decide innovar en procesos sostenibles y económicamente rentables de producción y al uso de materiales amigables con el medio ambiente. Además, desde la parte social debe existir una cultura ambiental en las poblaciones en temas de reciclaje, en especial, de plástico, por ser un material bastante contaminante. Esta cultura debe incentivarse, exigirse y sancionarse por la institucionalidad como organismos reguladores del equilibrio ambiental y económico.

Las condiciones que deben darse para este tipo de proyectos dependen de la exigibilidad de la política pública, del proceso de selección de los residuos plásticos, del adecuado transporte y de la disponibilidad del material plástico reciclado para fabricar la cantidad de bloques necesarios para la construcción. También, depende de la decisión del sector de la construcción para innovar en procesos de construcción con otro tipo de materiales. Para el caso de un bloque con material orgánico, los resultados constituyen un aporte a las actividades de la cooperativa de recicladores Comprender del municipio de Pasto, dedicada al reciclaje de productos de plástico, para que implemente esta propuesta y le de valor agregado a sus productos. Como se mencionó antes, también se constituye un caso de éxito la forma, textura, medidas y peso de los ladrillos, razón por la cual presentan excelentes condiciones, debido a su aspecto, presentación y forma.

Diagnóstico Integral de Buenas Prácticas en Proyectos de Construcción con Uso de Materiales de Plástico Reciclado a Partir de la Matriz Dofa

A través de la aplicación de la matriz DOFA, como herramienta de gestión, y tomando como base la información consolidada en la matriz de recolección de datos, de las experiencias nacionales e internacionales, se obtuvo el diagnóstico integral a partir de las debilidades y fortalezas, como factores internos y oportunidades, y amenazas, como factores externos, para luego realizar el cruce de variables DO, DA, FO Y FA, por lo que se obtiene como resultado las estrategias a seguir que permitan superar las debilidades y evitar las amenazas, así como, potenciar las fortalezas y aprovechar las oportunidades.

Apendice Matriz DOFA

Resumen del Capítulo de Diagnóstico de Buenas Prácticas en Proyectos de Construcción con Uso de Plástico Reciclado

La investigación, documentación y análisis de experiencias en proyectos de construcción con uso de materiales de plástico reciclado, a través de herramientas metodológicas como la ficha técnica y matriz comparativa facilitan el manejo de la información, el conocimiento detallado de los casos y el reconocimiento de los componentes que las diferencian. Así, se documentaron 12 experiencias exitosas, seis nacionales y seis internacionales a partir de criterios como sostenibilidad, innovación, haber escalado, ser referente y partes interesadas, definidos por la ONU, que las distingue entre muchas investigaciones. A partir de la información documentada se hace el diagnóstico integral de las experiencias exitosas nacionales e internacionales como insumo inicial en la definición de buenas prácticas en proyectos de construcción con uso de materiales de plástico reciclado.

Tratamiento del Diagnóstico de Buenas Prácticas

Análisis del Diagnóstico Integral de las Buenas Prácticas en Proyectos de Construcción

Con el propósito de fortalecer el análisis de las investigaciones y proyectos seleccionados, teniendo en cuenta que en su mayoría son investigaciones académicas, se complementó la investigación con el conocimiento y aporte de tres expertos que lideran proyectos que están en marcha y utilizan materiales de construcción de plástico reciclado en Colombia.

Aplicación del Cuestionario Juicio de Expertos para la selección de Buenas Prácticas

Se construyó la herramienta denominada Cuestionario Juicio de Expertos, a través de un formulario en línea Google, que contiene preguntas de selección enfocadas a los criterios de sostenibilidad, innovación, articulación, ser referente o modelo y se envió a tres empresas colombianas destacadas en este tipo de proyectos: Maderplastic, Conceptos Plásticos y FICIDET.

Las respuestas dadas por los expertos se sintetizan a continuación:

Frente a la primera pregunta: ¿Cuál considera que son las causas por las cuales el sector de la construcción presenta resistencia a la gestión de proyectos innovadores con uso de materiales de plástico reciclado?; tres expertos señalaron que la causa más destacada es el desconocimiento de las oportunidades y ventajas, seguida de la desconfianza en las características de los materiales y la falta de interés del sector; un experto señaló, además, que también son causas la debilidad en la comercialización y el extenso tiempo para ver los resultados o logros.

En la segunda pregunta: ¿La falta de gestión en el aprovechamiento de los residuos plásticos en el sector de la construcción se debe a? Los tres expertos coincidieron en que se debe,

en primer lugar, a la baja cultura ambiental, en segundo, a la debilidad en la aplicabilidad de la política pública. Además, dos expertos mencionaron que el desconocimiento de experiencias y proyectos en buenas prácticas e innovación con plástico es también causa del no aprovechamiento de los residuos en el sector de la construcción.

En la tercera pregunta: ¿Cuáles son los beneficios que genera el sector de la construcción a la sostenibilidad ambiental, al utilizar materiales de plástico reciclado? Los tres expertos coincidieron que el aporte o beneficios está en la disminución de residuos plásticos dispuestos en la tierra, en las fuentes de agua y en la disminución del uso de materiales sumamente contaminantes; uno de los expertos incluyó, también, como beneficio el aprovechamiento de desechos de plástico, cuya degradación tarda entre 150 y 400 años y, otro, indicó que se aporta a la conservación de los recursos naturales no renovables.

A la cuarta pregunta: Al considerar que la articulación de la academia con el sector de la construcción es determinante, ¿cuál considera que es el factor que ha limitado esta buena práctica? Los tres expertos consideraron que la poca corresponsabilidad de los interesados frente al desarrollo sostenible es uno de los factores que limita proyectos con uso de plástico reciclado; dos expertos mencionaron que otra causa es la falta de investigación de necesidades identificadas por el sector y, un experto, indicó que la investigación de necesidades identificadas por el sector es también un factor limitante de esta buena práctica.

A la quinta pregunta: ¿Por qué la política pública de reciclaje en Colombia es ineficaz? Tres expertos estuvieron de acuerdo en que la baja socialización de la política pública del reciclaje de las entidades reguladoras no ha sido eficaz; dos expertos consideraron que otra razón es la falta de seguimiento al cumplimiento de las normas y, un experto, mencionó que el

desconocimiento de la normatividad y la poca conciencia y cultura ciudadana son causas de la ineficacia de la política pública.

A la sexta pregunta: ¿Por qué considera que su proyecto es una buena práctica para el sector de la construcción? Los tres expertos coincidieron que sus proyectos son una buena práctica porque han demostrado que funcionan y producen resultados positivos; dos expertos expresaron que sus proyectos tienen elementos innovadores que aportan al desarrollo sostenible y han sido referentes para ser aplicados en otras regiones o ejercicios de la construcción y, un experto, lo consideró porque ha sido probada y validada.

De todo lo anterior, se concluyó que la mayor causa de la resistencia del sector de la construcción a proyectos con uso de plástico reciclado son el desconocimiento de las oportunidades y ventajas, pues el bajo aprovechamiento de los residuos de plástico se debe a la debilidad de la política pública del reciclaje y poca cultura ciudadana, además de que los beneficios de estos proyectos están en la disminución de residuos plásticos dispuestos en la tierra y en las fuentes de agua. También, a que la poca corresponsabilidad frente al desarrollo sostenible de los interesados ha sido un factor limitante de estas buenas prácticas, a que la baja socialización de la política pública del reciclaje de las entidades reguladoras le ha restado eficacia a la política pública del reciclaje y, al final, consideran que su proyecto es buena práctica porque han demostrado que funciona y producen buenos resultados.

Apendice Cuestionario Juicio de Expertos

Diagrama Ishikawa o Causa-Efecto para la Toma de Decisiones en la Definición de Buenas Prácticas

Con el propósito de apalancar la presente investigación, se aplicó la herramienta de gestión denominada diagrama Ishikawa o espina de pescado para identificar las causas y efectos

en la definición de buenas prácticas en proyectos de construcción con uso de materiales de plástico reciclado.

Figura 4

Causas y efectos de las buenas prácticas



Nota. Adaptado de *Diagrama de Causa y Efecto*, por L. E. Miguel, 2021,

<https://grupociesc.com/blog/diagrama-de-causa-y-efecto>

Se observó en el diagrama Ishikawa que, para definir buenas prácticas en proyectos de construcción con uso de materiales de plástico reciclado, se debe tener en cuenta las causas que ocasionan esta limitación como son: la sostenibilidad, el mercado, la capacidad de escalar, el método, articulación integral y la innovación; entendiendo que de las causas se derivan los efectos que definen buenas prácticas reconocidas como tal, así sean referente nacional e internacional y aporten al crecimiento económico, al desarrollo ambiental y al bienestar social.

En este caso, los efectos que se identificaron son la disminución de la contaminación, mejores dinámicas económicas, bienestar social y conservación de recursos naturales en el

contexto de la sostenibilidad. Mientras que, en cuanto a la innovación, contribuir con nuevos conocimientos, disponer de nuevas materias primas y nuevos e innovadores diseños son elementos relevantes que permiten destacar un proyecto como buena práctica.

Por otra parte, la satisfacción de la demanda y necesidades, la rentabilidad y la gestión con los interesados orientan al proyecto hacia el éxito. De igual manera, la capacidad de escalar se hará evidente si se trasciende hacia el bienestar de las poblaciones beneficiadas, lo que genera logros o resultados con impactos sociales positivos, en el marco de la equidad.

La articulación con todos los actores, Gobierno, academia y demás interesados garantiza, a través de la comunicación e interacción, el desarrollo del proyecto en el tiempo fijado y a costos definidos. Finalmente, el método, o cómo se entra a definir una buena práctica, inicia con el interés por la investigación y conocimiento en nuevas formas de hacer, que se enmarcan en las políticas públicas nacionales, en los propósitos globales y en el deber ser frente a bienes superiores como la vida, la solidaridad y el respeto por el medio ambiente.

Identificación de Factores relevantes en la Definición de Buenas Prácticas

A lo largo del trabajo, desde el inicio, a través de criterios de autores del estado del arte, como de los parámetros de las fichas técnicas de experiencias de la ONU, y de los criterios de valor obtenidos con la aplicación de las herramientas de gestión de proyectos, se determinaron variables críticas en el desarrollo de proyectos de construcción con uso de materiales de plástico reciclado.

Así, Telescopi (2015), en su artículo Red de observatorios de buenas prácticas de dirección estratégica universitaria en Latinoamérica y Europa, recomendó y apalancó algunos criterios para la valoración de buenas prácticas que se tuvieron en cuenta para la definición de los

factores con los que se evaluará las investigaciones de proyectos objeto de estudio en este trabajo. Estas son:

Sostenibilidad. Este factor o criterio busca que la práctica esté enfocada a la preservación de los recursos naturales no renovables y a la satisfacción de necesidades de las generaciones presentes y futuras en los aspectos ambiental, económico y social.

Innovación. Con este criterio se busca que la práctica contemple elementos innovadores como nuevas ideas y procesos que permitan el incremento de la productividad, la competitividad y el éxito en el mercado.

Modelo para Seguir. Con este criterio se pretende que la práctica sea modelo para seguir y a replicar en otros entornos nacionales e internacionales

Proyección en el Mercado. Con este criterio se pretende que la práctica evidencie la oferta y la satisfacción de la demanda de sectores poblacionales

Articulación. Con este criterio se pretende que la práctica muestre la gestión de los interesados en la investigación o proyecto.

Resumen del Capítulo de Tratamiento del Diagnóstico de Buenas Prácticas

En el tratamiento del diagnóstico de buenas prácticas en proyectos de construcción con uso de materiales de plástico reciclado se aplicaron herramientas de gestión de proyectos como el cuestionario juicio de expertos, diagrama Ishikawa o causa-efecto y criterios o parámetros de evaluación a los casos en Colombia y otros países, desde la integralidad de variables como sostenibilidad, innovación, ser modelo a seguir, articulación y proyección en el mercado en el contexto nacional e internacional.

Valoración de Buenas Prácticas en Proyectos de Construcción con Uso de Materiales de Plástico Reciclado

Evaluación de Criterios, Parámetros y Variables para la Toma de Decisiones en la definición de Buenas Prácticas

A lo largo de la investigación lograron importancia los factores o criterios, parámetros y variables relevantes que definen una buena práctica en proyectos de construcción que usan materiales de plástico reciclado, tales como la sostenibilidad, la innovación, el ser referente como proyecto o investigación, escalar en el mercado y generar la articulación de la academia y demás interesados; son parámetros en la definición de buenas prácticas y fuente de información e investigación para el sector productivo y demás interesados.

Valoración de Parámetros en la Definición de Buenas Prácticas, por Medio de Ponderados, Para Determinar las Mejores Prácticas

En este sentido, según Telescopio (2015), para facilitar la valoración de las buenas prácticas, se les asignó una calificación de 1 a 5 puntos, donde 5 es la máxima puntuación, 4 es buena, 3 medio, 2 bajo y 1 deficiente, estas permiten ponderar y destacar las investigaciones que tienen mayor puntaje como las mejores prácticas a replicar, que se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 1*Tabla de parámetros de valoración*

Criterios	Ponderación	Valoración
Sostenibilidad	35 %	1 deficiente
		2 bajo
		3 medio
		4 bueno
		5 excelente
Innovación	20 %	1 deficiente
		2 bajo
		3 medio
		4 bueno
		5 excelente
Referente	20 %	1 deficiente
		2 bajo
		3 medio
		4 bueno
		5 excelente
Mercado	10 %	1 deficiente
		2 bajo
		3 medio
		4 bueno
		5 excelente
Articulación	10 %	1 deficiente
		2 bajo

3 medio

4 bueno

5 excelente

Nota. Tabla de diseño propio.

A continuación, las tablas de criterios y aspectos y de valoración de buenas prácticas que serán aplicadas a las 12 investigaciones, seis nacionales y seis internacionales, analizadas a lo largo de la investigación.

Tabla 2*Tabla de criterios y aspectos de valoración*

Criterios de ponderacion	Aspectos por valorar
Sostenibilidad 35 %	<ul style="list-style-type: none"> • Ambientales 20 % • Económicos: 5 % • Socio – culturales 10 %
Innovación 20 %	<ul style="list-style-type: none"> • Nueva tecnología: 10 % • Nuevas ideas: 5 % • Transformación: 5 %
Referente 20 %	<ul style="list-style-type: none"> • Beneficios: 5 % • Escalar: 10 % • Vigente: 5 %
Mercado 15 %	<ul style="list-style-type: none"> • Satisfacción de necesidades 5 % • Poblaciones beneficiadas 5 % • Ventaja competitiva 5 %
Articulación 10 %	<ul style="list-style-type: none"> • Relacionamiento con el Gobierno 3,3 % • Relacionamiento con la academia 3,3 % • Relacionamiento con los demás interesados 3,3 %

Nota. Tabla de diseño propio.

Tabla 3*Tabla valoración buenas prácticas*

Valoración de buenas prácticas internacionales						
nombre de las investigaciones						
CRITERIOS	1.Diseño de	2.Proyecto	3.Estudio de	4.Comparación	5.La adición de	6.Evaluación de
	Planta	Polymiz –	nuevas	de costos de una	bolsas plásticas en	viabilidad para la
	productora de	Valorización	tecnologías de la	vivienda	la elaboración de	fabricación,
	adoquines a base	de residuos	construcción con	unifamiliar a	bloques de adobe	análisis de
	de cemento y	polímeros en	bloques de	base de bloques	para viviendas	sustentabilidad y
	plástico	mezclas	materiales	de plástico	unifamiliares y su	comportamiento
	reciclado.	bituminosas.	plásticos	reciclado y	efecto en la	estructural de
	PERÚ	ESPAÑA	reciclados.	albañilería	variación de la	paneles plásticos
			ESPAÑA	confinada.	temperatura y	reciclados.
				PERÚ	acondicionamiento	MÉXICO
					acústico en el	
					Cantón Ambato	
					Provincia de	
					Tungurahua.	

ECUADOR						
SOSTENIBILIDAD	5	5	5	5	5	5
Ambientales						
Económicos						
Socioculturales						
INNOVACIÓN	4	5	5	4	4	4
Nueva tecnología						
Nueva idea						
Transformación						
SER REFERENTE	4	5	5	4	3	3
Satisfacción de necesidades.						
Poblaciones beneficiadas						
Ventaja competitiva						
MERCADO	3	5	4	3	3	3
Satisfacción de necesidades.						

Poblaciones

beneficiadas.

Ventaja competitiva.

ARTICULACIÓN	2	3	2	2	2	2
---------------------	---	---	---	---	---	---

Relacionamiento con
el Gobierno.

Relacionamiento con
la academia.

Relacionamiento con
los demás
interesados.

TOTAL	18	23	21	18	17	17
--------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

**Valoración de buenas prácticas nacionales
nombre de las investigaciones**

CRITERIOS	1.Madera plástica. producto del planeta	2.Ecobloque Un amigo vivienda de interés rural. Un aporte para las comunidades de alto magdalena - Colombia	3.Recubrimiento arquitectónico no cerámico elaborado 100 % con plástico PET.	4.Empleo de residuos plásticos reciclados para la fabricación de productos sostenibles ambientalmente	5.Proyecto de factibilidad económica para la fabricación de bloques con agregados de plástico reciclado (pet), aplicados en la construcción de vivienda	6."Ladrillo ecopeto planteamiento y propuesta de un ladrillo ecológico a base de pet"
Sostenibilidad	5	5	5	5	5	5
Ambientales						
Económicos						
Socioculturales						
Innovación	5	5	4	4	5	4

Nueva tecnología

Nueva idea

Transformación

Referente 5 4 3 3 3 2

Satisfacción de
necesidades.

Poblaciones

beneficiadas.

Ventaja competitiva

Mercado 5 5 5 4 4 3

Satisfacción de
necesidades.

Poblaciones

beneficiadas.

Ventaja competitiva.

Articulación 2 2 3 3 3 4

Relacionamiento con
el Gobierno.

Relacionamiento con

la academia.

Relacionamiento con

los demás

interesados.

Total	22	21	20	19	20	19
--------------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

Nota. Tabla de diseño propio.

Análisis y Resultados de la Valoración de Buenas Prácticas Nacionales e Internacionales

En la valoración de las investigaciones nacionales como internacionales de proyectos de construcción con uso de materiales de plástico reciclado, con base en los criterios de evaluación: sostenibilidad, innovación, ser referente, mercado y articulación, se observó que, en las investigaciones internacionales, el proyecto con más alto puntaje es el denominado “Proyecto Polymiz – Valorización de residuos poliméricos en mezclas bituminosas”, realizado en ESPAÑA con 23 puntos, evaluación en la que se destacaron con calificación excelente los criterios de sostenibilidad, innovación, ser referente y la proyección en el mercado; mientras que, con un puntaje medio esta la articulación.

Además, se deduce que la investigación Polymiz – Valorización de residuos polímeros en mezclas bituminosas mostró un proyecto sostenible en los aspectos ambiental económico y social, con aportes a la integralidad del medio ambiente al utilizar los residuos poliméricos como materia prima para la construcción de carreteras, que mitigan la contaminación ocasionada por todas las acciones y altas necesidades de consumo de los seres humanos y protegen los recursos naturales no renovables; en el aspecto económico se orienta a la búsqueda de la prosperidad financiera y social a través de la valorización de los residuos poliméricos, generación de ingresos, generación de empleo y reconocimiento de derechos de las poblaciones beneficiadas, en movilidad, comunicación y transporte.

Es un proyecto innovador porque implica transformación a través de procesos y materiales diferentes a los tradicionales que requiere del rigor de la tecnología para el aprovechamiento de los residuos poliméricos en la construcción de obras. De igual forma, fue reconocido con el premio LIFE en la ceremonia de los premios Best Life Awards de Bruselas, llevada a cabo el 31 de mayo de 2016, durante la semana verde de la Unión Europea y se

encuentran investigaciones relacionadas en Chile y Uruguay, por lo que se concluye que es un referente por seguir, además, en esta investigación hay suficiente articulación gubernamental con los gremios, con la academia y las poblaciones.

En segundo lugar, con 21 puntos, está la investigación “Estudio de nuevas tecnologías de la construcción con bloques de materiales plásticos reciclados”, también realizado en España, destacado por la disminución a los altos niveles de contaminación a través del uso de botellas recicladas, como materiales innovadores para diferentes construcciones y también en la elaboración de artículos decorativos. Se observó la articulación con grupos de recicladores, asociaciones y fundaciones para asegurar la sostenibilidad en el aspecto económico y social con la satisfacción de las necesidades, la generación de ingresos y de empleo directo e indirecto.

El éxito se evidencia en construcciones destacadas a nivel mundial, entre muchas, están El museo Heineken, en Ámsterdam, con una pared de botellas PET y el templo del millón de botellas Wat Lan Kuad, en Tailandia. Por otro lado, en la valoración de las investigaciones nacionales, se destacó, en primer lugar, con una calificación de 22 puntos, el proyecto “Madera plástica. Un producto amigo del planeta”, en el que es evidente la innovación por ser un nuevo producto, sustituto potencial de la madera natural.

La sostenibilidad ambiental se evidencia en la disminución de residuos sólidos de plástico en los vertederos o rellenos sanitarios y en el menor consumo de recursos naturales como la madera, por lo que evita, así, la deforestación. En el aspecto socioeconómico, al ser la madera plástica un producto con propiedades aislantes, térmicas, moldeables tiene buena aceptación en el mercado y con esto se promueve la generación de empleo e ingresos en toda la cadena productiva.

Este proceso de transformación ha sido repetido en otras empresa y fundaciones del país como Econciencia, en Medellín, Fundación para la investigación científica y el desarrollo tecnológico (Ficidet), en Cali, Plastipol S.A. con su sede principal en Medellín, además de la compañía Madera Plástica Colombia Ecológica, en la ciudad de Cali. Todos los anteriores elementos permitieron reconocer a este proyecto como una buena práctica a seguir.

En segundo lugar, con una calificación de 21 puntos está la investigación “Ecobloque estructural para vivienda de interés rural”. Un aporte para las comunidades del Alto Magdalena, Colombia”, la que propuso la creación de bloques de concreto con adición de plástico Pet para mampostería no estructural con proyección a la estructural. La innovación que se aprecia en esta investigación está en la producción de materiales novedosos como alternativa de construcción de viviendas al mismo tiempo sostenibles ambientalmente por el reúso del plástico y, en el aspecto socioeconómico, es evidente el beneficio para poblaciones como la del Alto Magdalena en condiciones de vulnerabilidad y con necesidad de vivienda.

Así mismo, se resaltó la interacción social comunitaria y el aporte al bienestar de poblaciones rurales de bajos ingresos. Esta práctica es aplicada por la empresa Conceptos Plásticos, de Fernando Llanos Gonima, inventor del bloque de plástico brickarp, premiado muchas veces por ser una nueva alternativa en la construcción de vivienda. Así, se definió que esta investigación es una buena práctica y referente. En este contexto, después de la valoración y análisis de las investigaciones de proyectos, se concluyó que las mejores buenas prácticas internacionales son: el “Proyecto Polymiz – Valorización de residuos poliméricos en mezclas bituminosas - España” y el Estudio de nuevas tecnologías de la construcción con bloques de materiales plásticos reciclados- España”. Y, en las nacionales están: “Madera plástica. Un

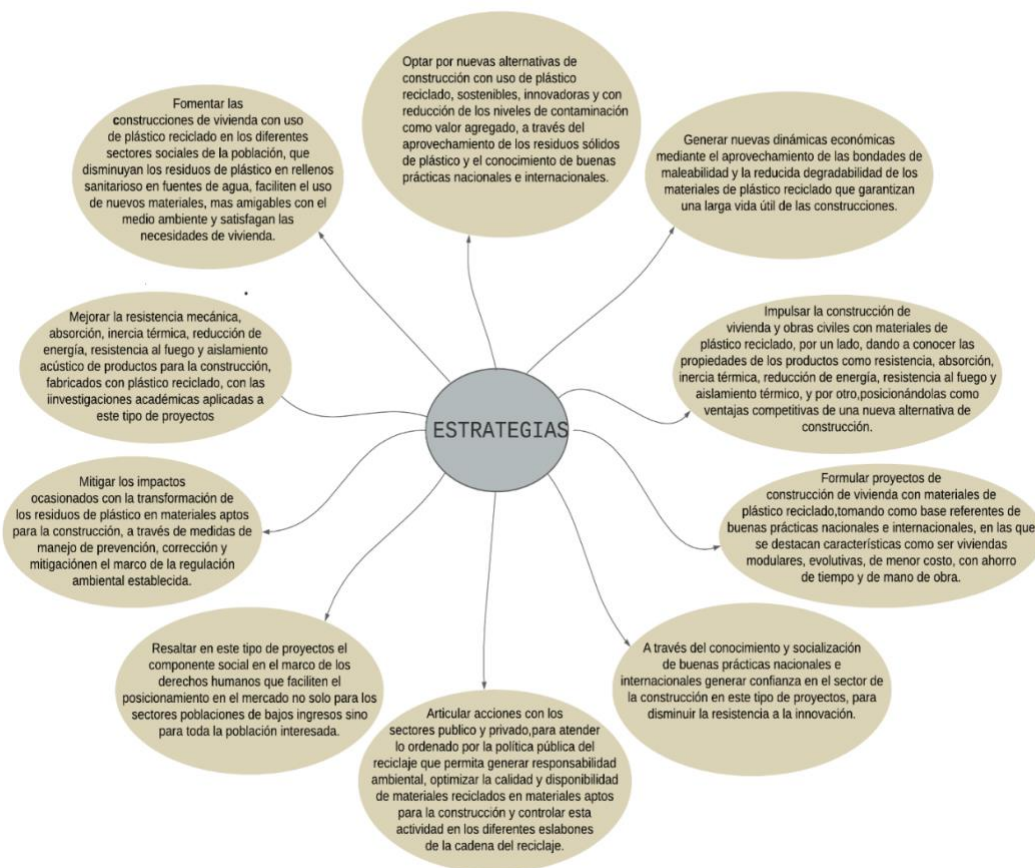
producto amigo del planeta” y “Ecobloque estructural para vivienda de interés rural. Un aporte para las comunidades de alto magdalena – Colombia”.

Estrategias para la Aplicabilidad de Buenas Prácticas en Proyectos de Construcción con Uso de Materiales de Plástico Reciclado

Como resultado del diagnóstico y tratamiento de las buenas prácticas en proyectos de construcción que usan materiales de plástico reciclado, se plantearon estrategias para su aplicabilidad, las que se muestran a través del siguiente mapa mental.

Figura 5

Diseño de mapa mental lucindspark



Nota. Elaborado a partir de la herramienta web Lucidchart, <https://lucid.app/users/login#/login>

Resumen de la Valoración de Buenas Prácticas en Proyectos de Construcción con Uso de Materiales de Plástico Reciclado

La valoración a través de criterios como la sostenibilidad, la innovación, ser modelo a seguir como proyecto o investigación, generar la articulación de la academia y tener proyección en el mercado, además de variables y parámetros de evaluación para identificar las mejores prácticas en proyectos de construcción que usan materiales de plástico reciclado, arrojó como resultado cuatro buenas prácticas en el contexto nacional y en otros países, como referentes o modelos a seguir y fuente de información para todos los interesados.

Finalmente, como resultado del diagnóstico y tratamiento logrado con la aplicación de diferentes herramientas de gestión de proyectos, se plantearon estrategias de buenas prácticas para incentivar la formulación y ejecución de proyectos con uso de materiales de plástico reciclado, en el marco de la sostenibilidad ambiental económica y social.

Conclusiones y Recomendaciones

Conclusiones

Se diagnosticó el uso del plástico en proyectos de construcción en Colombia y otros países, a través de herramientas de gestión de proyectos que permitieron la revisión e investigación, documentación y análisis integral de 12 casos, seis nacionales y seis internacionales con los mínimos criterios de la herramienta metodológica de la ONU. Además, se determinaron a partir de la aplicación de herramientas de gestión de proyectos, variables como: sostenibilidad, innovación, ser modelo para seguir, articulación y proyección en el mercado, para definir buenas prácticas, como posibles soluciones del uso del plástico reciclado.

Se valoró técnicamente los 12 casos como posibles soluciones del uso del plástico reciclado, los cuales resultaron en cuatro consideradas buenas prácticas, en proyectos de construcción que usan plástico reciclado en Colombia y otros países. Estas son: 1) “Proyecto Polymiz – Valorización de residuos polímeros en mezclas bituminosas”, realizado en ESPAÑA, 2) “Estudio de nuevas tecnologías de la construcción con bloques de materiales plásticos reciclados”, realizado en España, 3) “Madera plástica. Un producto amigo del planeta” realizado en Colombia, 4) “Ecobloque estructural para vivienda de interés rural”. Un aporte para las comunidades del Alto Magdalena, Colombia”, que orientaron como resultado estrategias útiles para el sector de la construcción y otros interesados como el Gobierno y la academia.

En conclusión, el plan de gestión de buenas prácticas nacionales e internacionales en el uso de materiales de plástico reciclado, resultado de la aplicación de herramientas de gestión de proyectos, como fichas técnicas de experiencias, matriz comparativa, matriz DOFA, Diagrama Ishikawa, Cuestionario Juicio de Expertos, cuadros de valoración y mapa mental, facilitaron el diagnóstico de la información de casos, la determinación de criterios, causas y efectos, variables

y ponderación, los cuales permitieron definir buenas prácticas y plantear estrategias enfocadas en visibilizar nuevas formas de construir con responsabilidad por el medio ambiente y la población en general.

Recomendaciones

Se recomienda al sector de la construcción dar el salto a nuevas e innovadoras formas de construcción, a través del interés propio y el conocimiento de buenas prácticas, para, no solo seguir siendo unos de los sectores más importantes por su capacidad de reactivar y dinamizar las economías, si no para también ser aquel que decidió buscar el equilibrio ambiental y económico y trascender hacia el bien general.

De igual forma, se recomienda al Gobierno dirigir mayores esfuerzos al cumplimiento de la política pública del reciclaje y demás normas, en el marco de los derechos ambientales y económicos, que genere nuevas visiones, ideas y prácticas. Finalmente, se alienta a la academia a promover procesos de articulación con el sector de la construcción para socializar el conocimiento, la innovación y desarrollo, en el marco de la sostenibilidad ambiental, económica y social.

Referencias bibliográficas

- Alarcón, L. (2012). *Herramientas Para Identificar y Reducir Perdidas en Proyectos De Construcción*. <https://repositorio.uc.cl/handle/11534/10074>
- Ancizar, A., Figueroa, K., Durán, N., & Robayo, M. (2017). Ecobloque estructural para vivienda de interés rural: Un aporte para las comunidades del Alto Magdalena-Colombia. *Lámpsakos*, 17, 29-39. <https://doi.org/10.21501/21454086.2214>.
- Araya, G., Gonzalez, H., Kunse, S., Burbano, C., Reidel, U., Sandoval, C., & Bas, F. (2020). Waste-based natural fiber reinforcement of adobe mixtures: Physical, mechanical, damage and durability performance assessment. *Journal of Cleaner Production*, 273(10), <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122806>.
- Asamblea Nacional Constituyente. (1991). *Constitución Política de Colombia*. Legis.
- Assaff, R. (2007). *PMBOK" El Cuerpo de Conocimientos de la Gestión de Proyectos*. Frameworks For IT Management.
- Barato, J. (2015). *El Director de Proyectos a Examen: Guía de estudio en español para la capacitación del Director de Proyectos. Preparación para el Examen PMP/CAPM del PMI según la Guía del PMBOK*. Ediciones Díaz de Santos.
- Barón, P., Bustos, E., García, Y., & Gil, J. (2021). *Diseño del plan para la estandarización de los productos reciclados de la organización Technoplast*. http://repository.unipiloto.edu.co/bitstream/handle/20.500.12277/10994/Proyecto%20Estandarización_%20Escal
- Bayas, T., Zapata, R., Chaguay, L., & Flores, J. (2019). El modelo de negocio: metodología canvas como innovación estratégica para el diseño de proyectos empresariales. *Revista de*

Ciencia e Investigación: Revista Ciencia e Investigación, 4 (1), 87-99.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7368617>.

Campell, R. (2021). *Eco ladrillos de plástico reciclado PET para el mejoramiento de las viviendas del sector Kumamoto II Etapa, El Porvenir 2021*. Universidad César Vallejo:

https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/66525/Cambell_TR-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Castro, M., García, J., Delgado, N., & Perdomo, A. (2019). Gender identity: The human right of depathologization. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 16(6), 978. <https://doi.org/10.3390/ijerph16060978>.

Chacón, A. (2013). *Desarrollo de aglomerado sostenible a base de residuo orgánico de cascarilla de cacao y plástico reciclado, para el sector de la construcción*. Universidad Piloto de Colombia.

Congreso de la República de Colombia. (1993). Ley 99 de 22 de diciembre de 1993. Diario Oficial No. 41.146. Bogotá, Colombia.

Congreso de la República de Colombia. (1999). Ley 511 de 4 de agosto de 1999. Diario oficial No. 43656. Bogotá, Colombia.

Córdoba, C., Mera, J., Rodríguez, J., & Martínez, D. (2010). Empleo de residuos plásticos reciclados para la fabricación de productos sostenibles ambientalmente. *Revista Investigium IRE Ciencias Sociales Y Humanas*, 1(1), 60-69. <https://investigiumire.unicesmag.edu.co/index.php/ire/article/view/6>.

Correa, J. (2006). *El Método DOFA. Trabajo de la especialización en alta gerencia*. Universidad de los Andes de Colombia.

- De Gerencia. (28 de septiembre de 2018). *Qué es la Matriz DOFA, Matriz FODA o Matriz DAFO*. <https://degerencia.com/articulo/que-es-la-matriz-dofa-foda-o-dafo/>
- El Tiempo. (1998). *Falta conciencia ambiental*.
<https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-737225>
- Enshassi, A., Kochendoerfer, B., & Rizq, E. (2014). Evaluación de los impactos medioambientales de los proyectos de construcción. *Revista ingeniería de construcción*, 29(3), <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732014000300002>.
- Feria, H., Mantilla, M., & Mantecón, S. (2020). La entrevista y la encuesta. *Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 11(3), 62-79.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7692391>.
- Gaggino, R. (2008). Ladrillos y placas prefabricadas con plásticos reciclados aptos para la autoconstrucción. *Revistainvi*, 23(63), 137-163.
C:/Users/User/Downloads/icozta,+Journal+manager,+446-1688-1-CE.pdf.
- García, L. (2003). Teoría del desarrollo sostenible y legislación ambiental colombiana, una reflexión, cultural. *Revista de Derecho*, 20, 198- 215.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85102008>.
- García, L. (2019). Recubrimiento arquitectónico no cerámico elaborado 100 % con plástico PET. *Revista GRINDDA*, 1, 76-85.
<https://revistas.sena.edu.co/index.php/GRINDDA/article/view/2726/3252>.
- Gil-Lafuente, A., Molina, L., & Torres, A. (2020). Modelo de efectos olvidados en el análisis estratégico de medios de comunicación. *Inquietud Empresarial*, 20(1), 73–85.
<https://doi.org/10.19053/01211048.9133>.

- Gómez, L., & Jiménez, J. (2014). *Gestión de Proyectos con Teoría de Restricciones aplicada al área técnica de la Compañía Construcciones y Servicios S. A.*
<https://repository.eia.edu.co/handle/11190/659?show=full>
- Gracia, S., & Dzul, L. (2007). Modelo PEF de costes de la calidad como herramienta de gestión en empresas constructoras: una visión actual. *Revista ingeniería de Construcción*, 22(1), 43-56. https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50732007000100005&script=sci_abstract.
- Guerrero, J., Isla, J., & Malpartida, C. (2019). *Gestión de proyectos en la fase de diseño de tipo edificación: “Residencial CANVAS” ubicado en la ciudad de Lima.*
https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625980/GuerreroN_J.pdf?sequence=14&isAllowed=y
- Ibarguen, Y., Rueda, L., & Garcia, A. (2019). Análisis de la estructura organizacional del consultorio Innovadental a partir de la matriz DOFA. *Revista Ploutos*, 9, 1-19.
 C:/Users/User/Downloads/journaladm,+RPLO+16.1_Analisis+de+la+estructura_VF+(3).pdf.
- IBM. (2021). *Componentes de Business Intelligence.*
<https://www.ibm.com/docs/es/spm/7.0.4?topic=infrastructure-business-intelligence-components>
- Jiménez, A. (2011). Deficiencias en el uso del FODA causas y sugerencias. *Revista Ciencias Estratégicas*, 19(25), 89-100. <https://www.redalyc.org/pdf/1513/151322413006.pdf>.
- López, A. (2019). *Ladrillo Ecopeto: planteamiento y propuesta de un ladrillo ecológico a base de Pet.* Obtenido de Universidad Católica de Manizales:
 file:///C:/Users/User/Downloads/Juan%20David%20Lopez%20Pareja.pdf

- Mariño, A., Cortés, F., & Garzón, L. (2008). Herramienta de software para la enseñanza y entrenamiento en la construcción de la matriz DOFA. *Ingeniería e Investigación*, 28(3), 159-164. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092008000300023.
- Meléndez, R., & Rimassa, M. (2020). *Paneles con plástico reciclado y envases de tetrabrik para usos interiores en viviendas de interés social*.
<http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/3781>
- Mendoza, R., Niebles, E., Barreto, C., & Fabregas, J. (2020). Análisis de la cadena de valor del reciclaje del plástico. Un caso de estudio en el departamento del Atlántico. *Revista Espacios*, 41 (25), 1-13. <https://www.revistaespacios.com/a20v41n25/a20v41n25p14.pdf>.
- Mesa, Y. (2017). *Propiedades físico-mecánicas de adoquines elaborados con plástico reciclado para pavimento peatonal en el Centro Comercial Tambo Plaza Lurín*. Universidad César Vallejo:
https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/26903/Meza_DY.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Meyer, R. (2006). *Funcionamiento didáctico del saber. El razonamiento inferencial estadístico como metodología y la formación de formadores en educación*.
https://www.researchgate.net/publication/282876134_Funcionamiento_Didactico_del_Saber_El_razonamiento_inferencial_estadistico_como_metodologia_y_la_formacion_de_formadores_en_educacion
- Miguel, L. E. (24 de noviembre de 2021). *Diagrama de Causa y Efecto*.
<https://grupociesc.com/blog/diagrama-de-causa-y-efecto>

- Miranda, L. (2013). Cultura ambiental: Un estudio desde las dimensiones de valor, creencias, actitudes y comportamientos ambientales. *Producción + Limpia*, 8(2), 94-105.
<http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v8n2/v8n2a10.pdf>.
- Osterwalder, A. (2011). *Modelo Canvas*. Deusto SA Ediciones.
- Pastor, A. (2013). Análisis crítico del estándar internacional ISO 21500:2012, de guía en la Dirección de Proyectos. *DYNA - Ingeniería e Industria*, 88(4), 400–404.
<https://recyt.fecyt.es/index.php/DY/article/view/43209>.
- Pazmiño, J. (2020). *Sistema de gestión de calidad para la planificación de proyectos de construcción de viviendas unifamiliares*. <http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/4639>
- Pedraza, S. (2021). *Modelo de negocio para crear una empresa constructora exitosa*. Fundación Universidad de América:
<http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8469/4/555809-2021-I-GEC.pdf>
- Pinzón, J. (2017). Evaluación de herramientas para la gerencia de proyectos de construcción basados en los principios del PMI y la experiencia. *Prospectiva*, 15(2), 51-59.
<http://www.scielo.org.co/pdf/prosp/v15n2/1692-8261-prosp-15-02-00051.pdf>.
- Piñeros, M., & Herrera, R. (2018). *Proyecto de factibilidad económica para la fabricación de bloques con agregados de plástico reciclado (pet), aplicados en la construcción de vivienda*. <https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/22382>
- Presedo, M. (2017). *Calibración de ítems mediante juicio de expertos utilizando técnicas de ingeniería dirigida por modelos, workflows y sistemas de gestión de aprendizaje*.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=133129>

- Reynoso, D. (2019). Autoposicionamiento ideológico y distorsiones idiosincráticas en los estudios basados en juicios de expertos mexicanos. *Revista Mexicana de Análisis Político y Administración Pública*, (1), 4-16.
http://repositorio.ugto.mx/bitstream/20.500.12059/6068/1/8A_Autoposicionamiento%20ideol%C3%B3gico%20y%20distorsiones%20idiosincr%C3%A1ticas%20en%20los%20estudios%20basados%20en%20juicios%20de%20expertos%20mexicanos.pdf.
- Rodríguez, F., & Fernández, G. (2010). Ingeniería sostenible: nuevos objetivos en los proyectos de construcción. *Revista ingeniería de construcción*, 25(2), 147-160.
http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50732010000200001.
- Rodríguez, J. (2018). *Propuesta de implementación del sistema de gestión de la seguridad y salud en el trabajo (SG-SST), para la empresa Termaltec S.A.*
https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/9518/1/RodriguezJuan_2018_SeguridadSaludTrabajo.pdf.pdf
- Rojas, A. (2009). *Herramientas de calidad*. Universidad Pontificia Comillas.
- Santiago, A. (2015). Diseño y Elaboración de Adoquines de PET reciclado. *Ideas en Ciencia*, 24(44), 7-18.
http://ri.uaemex.mx/bitstream/handle/20.500.11799/66911/REVISTA%20IDEAS_VOL_44_1_DISEN%CC%83O.pdf?sequence=3&isAllowed=y.
- Sarmiento, E. (2019). *Protocolo de Montreal y el Convenio de Viena. Un caso exitoso de derecho internacional de protección global del medio ambiente.*
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-86972019000200001

Schwarz, M. (2018). *Breve historia de las herramientas de gestión*.

https://repositorio.ulima.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12724/7100/Schwarz_Max_breve%20historia%20herramientas%20gestion.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Soy Emprendedora. (14 de junio de 2016). *Modelo Canvas: genera un plan de negocio en cinco minutos*. <https://soyemprendedora.com.ar/modelo-canvas-genera-plan-negocio-cinco-minutos/>

Susunaga, M. (2014). *Construcción sostenible, una alternativa para la edificación de viviendas de interés social y prioritario*. Universidad Católica de Colombia:

<https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/1727>

Telescopi, R. (2015). *Red de Observatorios de Buenas Prácticas de Dirección Estratégica Universitaria en Latinoamérica y Europa*. Programa ALFA III.

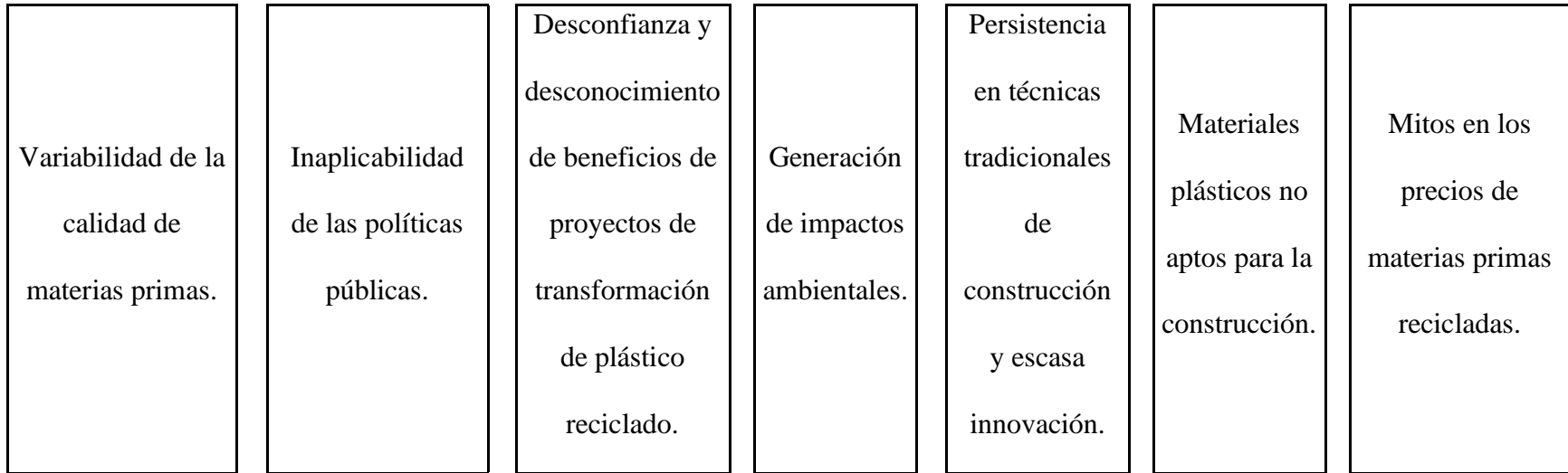
Vélez, E., & Coello, L. (2017). Impactos ambientales producidos por la construcción de vivienda a gran escala en la ciudad de Guayaquil. *Dom. Cien.*, 3(3), 1066-1085.

C:/Users/User/Downloads/522-1525-2-PB.pdf.

Apéndices

Apéndice A

Árbol de problemas

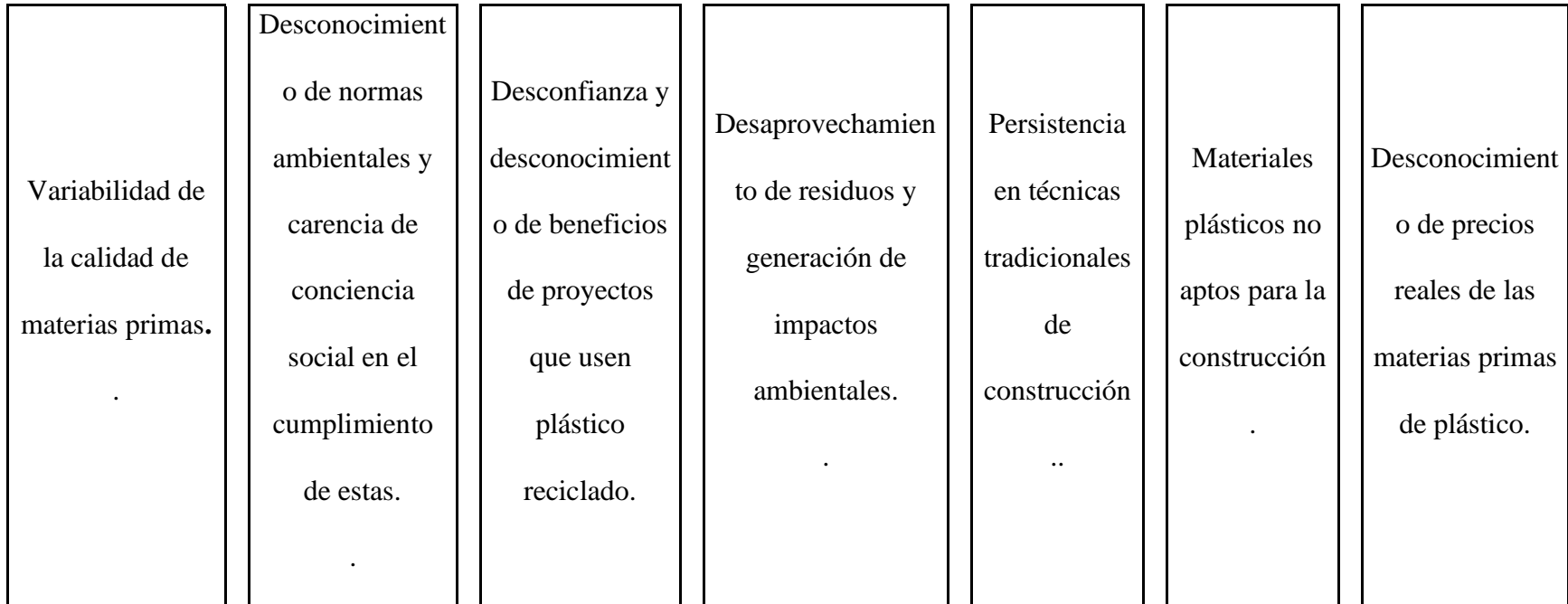


Falta un plan de gestión de buenas prácticas en proyectos de construcción que usan materiales de plástico reciclado

<p>Ausencia de estandarización en el proceso de pretransformación y transformación del plástico reciclado.</p>	<p>Desconocimiento de normas ambientales y carencia de conciencia social en el cumplimiento de estas.</p>	<p>Falta de diagnósticos de buenas prácticas en proyectos de transformación de plástico reciclado en el sector de la construcción.</p>	<p>Insuficiente cultura ambiental.</p>	<p>Renuencia a la innovación, desconfianza y estancamiento en nuevas prácticas.</p>	<p>Inadecuado proceso de reciclaje de materias primas.</p>	<p>Desconocimiento de precios reales de las materias primas de plástico.</p>
--	---	--	--	---	--	--

Apéndice B

Árbol de justificación

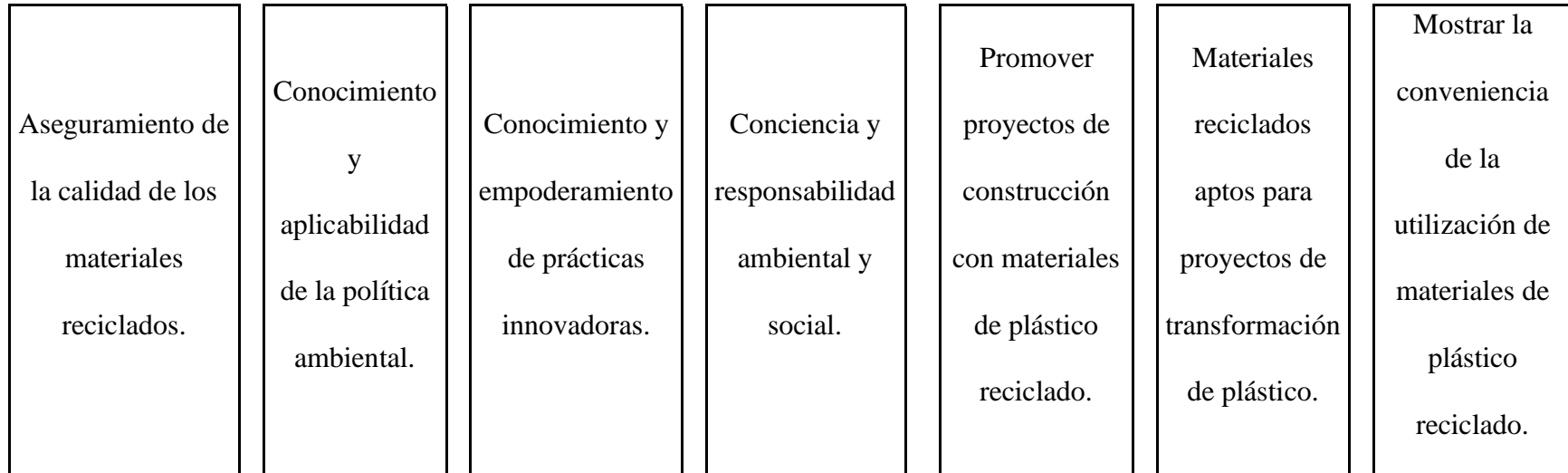


Falta un plan de gestión de buenas prácticas en proyectos de construcción que usen materiales de plástico reciclado

Problemática 1	Problemática 2	Problemática 3	Problemática 4	Problemática 5	Problemática 6	Problemática 7
Ausencia de estandarización en el proceso de pretransformación y transformación del plástico reciclado	Inaplicabilidad de las políticas públicas.	Falta de diagnósticos de buenas prácticas en proyectos que usan plástico reciclado en el sector de la construcción.	Insuficiente cultura ambiental.	Renuencia y desconfianza en nuevas prácticas.	Inadecuado proceso de reciclaje de materias primas.	Mitos en los precios de materias primas recicladas.

Apéndice C

Árbol de objetivos (SM)



Proponer un plan de gestión de buenas prácticas en proyectos que utilicen plástico reciclado, mediante herramientas de gestión de proyectos, para la determinación de estrategias del uso del plástico reciclado en el sector de la construcción en

Colombia

Problemática 1	Problemática 2	Problemática 3	Problemática 4	Problemática 5	Problemática 6	Problemática 7
Plan de estandarización en el proceso de pretransformación y transformación de plástico reciclado.	Programa de capacitación en normatividad ambiental.	Diagnóstico y evaluación de prácticas innovadoras en proyectos de transformación de plástico reciclado en el sector de la construcción.	Programa de capacitación en cultura ambiental.	Documentar beneficios de proyectos de transformación de plástico reciclado.	Plan de divulgación del manejo de residuos plásticos.	Estudio comparativo de los precios de materiales reciclados frente a materiales tradicionales de construcción.

Apéndice D

Datos históricos

Enfoques de administración	Época
Administración 0.0	Desde la antigüedad hasta 1730.
Administración 1.0, administración científica	Desde 1730 hasta 1930.
Administración 2.0, gestión departamental	Desde 1931 hasta 1950.
Administración 3.0, eficiencia de la producción	Década de los 50.
Administración 4.0, enfoque de mercado	Años 60 y 70.
Administración 5.0, enfoque de calidad	Años 80.
Administración 6.0, enfoque financiero	Años 90.
Administración 7.0, enfoque de conocimiento	Años del 2000 al 2010.
Administración 8.0, enfoque deontológico	Desde el año 2010 a la fecha.

Año	Herramienta	Autor	Aplicación
-----	-------------	-------	------------

1736	Teoría de Grafos	Euler	Establece conexiones relacionales entre nodos. Es útil en la planificación y el análisis de procesos.
1860	Organigrama	McCallum	Útil en procesos de organización.
1878 - 1903	Administración científica	Frederick Taylor	Desarrollo del Shop Management para administrar la industria.
1896	Diagrama de Pareto <i>Harmonogram</i>	Diagrama de Pareto Karol Adamiecki	Regla del 80-20 para priorizar. Inspiró a Henry Gantt en la creación del diagrama de Gantt en 1910.
1900	I+D	General Electric Co.	Primer departamento de investigación y desarrollo.
1903	ROI	DuPont	Retornó la inversión para gestionar procesos y proyectos.
1916	14 principios de la administración	Henri Fayol	Fundamentos de la administración.
1924	DCA (<i>plan-do- check-act</i>) o Ciclo PHVA (planear-hacer-verificar-actuar)	Walter Shewhart	Mejora continua, retomada en los años 50 por Edwards Deming en sus trabajos sobre gestión y control de calidad en Japón.
1930	Concepto de marca	Procter & Gamble (P&G)	Desarrollo de la mercadotecnia.
1943	Pirámide de necesidades de Maslow	Abraham Maslow	Gestión del capital humano.

1943	Diagrama Ishikawa, espina de pescado o causa-efecto	Kaoru Ishikawa	Administración y control de los procesos de calidad.
1943	Redes neuronales	McCulloch y Pitts	Bases del nacimiento de la inteligencia artificial de McCarthy en 1956.
1950	Manufacturing Resources Planning (MRP)	Joseph A. Orlicky	Planificación de los recursos de manufactura, base de los Enterprise Resource Planning (ERP), sistemas integrados de gestión.
1953	Matriz de Ansoff, matriz producto/mercado o vector de crecimiento	Igor Ansoff	Para el análisis estratégico y el <i>marketing</i> .
1960	Técnica del Valor Ganado (EV)	Departamento de defensa de los EE-UU	Evaluación de proyectos.
1969	PMI – Project Management Institute	Se fundó con 40 voluntarios en EE-UU	Técnicas y herramientas de gestión alrededor del mundo.
1970	Reingeniería	Hammer y Champpi Philippe Blonch	Se relanzó en los años 80 como herramienta de control y transformación en los procesos de organización. Gestión del capital humano y liderazgos.

	<p>Empowerment</p> <p>Matriz FODA O DOFA (debilidades, oportunidades, fortalezas, amenazas)</p> <p>Matriz McKinsey</p>	<p>Albert S. Humphrey</p> <p>Consultora McKinsey</p>	<p>Herramienta para el diagnóstico empresarial.</p> <p>Herramienta para la evaluación de carteras de negocios.</p>
1973	Matriz BCG	Boston Consulting Group	Herramienta para el análisis y definición de estrategias de mercado.
1980	<p>BPM (Business Process Management)</p> <p>Método Harvard</p>	<p>Japón, a partir de las prácticas de la Toyota</p> <p>Universidad de Harvard</p>	<p>Automatizó la gestión de los procesos de negocio desde el mapeo hasta la supervisión.</p> <p>Estrategia para la dirección de negocios a nivel mundial.</p>
1985	Cadena de valor	Michael Porter	Herramienta para establecer las ventajas competitivas.
1986	<p>Customer Relationship Management (CRM)</p>	Jon Ferrara	Herramienta de relacionamiento de los clientes.

1990	World Wide Web (www)	Tim Berners-Lee	Red de comunicaciones.
1994	Sistemas de gestión de calidad ISO9001 (1994), ISO 14001 (1996) y OHSAS18001 (1998)	Organización Internacional para la Estandarización	Procesos de gestión, control y mejora.
1996	Modelo SCOR (Supply Chain Operations Reference Model) Cuadro de Mando Integral (CMI) y Balanced Score Card (BSC)	Organización Supply Chain Council (SCC) Robert Kaplan y David Norton	Gestión de la cadena de suministro. Gestión financiera con visión integrada con los procesos, el cliente y el aprendizaje.
2000	Business Intelligence (BI)	Hans Peter Luhn	Herramienta basada en el uso de datos para recolectar, analizar y conocer las organizaciones
2008	Tecnología Blockchain	Satoshi Nakamoto	Transferencia de valor a nivel mundial (criptomonedas).
2009	Modelo o Lienzo Canvas	Alexander Osterwalder	Estrategias para modelar e interpretar los modelos de negocios.

Apéndice E

Hoja de recolección de datos

Título	Autores	Referencias	Formato	Resumen	Aporte cronológico
Gestión de proyecto de la constructora experta S.A.S. mediante el uso de herramienta tecnológica.	Liliana Álvarez Peña, Diego Felipe Cardozo Perdomo, Luis Antonio García Garzón y Luisa Fernanda Jiménez Monsalve.	Álvarez, L., et al. (2021). Gestión de Proyectos de la Constructora Experta SAS Mediante el Uso de Herramienta Tecnológica (Tesis de especialización, Universidad EAN). Recuperado de: http://hdl.handle.net/10882/11394 .	Tesis de grado	Mencionó la importancia de utilizar herramientas de gestión en el sector de la construcción, tanto en la arquitectura como en la ingeniería civil. La herramienta BIM, con la que se obtiene información operativa y coordinada de los proyectos en tiempos reales, facilitó la gestión del tiempo, recursos, calidad y riesgos.	Aporta conocimiento sobre la utilidad, ventajas y desventajas de la herramienta BIM, importante para la gestión de proyectos con el Estado. Se piensa que en el año 2026 será un requisito la implementación de esta herramienta en Colombia
Modelo de negocio para crear una empresa constructora exitosa	Saul Ernesto Pedraza Rodríguez	Pedraza Rodríguez, S. E. (2021) Modelo de negocio para crear una empresa constructora exitosa. [Trabajo	Tesis de grado	Habla sobre la herramienta Canvas, para crear y presentar modelos de negocios innovadores en el sector de la construcción y muestra los beneficios	Aporta conocimiento en el manejo de la herramienta Canvas para la creación de modelos de negocios.

		de grado, Fundación Universidad de América] Repositorio Institucional Lumieres . Tomado de: http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8469/4/555809-2021-I-GEC.pdf		como, por ejemplo, una mejor comprensión del negocio a través de herramientas visuales, puntos de enfoque amplios y análisis estratégico. Se compone de nueve partes relacionadas entre sí y con posibilidad de retroalimentarlas a diario.	
Sistema de gestión de calidad para la planificación de proyectos de construcción de viviendas unifamiliares	José Julián Pazmiño Zambrano	Pazmiño Zambrano, José Julián (2020). Sistema de gestión de calidad para la planificación de proyectos de construcción de viviendas unifamiliares. Guayaquil. ULVR. Posgrado / Maestría en	Tesis	Se propone un sistema de gestión de calidad con la norma ISO 9001-2015, como herramienta de gestión útil para la planeación de proyectos de construcción, clasificación de los procesos de secuencias constructivas, disminución de tiempos, costos y control en búsqueda de	Su aporte está enfocado a facilitar una adecuada planeación del proyecto a través de la optimización de tiempo y recursos.

		<p>Ingeniería Civil Mención Construcción Civil Sustentable / Tesis Maestría en Ingeniería Civil Mención Construcción Civil Sustentable. 123 p. Recuperado de: http://repositorio. ulvr.edu.ec/handle /44000/4639</p>		<p>la sustentabilidad de los proyectos.</p>	
<p>Gestión de proyectos en la fase de diseño de tipo edificación: “Residencial CANVAS” ubicado en la ciudad de Lima</p>	<p>José Luis Guerrero Narbajo, Jonathan Elí Isla Huertas y Ze Carlos Malpartida Beraun.</p>	<p>Guerrero Narbajo, J. L., Isla Huertas, J. E., y Malpartida Beraun, Z. C. (2019). Gestión de proyectos en la fase de diseño de tipo edificación: “Residencial CANVAS” ubicado en la ciudad de Lima. Recuperado de: https://repositorio</p>	<p>Tesis maestría</p>	<p>Resalta la implementación de las metodologías BIM y Sesiones de ingeniería concurrente (ICE) para gestionar los proyectos de medianas y pequeñas empresas en la etapa de diseño en Perú y buenas prácticas con la implementación del modelo BIM en la planificación y control</p>	<p>Aporta buenas prácticas en la gestión de proyectos de construcción en la etapa de diseño a través de herramientas de gestión BIM e ICE, para evitar riesgos en la etapa de ejecución y lograr mejores resultados en la etapa final del</p>

		academico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/625980/GuerreroN_J.pdf?sequence=14&isAllowed=y		de los proyectos de manera acertada.	proyecto.
Evaluación de herramientas para la gerencia de proyectos de construcción basados en los principios del PMI y la experiencia	Jhosymar Louis Pinzón Rincón y Aldemar Remollina Millán,	Pinzón Rincón, Jhosymar Louis, y Remolina Millán, Aldemar. (2017). Evaluación de herramientas para la gerencia de proyectos de construcción basados en los principios del PMI y la experiencia. <i>Prospectiva</i> , 15(2), 51-59. https://doi.org/10.15665/rp.v15i2.746	Artículo	Análisis del uso, la practicidad e impacto de las herramientas del PMBOOK, aplicadas a las áreas de gestión de manejo de los gerentes de proyectos, en el que se identifican las herramientas más utilizadas y de mayor impacto en la gestión integral de proyectos. Además, se compara la coincidencia de algunas herramientas del PMI con herramientas de gestión de proyectos ágiles y se valora la experiencia de un grupo de gerentes seleccionados. Se concluyó que nueve	Aporta conocimiento en la identificación y uso de las herramientas de gestión que indica el PMBOOK, en especial, para proyectos de construcción.

				herramientas garantizan la gestión integral de la gerencia de proyectos en 10 áreas del conocimiento.	
Gestión de proyectos de construcción con metodología BIM (Building Information Modeling)	Lina Xiomara Sierra Aponte	Sierra, L. X. (2016). Gestión de proyectos de construcción con metodología BIM “Building Information Modeling”. Recuperado de: http://hdl.handle.net/10654/14970 .	Tesis	Conceptualiza y evidencia los beneficios, flujos de trabajo, usos de la metodología BIM y análisis de costo-beneficio con criterios de PMI, frente a métodos tradicionales de formulación de proyectos de construcción.	Aporta conocimiento para el uso de la herramienta BIM y genera valor agregado a los proyectos de construcción representado en beneficios económicos, sociales y de tiempo. Para implementar la metodología BIM es necesario parametrizar y caracterizar el modelo para que se puedan simular los procesos constructivos, y tener información

					que facilite la toma de decisiones, además de corregir errores y desviaciones del modelo durante la simulación y no durante la obra.
Gestión de proyectos con teoría de restricciones aplicada al área técnica de la compañía construcciónes y servicios S.A.	Luis Felipe Gómez Posada y Juan Fernando Jiménez Villalobos.	Gómez-Posada, L, Jiménez-Villalobos, J y. (2014). Gestión de Proyectos con Teoría de Restricciones aplicada al área técnica de la Compañía Construcciones y Servicios S. A. Tomado de: https://repository.eia.edu.co/handle/11190/659	Artículo	Da a conocer la experiencia de la firma Construcciones y Servicios S.A. en la aplicación de herramientas para la gerencia de proyectos de TOC (Theory of constraints o teoría de restricciones, cadena crítica), que garanticen la eficacia en la contratación y con esto eliminar los retrasos y sobrecostos del proyecto. Esta es una de las tareas más importantes de la construcción, puesto que es necesario	Aporta método y herramientas para las tareas de contratación, su seguimiento y control, con el fin de cumplir cronogramas y presupuestos.

				garantizar que los contratistas estén listos para ejecutar la obra según el cronograma y las características acordadas.	
Construcción sostenible, una alternativa para la edificación de viviendas de interés social y prioritario	Jorge Mario Susunaga Monroy	Susunaga Monroy, J. M. (2014). Construcción sostenible, una alternativa para la edificación de viviendas de interés social y prioritario. Trabajo de Grado. Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería Industrial. Bogotá, Colombia. Recuperado de:	Tesis de especialización	Ilustra sobre la construcción de viviendas de interés social y prioritario sostenible, medibles y evaluadas a través de herramientas de gestión sostenible como los sellos de certificación aceptados en todo el mundo como: BREEAM LEED y GREEN STAR.	Pone en conocimiento la existencia de sistemas sostenibles y herramientas de gestión de sostenibilidad como los sellos de certificación, para la construcción de viviendas de interés social y prioritario sostenible.

		<p>https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/1727/1/CONSTRUCCION%20SOSTENIBLE%20c%20UNA%20ALTERNATIVA%20PARA%20LA%20EDIFICACION%20DE%20VIVIENDAS%20DE%20INTERES%20SOCIAL%20Y%20PRIORITARIO.pdf</p>			
El diagnóstico empresarial como herramienta de gestión gerencial	Flor Alba Rincón Torres	Alba Rincón, F. (2012). El diagnóstico empresarial como herramienta de gestión gerencial. <i>Aglala</i> , 3(1), 103–120. Tomado de: https://revistas.curn.edu.co/index	Artículo	Habla de la importancia del diagnóstico empresarial de las empresas, sobre todo, de las PYMES, a través de la aplicación de diferentes herramientas de gestión como: DOFA, matriz BCG (Boston Consulting Group), matriz de evaluación de los	Aporta conocimiento para la aplicación de herramientas de gestión, para diagnosticar el estado actual y toma de decisiones, ante todo, para PYMES.

		.php/aglala/article /view/887		factores externos (EFE), matriz de evaluación de factores internos (EFI), matriz PEYEA (posición estratégica y evaluación de la acción), diagrama Ishikawa, diagrama de Pareto, para conocer el estado actual de la empresa, diseñar estrategias y lograr competitividad para enfrentar los retos que impone la globalización.	
Herramientas para identificar y reducir pérdidas en proyectos de construcción	Luis Alarcón	Alarcón, L. (2012). Herramientas Para Identificar y Reducir Perdidas en Proyectos De Construcción. Revista Ingeniería De Construcción. Tomado de: https://dlwqtxts1xzle7.cloudfront.n	Revista	Muestra el impacto y la necesidad de generar una nueva manera de producir en el sector de la construcción a través de un nueva filosofía o método basado en el principio heurístico, que consiste en reducir actividades que no generen valor al producto final, en el	Con base en experiencias pasadas, aporta información y conocimiento en la utilización de un nuevo método y herramientas de gestión para promover la producción sin pérdidas.

		<p>et/59843755/368-1123-1-PB_Herramientas_Para_Identificar_y_Reducir_Perdidas_en_Proyectos_De_Construccion-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1652219652&Signature=FxghJczpWDVvtsHUediiKB_S4lV2lmx4clrtXR3p-EyWINUrViKFLvzR1PnPV97Dv2HGn99KNzMpbBsIJYPrw-HXkF1JoPck9y8xvLhFtid3yGRvXy55tgsrd5KBbFUXOQXnzZK7AxlgV7ZL88yPAhQdpbWVJhhMgc7maw6VH-XTW5DsTGEO2MRjnLb3MwbFg</p>		<p>que se pone en práctica la utilización de herramientas de gestión como: muestreo del trabajo, cartas de balance de recursos y la encuesta de diagnóstico de pérdidas, con el fin de reducir o eliminar pérdidas.</p>	
--	--	--	--	---	--

		<p>D-1uZj668ceWF9xrl</p> <p>UJ7qc3tOYLN8R</p> <p>G6u1E4g47WkJh</p> <p>1UQahHuTv7J8Q</p> <p>~XQbU5Zf9svtIR</p> <p>9qd7X2fhJ5XxgU</p> <p>5WPFtKFSE0sJL</p> <p>hb3n8dI1e-</p> <p>stf4ucLsub~-</p> <p>yHg8ehMuuXUJ</p> <p>ZxmGAhMkQRb</p> <p>w5N02DQ_&Ke</p> <p>y-Pair-</p> <p>Id=APKAJLOHF</p> <p>5GGSLRBV4ZA</p>			
Ingeniería sostenible: nuevos objetivos en los proyectos de construcción	Fernando Rodríguez y Gonzalo Fernández.	<p>Rodríguez, F., y Fernández, G. (2010). Ingeniería sostenible: nuevos objetivos en los proyectos de construcción. <i>Revista ingeniería de construcción</i>, 25(2), 147-160.</p> <p>Recuperado de: https://scielo.coni</p>	Artículo	Menciona la responsabilidad del sector de la construcción en el aumento de la huella ecológica humana ocasionada por los impactos generados tanto por la cantidad de recursos consumidos como por la cantidad de residuos generados en	Da a conocer el marco metodológico, herramientas y técnicas de gestión para la gestión de proyectos de construcción sostenibles, como los sistemas de indicadores de sostenibilidad útiles

		cyt.cl/scielo.php?pid=S0718-50732010000200001&script=sci_arttext&tlng=n		todo el ciclo de vida del proyecto, así que, fuera de la triple restricción del proyecto ahora existen nuevos requisitos y objetivos de sostenibilidad, que requieren del uso de técnicas y herramientas dentro de un marco metodológico de gestión sostenible.	en la evaluación de los proyectos.
Modelo PEF de costes de la calidad como herramienta de gestión en empresas constructoras: una visión actual.	Santos Gracia Villar y Luis A. Dzul López.	Gracia Villar, S., y Dzul López, L. A. (2007). Modelo PEF de costes de la calidad como herramienta de gestión en empresas constructoras: una visión actual. Revista Ingeniería de Construcción, 22(1), 43-56. Recuperado de:	Artículo	Indica que los costes de la calidad son una herramienta de gestión importante de la planificación de la calidad que facilita la mejor continua. Se propone el enfoque PEF (prevención, evaluación y fallos) de Feigenbaum y Juran que ha sido adoptado por la American Society for Quality Control y por el British Standard Institute, para las	Da a conocer varios modelos de costes de la calidad genéricos para empresas de construcción, sobre todo, el método PEF al ser este el más aceptado para el control y mejora continua.

		https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?pid=S0718-50732007000100005&script=sci_arttext&tlng=en		empresas constructoras por su aporte a la productividad y utilidades para la empresa.	
--	--	---	--	---	--

Apéndice F*Formato de ficha técnica de experiencias*

Título	
Fecha de publicación	Autores
Elementos	Preguntas clave
Grupo meta	
Objetivo	
Lugar/cobertura geográfica	
Introducción	

Partes - interesados y asociados	
Impacto	
Innovación	
Factores de éxito	
Limitaciones	
Lecciones aprendidas	
Sostenibilidad	
Replicar y/o escalar	
Conclusión	

URL de la práctica	
Sitios Web relacionados	

Nota. Elaboración adaptada de la ficha técnica de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 2015.

Apéndice G*Ficha técnica de experiencias N. ° 1*

Título	
Diseño de planta productora de adoquines a base de cemento y plástico reciclado.	
Fecha de publicación	Autores
2015	Universidad de Piura- Perú Equipo de trabajo: Ayrton Pastor Castillo. Jean Pierre Salazar Oliva Ricardo Seminario Regalado Andrés Tineo Camacho

	Jean Carlo Zapata Valladolid
Elementos	Preguntas clave
Grupo meta	Sector de la construcción – obras civiles
Objetivo	Producción en línea de adoquines con cemento y plástico reciclado para ser utilizados en obras civiles
Lugar/cober tura geográfica	Perú, provincia de Piura-zona industrial- carretera Piura- Sullana,
Introducción	La Universidad de Piura a través de su equipo técnico, propone el diseño de una planta productora de adoquines con base en cemento y plástico reciclado en la provincia de Piura, Perú, para producir adoquines para pavimentos peatonal, vehicular que serán utilizados en obras civiles como caminos y vías de uso peatonal y vehicular, dirigido, en un principio, a la demanda de la provincia de Piura, por las ventajas climáticas y la disponibilidad de materiales adecuados.

Partes - interesados y asociados	Universidad de Piura, autoridades del orden nacional, autoridades del nivel local, comunidad.
Impacto	<p>El proyecto presenta los siguientes impactos: Positivos: Reducción de residuos sólidos al considerar que el plástico en el Perú es el 12 % del total de los residuos, reducción en el uso de energía y petróleo, pues estos son derivados del petróleo, satisfacción de la demanda en el Perú, la que se ha incrementado año tras año desde el 2004 hasta el año 2018 en el que la demanda fue de 32.531.398, otros impactos positivos son los precios menores para el consumidor final frente al consumo de artículos con plástico reciclado y la generación de empleo en toda la cadena de producción, desde el reciclaje hasta la producción, al igual que el beneficio general para toda la población en la adecuación de vías. Negativos: al ser el plástico un material con resistencia a la degradación ocasiona contaminación del suelo del aire y del agua, dado que el 88 % de la capacidad de los rellenos sanitarios es ocupado por este tipo de residuos, el 70 % de la contaminación en el Perú lo genera la construcción tradicional de vivienda de ahí que utilizar materiales reciclados disminuye o mitiga la contaminación.</p>
Innovación	<p>El proceso de elaboración de adoquín con cemento y plástico cumple la norma NTP 399.611, difiere del proceso tradicional de producción de adoquines, en la adición de plástico reciclado, el que debe cumplir ciertas características técnicas, por lo que es el producto final un adoquín resultado de la mezcla de estos dos materiales, cemento y plástico, que cuenta con las siguientes propiedades: resistencia y absorción de acuerdo con los requerimientos de la norma técnica y susceptibles de mejorar, según los ensayos de laboratorio. Es utilizado en vías peatonales y vehiculares.</p>

Factores de éxito	<p>Esta experiencia se puede replicar con éxito si el sector de la construcción decide innovar a procesos sostenibles y económicamente rentables de producción y al uso de materiales amigables con el medio ambiente. A nivel social debe existir cultura ambiental en las poblaciones en temas de reciclaje, en especial, de plástico por ser un material bastante contaminante, las que deben regularse, incentivarse, exigirse y sancionarse por la institucionalidad como organismos reguladores del equilibrio ambiental y económico.</p>
Limitaciones	<p>Poca cultura ambiental, sobre todo de reciclaje de plástico.</p> <p>Resistencia a la innovación por el desconocimiento de experiencias exitosas.</p> <p>Debilidad institucional en la aplicabilidad de la política pública del reciclaje.</p> <p>Escasez de materia prima</p> <p>Perdida de las propiedades del material al ser reciclado inadecuadamente.</p> <p>Resistencia y absorción menor que los adoquines tradicionales, debido a que el plástico tiene menor peso que el concreto.</p> <p>El proyecto está planeado solo para abastecer la demanda de Piura.</p> <p>El proyecto no presenta estudio de factibilidad económica.</p>

<p>Lecciones aprendidas</p>	<p>Es posible producir, con responsabilidad por el medio ambiente.</p> <p>El uso de materiales reciclados tiene doble propósito, producir para generar rentabilidad y disminuir los niveles de contaminación ocasionados por el plástico.</p> <p>Los primeros ensayos de laboratorio de las muestras consistentes en adoquines con 1 de cemento por 1.5 de arena y 0.5 de PET cumplen con los requisitos de la norma NTP 399.611 con una resistencia mayor a la exigida, sin embargo, en cuanto a la propiedad de absorción las muestras mostraron niveles inferiores a los exigidos por la norma NTP 399.611.</p>
<p>Sostenibilidad</p>	<p>La producción de adoquines con base en la mezcla de cemento y plástico es un proyecto sostenible, puesto que al utilizar material reciclado se disminuye el uso de energía y de agua para producir una nueva materia prima para ser utilizada en proyectos viales que satisfacen necesidades básicas y generan bienestar.</p> <p>Este proyecto en su diseño prevé los recursos humanos y financieros indispensables para su funcionamiento, bajo condiciones laborales que se ajustan a las normas del Perú, por lo tanto, es generador de oportunidades de empleo, de aprendizaje y de experiencias, dentro del marco del reconocimiento y garantía de los derechos humanos.</p> <p>Al ser este tipo de proyectos iniciativas económicas y ambientales innovadoras su propósito es generar rentabilidad al sector de la construcción, mayor bienestar a los usuarios o clientes de este servicio y equidad social en la medida que se satisfagan necesidades básicas de movilidad en buenas condiciones a la población beneficiada.</p>

Replicar y/o escalar	<p>La posibilidad de extender esta experiencia es alta debido a que la producción de este tipo de adoquines no difiere notoriamente del adoquín convencional. Por otra parte, en países con características similares como el Perú, dentro de los cuales están todos los países de Suramérica, se cumple la condición de la disponibilidad del plástico reciclado, y por lo tanto es factible llevar a cabo este tipo de proyectos previo estudio de mercado.</p> <p>Algunas empresas que se dedican a la producción de adoquín con plástico reciclado son: la empresa estadounidense Calstar Products, y Ecotelhado empresa colombiana.</p>
Conclusión	<p>La puesta en marcha de la planta productora de adoquines con base en cemento y plástico ayuda a reducir los residuos de plásticos, que causan impacto negativo en el medio ambiente por su alto nivel de contaminación, debido a que ocupan el 88 % de los rellenos sanitarios.</p> <p>Los adoquines producidos son utilizados en proyectos de caminos, vías peatonales y vehiculares y cumplen con los requisitos exigidos por las normas peruanas.</p>
URL de la práctica	<p>Castillo. A, Salazar. J, Regalado. R, Camacho. A, Zapata. J (2015). Diseño de planta productora de adoquines a base de cemento y plástico reciclado. Universidad de Piura. Tomado de:</p> <p>https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/2343/5.%20PYT%2c%20Informe%20Final%2c%20Cemento%20y%20Plástico.pdf?sequence=1&isAllowed=y</p>

<p>Sitios Web relacionados</p>	<p>Malca Noriega, C. (2021). Diseño de una planta de adoquines en la región Lambayeque aprovechando los residuos plásticos para reducir la contaminación ambiental. Tomado de: https://tesis.usat.edu.pe/handle/20.500.12423/4516</p> <p>Elaboración de un adoquín para revestimiento de camineras, a partir del plástico PET 1 y el caucho reciclado http://repositorio.ulvr.edu.ec/handle/44000/2507</p> <p>Belizario Mamani, A. A. (2022). Propuesta de utilización de adoquines de agregado fino y grueso con la adición de plástico reciclado para fines de pavimentación, Arequipa, 2022. https://hdl.handle.net/20.500.12692/86775</p> <p>Turpo Mamani, S. M. (2019). Reciclado de plástico (PET) para la elaboración de adoquín mediante el proceso de extrusión. Tomado de: https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/2116/Sirly_Tesis_Licenciatura_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y</p> <p>Angumba Aguilar, P. J. (2016). Ladrillos elaborados con plástico reciclado (PET), para mampostería no portante. Tomado de: https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/25297/1/tesis.pdf</p>
--------------------------------	---

Nota. Elaboración adaptada de la ficha técnica de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 2015.

Apéndice H*Ficha técnica de experiencias N. ° 2*

Título	
Madera plástica. Un producto amigo del planeta	
Fecha de publicación	Autores
2016	Revista de divulgación científica y tecnológica de la Red Internacional de Investigadores de Ingeniería Industrial. Volumen 3 (5),41 Equipo de trabajo: Luisa Rincón Garzón, Esperanza Rodríguez Carmona y Anny Espitia Cubillos.
Elementos	Preguntas Clave
Grupo Meta	Ingeniería Industrial.
Objetivo	El objetivo de este artículo es aumentar el conocimiento que se tiene sobre la madera plástica, al ser esta un producto innovador, ecológico y con propiedades mecánicas que se presenta como un sustituto potencial de la madera natural.

Lugar/cobertura geográfica	Colombia.
Introducción	<p>El deterioro del medio ambiente y el desgaste de los recursos naturales han llevado al hombre a plantearse nuevas alternativas en la creación de materiales haciendo uso de tecnologías y de residuos reciclables para así disminuir el impacto ambiental y obtener un beneficio de dichos desperdicios.</p> <p>Los residuos generados todos los días representan un contaminante notable en el medio ambiente que tienen como consecuencias la creación de plagas, el calentamiento global y el efecto invernadero, entre otras.</p>
Partes: interesados y asociados	Universidad Nueva Granada – Bogotá.
Impacto	El proyecto presenta los siguientes impactos: positivos, reducción de residuos sólidos, reducción en el uso de energía y petróleo, precios menores para el consumidor final, generación de empleo; y negativos: contaminación del suelo, contaminación del aire.
Innovación	En los rellenos sanitarios existe acumulación de grandes cantidades de desechos plásticos, que son materiales orgánicos cuya degradación tarda entre 150 y 400 años. Por ser una problemática de gran impacto, han creado un material a partir de los residuos de plástico. La madera plástica se constituye en

	<p>una solución que contribuye a disminuir la contaminación y extiende la vida útil de las construcciones por la reducida degradabilidad.</p>
Factores de éxito	<p>Esta experiencia se puede replicar con éxito si el sector de la construcción decide innovar a procesos sostenibles y económicamente rentables de producción y al uso de materiales amigables con el medio ambiente. A nivel social debe existir una cultura ambiental en las poblaciones en temas de reciclaje, en especial, de plástico por ser un material bastante contaminante. Esta cultura debe incentivarse, exigirse y sancionarse por la institucionalidad como organismos reguladores del equilibrio ambiental y económico. Además, el plástico es un material versátil que tiene f</p>
Limitaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Poca cultura ambiental, sobre todo, de reciclaje de plástico. • Resistencia a la innovación por el desconocimiento de experiencias exitosas. • Debilidad institucional en la aplicabilidad de la política pública del reciclaje.
Lecciones aprendidas	<p>El producto es una innovación desarrollada y patentada por Fernando Llanos Gónima.</p> <p>Las ventajas del uso de la madera plástica son las siguientes:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Disminuir la tala de árboles que son purificadores del aire. • Alta durabilidad en comparación con la madera natural.

	<ul style="list-style-type: none"> • Para el mantenimiento no requiere el uso de corrosivos, aplicación de plaguicidas ni atacada por insecto o roedores. • Rápida fabricación. • Material reutilizable de alta durabilidad sismorresistentes y termoacústicas. • Disminución de impacto ambiental. • Son de fácil montaje y desmontaje.
Sostenibilidad	<p>La madera plástica se convierte en un factor de alivio para el medio ambiente, puesto que disminuye la contaminación y reduce el impacto ambiental que el plástico genera con su degradación cuando es desechado, lo que alivia en parte los rellenos sanitarios porque se rebaja el contenido de residuos plásticos.</p>
Replicar o escalar	<p>Fernando Llanos Gónima patentó la fabricación de Brickarp, que es un bloque arquitectónico de plástico reciclado con el que es posible construir viviendas, por lo que utiliza como materia fuente el plástico reciclado, que después de un proceso de fabricación permite obtener ladrillos de madera plástica.</p>

	<p>El producto ha sido incorporado por Econciencia de Medellín (Colombia) que es una corporación empresarial dedicada a la realización de productos con residuos sólidos y con madera plástica obtenida de plástico reciclado para la construcción de vivienda.</p> <p>En Cali, la Fundación para la investigación científica y el desarrollo tecnológico (Ficidet) apoya la investigación y el desarrollo de productos y materiales. La fundación se encuentra realizando proyectos de casas de interés social construidas con Brickarp, lo que permite suplir necesidades básicas a la comunidad.</p> <p>Plastipol S.A., madera plástica, esta es una empresa que tiene su sede principal en Medellín-Colombia dedicada a la fabricación de productos hechos con madera plástica para, a su vez, contribuir al medio ambiente y a la ecología.</p> <p>La compañía Madera Plástica Colombia Ecológica se dedica a la fabricación y comercialización de madera plástica en un compromiso por preservar el medio ambiente.</p>
Conclusión	Evitar la tala de árboles que retienen el CO2 retarda el efecto invernadero y el daño de la capa de ozono, disminuye la contaminación y hay reducción del impacto ambiental y mejorar las condiciones de vida.

	Recuperación de materiales como el plástico de baja degradación y alta contaminación, para llevarlo al ciclo de transformación de utilidad en el sector de la construcción.
URL de la práctica	Brickarp. (S.F.). Tomado de: https://revistas.fio.unam.edu.ar/index.php/semillero/article/view/71/71
Sitios Web relacionados	Econciencia. (S.F.). Tomado de: https://www.econciencia.com.co/ http://brickarpambiental.blogspot.com/

Nota. Elaboración adaptada de la ficha técnica de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 2015.

Apéndice I*Ficha técnica de experiencias N. ° 3*

Título	
Proyecto Polymiz – Valorización de residuos polímeros en mezclas bituminosas	
Fecha de publicación	Autores
2014	Universidad de Cantabria Pedro Lastra González Irune Indacochea Vega
Elementos	Preguntas Clave
Grupo Meta	Sector de la construcción – obras civiles

Objetivo	Demostrar técnica y económicamente la viabilidad de fabricar nuevos y mejores pavimentos con la utilización de polímeros como: el polietileno, polipropileno, poliestireno y neumáticos. Se caracterizan 4 mezclas bituminosas, modificadas con polímeros, útiles en la construcción de puentes y carreteras.
Lugar/cobertura geográfica	Santander, Provincia de Cantabria, España
Introducción	<p>El proyecto polymix-valorización de residuos polímeros en mezclas bituminosas, desarrollado por el grupo GITECO de la Universidad de Cantabria, cofinanciado por la Comisión Europea surge por la necesidad de aumentar la tasa de reciclaje y disminuir los residuos que se destinan a recuperación de energía o van a los depósitos finales.</p> <p>El proyecto está enfocado al desarrollo de cuatro mezclas bituminosas y según los ensayos cumplen con los requisitos establecidos por el G-3 y son utilizadas en la construcción de carreteras tanto en capa de rodadura como en la intermedia y en la base.</p>

Partes - interesados y asociados	Asociación de fabricantes de plástico – Plastic Europe. Comisión europea Universidad de Cantabria – Grupo GITECO ACCIONA -infraestructuras AIMPLAS Y VIAS-M- carreteras Madrid Consejería de transporte e infraestructura de la comunidad de Madrid Comunidad de Madrid Gobierno
Impacto	Impactos Positivos: la evaluación ambiental del proyecto mediante el “análisis del ciclo de vida” en los polímeros polipropileno y NFU presentó una reducción del 10 % así: en la demanda de energía acumulada, en cuanto al nivel de calentamiento global, en el potencial de acidificación y en el potencial de eutrofización. Las mezclas polymix permiten la valorización de los residuos plásticos poliméricos; al ser la producción de mezclas en Europa de 300 Mt., anuales, con un incremento del 5 % en el uso de esta tecnología, se podrían valorizar al año

	<p>más de 150.000 tn., de residuos poliméricos, con beneficios ambientales notorios y cuantificables para el medio ambiente.</p> <p>Otro impacto positivo que se derivan de este proyecto es la disponibilidad de vías y puentes para toda la comunidad de Madrid que favorecen la comunicación, la movilidad y el transporte.</p> <p>Impactos Negativos: el artículo no muestra los impactos negativos, pero por otras experiencias similares, puede deducirse que no contar con las cantidades de materia prima (polímeros) reciclados de forma adecuada puede ocasionar escasez del producto útil para las mezclas.</p>
Innovación	<p>La innovación de este proyecto está en el uso de residuos poliméricos en la construcción de carreteras y puentes, en vista de que al utilizar como materia prima el plástico reciclado (polímeros) se lleva a cabo un proceso innovador diferente al tradicional o convencional que utiliza materiales como el cemento, la arena y el agua, constituyéndose este tipo de obras en medios útiles que satisfacen necesidades básicas a los habitantes, como la comunicación, la movilidad, y el transporte.</p>

Factores de éxito	Esta experiencia se puede replicar con éxito si el sector de la construcción decide innovar a procesos sostenibles y económicamente rentables de producción y al uso de materiales amigables con el medio ambiente. A nivel social debe existir cultura ambiental en las poblaciones en temas de reciclaje, en especial, de plástico por ser un material bastante contaminante y las que deben regularse, incentivarse, exigirse y sancionarse por la institucionalidad como organismos reguladores del equilibrio ambiental y económico.
Limitaciones	<p>Poca cultura ambiental, sobre todo, de reciclaje de plástico.</p> <p>Resistencia a la innovación por el desconocimiento de experiencias exitosas.</p> <p>Debilidad institucional en la aplicabilidad de la política pública del reciclaje.</p> <p>Escasez de materia prima</p> <p>Perdida de las propiedades del material al ser reciclado inadecuadamente.</p>
Lecciones aprendidas	<p>Es viable la construcción de pavimentos mejorados con la incorporación de polímeros de residuos reciclados.</p> <p>Los polímeros utilizados son: polietileno, polipropileno, poliestireno y neumáticos fuera de uso.</p> <p>La investigación cumple los requerimientos de la Directiva Marco de residuos 2008/98/CE, que indica los pasos a seguir en la gestión de residuos como: prevención de los residuos, reutilización, reciclaje, recuperación de energía y disposición en vertederos como último recurso.</p>

	<p>La incorporación de residuos poliméricos se plantea por vía seca, directo al mezclador, lo que implica que en cualquier planta asfáltica se pueda llevar a cabo sin que se tenga que hacerse modificaciones importantes.</p> <p>Los materiales y el producto final deben cumplir lo indicado en el pliego de condiciones técnicas generales para obras de carreteras y puentes (PG-3).</p>
Sostenibilidad	<p>En Europa se producen 25 Mt, de residuos plásticos al año, entre un 70 % y 85 % son dispuestos en vertederos o a plantas de recuperación de energía, de igual forma, se generan 3,4 % de neumáticos, de los cuales el 37 % son empleados en recuperación de energía y el 5 % son depositados en los vertederos. El proyecto Polimix evita que estos residuos sean depositados en los vertederos en porcentajes tan altos como los que se indica, lo que demuestra que ambientalmente es sostenible debido a la disminución de la contaminación al medio ambiente y al reúso de materiales.</p> <p>Los beneficios institucionales en este proyecto se reflejan en el trabajo interinstitucional coordinado frente a la gestión de los residuos, la logística en el manejo de estos hasta la transformación y reúso como materiales en la generación de mezclas bituminosas en seco.</p>

	<p>El componente socioeconómico de proyectos de puentes y carreteras amigables con el medio ambiente como este, generan beneficios con el acceso al transporte, la movilidad, la comunicación, la comercialización de bienes y servicios y la satisfacción de necesidades insatisfechas de la población directamente interesada y de la población en general de manera indirecta.</p>
Replicar y/o escalar	<p>En La ceremonia de los premios Best Life Awards de Bruselas llevada a cabo el 31 de mayo de 2016, durante la semana verde de la Unión Europea, el proyecto Polymix – Polymer Wastes in Asphalt Mixes- una vía para incrementar la sostenibilidad de las infraestructuras viarias (LIFE10ENV/es/000516). recibido el premio LIFE Ciudadanos, elegido por votación del público.</p> <p>En Chile en la Universidad técnica Federico Santa María se hizo una investigación denominada “Modificación con caucho reciclado de neumático de un ligante CA-24 y caracterización mediante ensayos de desempeño”.</p> <p>En el Uruguay el Grupo BITAFAL, integrado por empresas dedicadas a brindar soluciones a la construcción vial del país en productos y técnicas que fomenten la reutilización de recursos y la armonía con la naturaleza. Por otro lado, el centro de investigación en tecnologías viales CITEVI, tiene dentro de su portafolio de servicios el diseño y ensayo sobre mezclas asfálticas.</p>

Conclusión	<p>Las mezclas polymix, son una alternativa para el reúso y valorización de residuos poliméricos, cumplen con lo ordenado por la directiva marco de residuos (Directiva 2008/998/EC) y la directiva del vertido de residuos (Directiva 1999/31/EC), su producción no requiere de equipos especializados por lo que pueden fabricarse fácilmente en cualquier planta asfáltica.</p> <p>Estas mezclas son una oportunidad para aprovechar los residuos poliméricos y a su vez por sus propiedades de resistencia a la deformación y a la fatiga aportan valor agregado a obras viales como puentes y carreteras.</p>
URL de la práctica	<p>González. P, Indacoechea. I, (2014). Proyecto Polymix, valorización de residuos polímeros en mezclas bituminosas. Universidad de Cantabria. España. Tomado de: https://www.researchgate.net/profile/Pedro-Lastra-Gonzalez/publication/298972541_Proyecto_Polymix_valorizacion_de_residuos_polimeros_en_mezclas_bituminosas/links/56e1f708ae59dd41c62812/Proyecto-Polymix-valorizacion-de-residuos-polimeros-en-mezclas-bituminosas.pdf</p>
Sitios Web relacionados	<p>Bianchetto, H. D., Miró Recasens, J. R., y Pérez Jiménez, F. E. (2006). Resistencia al envejecimiento de las mezclas bituminosas en caliente: beneficios y limitaciones de la incorporación de filleres comerciales. Primera parte: estudios en base al método UCL. Tomado de: https://upcommons.upc.edu/handle/2117/2834</p> <p>Alarcón Ibarra, J. (2003). <i>Estudio del comportamiento de mezclas bituminosas recicladas en caliente en planta</i>. Universitat Politècnica de Catalunya. Tomado de:</p>

<https://upcommons.upc.edu/handle/2117/93221>

Alonso, J. (2006). *Estudio del proceso de deformación y agrietamiento por fatiga de mezclas bituminosas sometidas a carga cíclica* (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de Catalunya (UPC)). Tomado de:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=237491>

Nota. Elaboración adaptada de la ficha técnica de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura 2015.

Apéndice J

Ficha técnica de experiencias N. ° 4

Título	
Estudio de nuevas tecnologías de la construcción con bloques de materiales plásticos reciclados	
Fecha de publicación	2019 – 2020 Autores:
Elementos	Preguntas Clave
Grupo Meta	Sector de la construcción
Objetivo	Investigación sobre el diseño de un bloque de botellas de plástico polietileno para la construcción de una vivienda social.
Lugar/cober tura geográfica	Valencia - España

Introducción	Se plantea el diseño de un bloque fabricado con una mezcla de polietileno (envases de botella de agua, jugos, gaseosas) para ser utilizado en el sector de la construcción en proyectos sostenibles que satisfagan la necesidad de vivienda y como solución al alto grado de contaminación que generan estos residuos.
Partes – interesados y asociados	<p>Universidad Politécnica de Valencia</p> <p>Los autores</p> <p>La Comisión Europea</p> <p>Ministerio para la transición ecológica y Gobierno de España</p>
Impacto	<p>Positivos: 1) Solución al alto nivel de contaminación, con diseños arquitectónicos sostenibles y nuevos materiales. 2) Reducción de la huella ecológica 3) Viviendas de bajo costo. 4) Fomento del uso del reciclaje.</p> <p>Negativos: 1) Recursos naturales compartidos limitados por el inadecuado proceso de reciclaje.</p> <p>Impacto Social: Se mitiga el déficit cuantitativo de vivienda, el cual mejora la calidad de vida de comunidades vulnerables, por lo que involucra recicladores, asociaciones, fundaciones y empresas responsables socialmente</p> <p>Impacto económico: generación de empleo para los recicladores primarios como proveedores de materia prima y empleos indirectos a través de la valorización de los materiales reciclados.</p>

Innovación	<p>Radica en el uso de residuos plásticos reciclados para ser utilizados como materia prima para la producción de otros productos útiles para la construcción de viviendas de bajo costo como los bloques o ladrillos.</p> <p>El principal componente de los bloques es el plástico PET o polietileno tereftalato, el que, debido a sus propiedades de elevada pureza, alta resistencia y tenacidad y otras, se considera el material número 1 en reciclaje, cada bloque se fabrica con la utilización de 20 botellas PET, con un nivel de aislamiento térmico 5 veces mayor que la del ladrillo tradicional, con un peso de 1.4kg, más liviano que el tradicional de 2 kg. Las propiedades físicas y mecánicas fueron determinadas mediante ensayos en el laboratorio de la Universidad Nacional de Córdoba, además tienen un buen aislamiento térmico superior a cerramientos tradicionales.</p> <p>Este material tiene buena resistencia al fuego, resistencia acústica de 46 db, el cual supera al tradicional de 45 db.</p>
Factores de éxito	<p>Son procesos innovadores o nuevos en la medida en que exista decisión por parte del sector de la construcción, disponibilidad de los materiales y apoyo gubernamental para generar desarrollo sustentable.</p> <p>El uso de este material no solo es útil en el sector de la construcción, también se usa como artículos decorativos como lámparas, separadores de ambientes, cortinas, jardines, mobiliario y esculturas.</p>

Limitaciones	<p>El reúso de este material no es la solución a la contaminación, pero es una alternativa para minimizar los impactos al medio ambiente.</p> <p>Limitaciones en la disponibilidad de materia prima necesaria y demás recursos para terminar la obra.</p> <p>Poca cultura ambiental, ante todo, de reciclaje de plástico.</p> <p>Resistencia a la innovación por el desconocimiento de experiencias exitosas.</p> <p>Debilidad institucional en la aplicabilidad de la política pública del reciclaje.</p> <p>Perdida de las propiedades del material al ser reciclado inadecuadamente.</p>
Lecciones aprendidas	<p>Los residuos plásticos son materia prima para la fabricación de otros bienes, para decoración, mobiliario, jardines, esculturas, construcción de viviendas e insumos para la construcción de viviendas de bajo costo.</p> <p>El valor agregado de esta materia prima está en el reúso de los residuos plásticos como mecanismo de prevención o mitigación de impactos al medio ambiente y en la adaptabilidad y maleabilidad, como insumo en proyectos de construcción útiles para los seres humanos.</p> <p>Su uso es evidente en muchos proyectos a nivel mundial e internacional.</p>

Sostenibilidad	<p>La sostenibilidad ambiental se evidencia en la mitigación de la contaminación, para este caso por cada kilo de plástico usado ahorra 39 litros de agua, 5 kilovatios de energía eléctrica y 1.5 kilos de CO₂.</p> <p>La sostenibilidad socioeconómica se evidencia en la generación de empleos directos e indirectos y la satisfacción de necesidades de vivienda de bajo costo para poblaciones vulnerables inmersas en esta cadena y demás poblaciones con estas características, además del ahorro de tiempo y mano de obra por el tipo de construcción.</p>
Replicar y/o escalar	<p>El uso del plástico pet se ha aplicado en diferentes proyectos a nivel nacional e internacional. Entre algunos casos exitosos están: El museo Heineken en Ámsterdam tiene una pared de botellas PET, el templo del millón de botellas Wat Lan Kuad se encuentra en Tailandia, casa en Honduras construida por Andrés Froese, el primer edificio en Taiwán llamado Pabellón Polli -brick “Miniwix” Arthur Huang, casa en el Brasil de Mauro Aparecido de Mauro Morbidelli</p>
Conclusión	<p>Para poder llevar a cabo estos proyectos es importante tener un plan de reciclaje de gran escala en el que participen el Gobierno y los habitantes de forma activa.</p> <p>Proyectos como la fabricación de ladrillos con botellas pet genera desarrollo sostenible, con la reducción de impactos ambientales y como materiales para proyectos arquitectónicos.</p> <p>Por el largo tiempo de degradación del plástico, las viviendas fabricadas con este tipo de materiales tienen la garantía de larga vida.</p>

	<p>Este sistema de construcción permite ahorrar tiempo y mano de obra y dar solución a la carencia de viviendas sociales</p> <p>El bloque de plástico fabricado es un bloque tipo lego que se puede utilizar en exteriores como en interiores, lo que facilita el manejo del diseño de la vivienda.</p>
URL de la práctica	<p>Betancourt Justicia, F. (2020). Estudio de nuevas tecnologías de la construcción con bloques de materiales plásticos reciclados. Tomado de: https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/135460/Betancourt%20-%20Estudio%20de%20nuevas%20tecnolog%C3%ADas%20de%20la%20construcci%C3%B3n%20con%20bloques%20de%20materiales%20pl%C3%A1sticos....pdf?sequence=1&isAllowed=y</p>
Sitios Web relacionados	<p>Caivinagua Samaniego, D. I. (2018). <i>Mampostería en seco, tipo lego con ladrillo de plástico reciclado aplicado para fines de construcción emergente</i> (Bachelor's thesis). Tomado de: https://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/20.500.11962/21900/1/Caivinagua%20Samaniego%2c%20Danny%20Israel.pdf</p> <p>Urbano Ardila, G. (2018). Sistema de muros divisorios en seco, basados en ladrillos tipo lego hechos en plástico reciclado. Tomado de: https://repository.ugc.edu.co/handle/11396/3484</p>

	<p>Castillo Moncayo, D. C. (2018). Análisis de la implementación de ladrillos fabricados a partir de plástico reciclado como material de construcción. Tomado de: https://repository.usta.edu.co/handle/11634/14462</p>
--	---

Apéndice K*Ficha técnica de experiencias No. 5*

Título	
Comparación de costos de una vivienda unifamiliar a base de bloques de plástico reciclado y albañilería confinada	
Fecha de publicación 2021	Autor Elmer André Rodas Acosta
Elementos	Preguntas Clave
Grupo Meta	Sector de la construcción – subsector inmobiliario
Objetivo	Precisar la comparación de costos de una vivienda unifamiliar a base de plástico reciclado y una vivienda unifamiliar a base de albañilería confinada.

Lugar/cobertura geográfica	Callao - Perú
Introducción	<p>Los materiales plásticos se constituyen en una alternativa ambiental y de acceso a la vivienda de construcción rápida y bajo costo, para quienes no disponen de los recursos suficientes para adquirir una vivienda tradicional. Así la fabricación de bloques con plástico reciclado tiene una vida útil de 500 años, genera impactos ambientales positivos, pues la materia prima se obtiene del sector comercial, empresarial y residencial, por lo que promueve, además, conciencia frente al reciclaje de este tipo de residuos.</p> <p>La investigación arroja datos sobre los costos de una vivienda unifamiliar a base de bloques con plástico reciclado y la vivienda tradicional, por lo que el costo de la primera de S/ 20 000 00 y el de la segunda de S/32 000 00 soles.</p>
Partes – interesados y asociados	<p>Universidad Cesar Vallejo</p> <p>El autor</p> <p>Habitantes de Lima - Perú</p>

Impacto	<p>Positivos: disminución de la contaminación ambiental por el reúso de residuos plásticos, genera conciencia y promueve el reciclaje,</p> <p>Negativos: manejo inadecuado de residuos de plástico, resistencia de la población frente a la selección de residuos, debilidad de la política pública del reciclaje.</p> <p>Económicos: Fácil acceso de vivienda con este tipo de construcción por los bajos costos.</p> <p>Sociales: Satisfacción de una necesidad básica como lo es la vivienda propia.</p>
Innovación	<p>La innovación de este proyecto radica en el reúso de un material reciclado para ser transformado en otro producto que se utiliza en la construcción de vivienda unifamiliares con la ventaja de la disminución de costos frente a la construcción convencional.</p> <p>Esta alternativa de construcción consiste en la fabricación de un ladrillo fundido y sólido, modular, resistente y liviano que facilitan construcciones seguras, utiliza acoples, sujetables, columnas y vigas de igual material. Su instalación no necesita de mano de obra especializada ni pegamentos.</p>
Factores de éxito	<p>Las condiciones que deben darse para este tipo de proyectos dependen de la exigibilidad de la política pública, del proceso de selección de los residuos plásticos, del adecuado transporte y de la disponibilidad del material plástico reciclado para fabricar la cantidad de bloques necesarios para la construcción</p>

	<p>Al ser un proceso que no requiere mano de obra especializada que se utiliza para la construcción de viviendas unifamiliares de bajo costo, de fácil acceso para familias de escasos recursos económicos, se puede replicar fácilmente a otras regiones o países que presenten características similares.</p>
Limitaciones	<p>Se puede generar desconfianza en el tipo de construcción, en cuanto a seguridad y resistencia.</p> <p>Resistencia al cambio, frente a una alternativa de construcción diferente a la convencional.</p> <p>Escasez de residuos plásticos reciclados.</p> <p>Poco interés del Gobierno.</p>
Lecciones aprendidas	<p>Las viviendas unifamiliares con bloques de plástico reciclado tienen menor costo que las viviendas construidas bajo albañilería confinada, por lo que facilita el acceso a vivienda de bajo costo y confort. Este sistema alternativo de construcción con base en ladrillos, vigas y columnas con plástico es modular por lo tanto de fácil instalación, se arma en seco, no necesita de mano de obra especializada y se puede transportar.</p>

Sostenibilidad	<p>El proyecto de construcción de viviendas unifamiliares con bloques de plástico reciclado, económicamente beneficia a cierto grupo poblacional por el bajo costo comparado con una vivienda tradicional que es de S/20,000.00 soles para la vivienda que tiene materiales reciclados y de S/30,000.00 soles para la vivienda tradicional; a nivel social satisface la necesidad de vivienda de sectores poblaciones que aún no poseen vivienda propia, lo que genera bienestar; de manera ambiental el proyecto aporta valor agregado al utilizar material reciclado en la fabricación de los bloques o ladrillos que disminuyen la contaminación del medio ambiente, la protección de los ecosistemas y la salubridad pública; institucionalmente a través de estos proyectos se genera conciencia social, se evidencia la aplicabilidad de las políticas públicas ambientales y se genera bienestar social como propósito de Gobierno.</p>
Replicar y/o escalar	<p>En la Universidad Politécnica de Valencia España se adelantó la investigación denominada: Estudio de nuevas tecnologías de la construcción con bloques de materiales plásticos reciclados, llevada a cabo en los años 2019-2020, que evidencia las bondades y ventajas de este tipo de construcciones frente a las convencionales.</p>

	<p>El Centro experimental de la vivienda económica de Argentina, publica un artículo en el que habla de un proyecto piloto de autoconstrucción mediante la utilización de bloques de plástico reciclado a través de método QUV “panel sobre probetas con PET reciclado, con ensayos en los laboratorios de la Universidad de Córdoba y del INTI en la capital federal, el grupo destinatario inicial fue 6 jóvenes cabeza de familia quienes fueron capacitados en la autoconstrucción de cerramientos laterales de 5 viviendas que presentan un acabo similar a la vivienda tradicional. Gaggino, R. (2008).</p> <p>La Universidad Cesar Vallejo del Perú, adelanto una investigación sobre la influencia del eco ladrillo de plástico reciclado PET, para el mejoramiento de las viviendas del sector Kumamoto II Etapa, El Porvenir 2021, en el que se pondera la ventaja del ladrillo con plástico reciclado en cuanto a resistencia, capacidad térmica y peso liviano. Cambell, Trigoso. Rosmery (2021)</p>
<p>Conclusión</p>	<p>La construcción de viviendas unifamiliares con la utilización de bloques que contienen plástico reciclado denominado sistema brickarp es el 33 % menos costosa que la construcción tradicional de este tipo de vivienda con iguales características.</p>

	<p>El bloque o ladrillo con plástico reciclado no necesita pintura, a través del tarrajeo se puede dar diferentes tonalidades de color a estos bloques con buenos acabados.</p> <p>Las viviendas de este tipo de construcción tienen larga vida útil, ofrecen habitabilidad y confort a familias de escasos recursos.</p> <p>El valor agregado de estos proyectos está en el reúso de materiales plásticos reciclados con beneficios al medio ambiente y en el bienestar social a poblaciones de bajos ingresos.</p>
URL de la práctica	<p>Rodas Acosta, E. A. (2021). Comparación de costos de una vivienda unifamiliar a base de bloques de plástico reciclado y albañilería confinada. Recuperado de:</p> <p>https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/74131/Rodas_AEA-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y</p>

<p>Sitios Web relacionados</p>	<p>Gaggino, R. (2008). Ladrillos y placas prefabricadas con plásticos reciclados aptos para la autoconstrucción. <i>Revista INVI</i>, 23(63). Recuperado de: https://revistaderechoeconomico.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/62288</p> <p>Castillo Moncayo, D. C. (2018). Análisis de la implementación de ladrillos fabricados a partir de plástico reciclado como material de construcción. Recuperado de: https://repository.usta.edu.co/handle/11634/14462</p> <p>Cambell Trigoso, R. (2021). Eco ladrillos de plástico reciclado PET para el mejoramiento de las viviendas del sector Kumamoto II Etapa, El Porvenir 2021. Recuperado de: https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66525</p>
------------------------------------	--

Apéndice L*Ficha técnica de experiencias No. 6*

Título	
Ecobloque estructural para vivienda de interés rural: un aporte para las comunidades del Alto Magdalena - Colombia	
Fecha de publicación 2017	Autor Ancizar Barragán Alturo, Nixon Guillermo Durán Siachoque, Karen Alexandra Figueroa González, María Ximena Robayo Novoa.
Elementos	Preguntas Clave
Grupo Meta	Sector de la construcción

Objetivo	Diseñar bloques de concreto con un nuevo componente: botellas de polietileno tereftalato PET, para ser utilizado en mampostería no estructural con proyección a la mampostería estructural; también se enfoca a la construcción de viviendas de interés social para beneficiar a comunidades de escasos recursos que habitan en las zonas rurales del Alto Magdalena-Colombia.
Lugar/cobertura geográfica	Alto Magdalena- Colombia
Introducción	Ante la gran problemática de la contaminación originada por los residuos, en la que el sector de la construcción es uno de los mayores contaminantes por sus desechos, presenta excesivos costos en los materiales lo que imposibilita la adquisición de vivienda para un gran porcentaje de la población. Así, plantear otra alternativa de construcción que además disminuya la contaminación al usar materiales de plástico reciclado ha sido motivadora de proyectos ecosostenibles de interés rural con ecobloques pet para mampostería estructural en el Alto Magdalena.
Partes – interesados y asociados	<p>Universidad Piloto de Colombia</p> <p>Semillero SEMTRAN</p> <p>Comunidades rurales del Alto Magdalena</p>

Impacto	<p>Impactos negativos: Manejo inadecuado de los residuos sólidos en la selección y transporte que afecta las propiedades del producto.</p> <p>Impactos positivos: Nueva alternativa de construcción de viviendas para solucionar el déficit en el Alto Magdalena.</p> <p>Disminución de contaminación por reuso de materiales de plástico reciclado, considerados de los más contaminantes.</p> <p>Facilidad de acceso a vivienda para comunidades de bajos ingresos, por ser construcciones de costos inferiores a la construcción tradicional.</p> <p>Económicos: Al ser viviendas construidas con materiales de menor costo que las tradicionales satisface la necesidad de vivienda de grupos poblacionales y por tanto de la demanda de vivienda de bajo costo.</p> <p>Sociales: Bienestar social para las familias rurales del Alto Magdalena, al tener mayor acceso a vivienda, integración y desarrollo cultural.</p>
Innovación	<p>La innovación de este proyecto radica en el reuso de un material reciclado para ser transformado en otro producto que se utiliza en la construcción de vivienda con la ventaja de la disminución de costos frente a la construcción convencional.</p>

	Los beneficios se evidencian en la resistencia, maleabilidad comparados con los materiales tradicionales.
Factores de éxito	Las condiciones que deben darse para este tipo de proyectos dependen de la exigibilidad de la política pública, del proceso de selección de los residuos plásticos, del adecuado transporte y de la disponibilidad del material plástico reciclado para fabricar la cantidad de bloques necesarios para la construcción, de la misma manera, de la decisión del sector de la construcción para innovar en procesos de construcción con otro tipo de materiales.
Limitaciones	<p>La poca disponibilidad de los materiales de plástico reciclado para la fabricación de bloques para la construcción de viviendas.</p> <p>El inadecuado manejo de los materiales reciclados que pueden alterar las propiedades del producto final.</p> <p>La debilidad de las políticas públicas del reciclaje.</p>
Lecciones aprendidas	<p>Alternativa de construcción de viviendas sostenibles que satisfacen la necesidad de vivienda de familias con escasos recursos económicos.</p> <p>Al utilizar los residuos de plásticos sumamente contaminantes como materia prima en la elaboración de ladrillos o bloques para la construcción es evidente el beneficio al medio ambiente.</p>

Sostenibilidad	<p>El producir el ecobloque para ser utilizado en la construcción de vivienda se vuelve sostenible desde las dimensiones socioeconómica y ambiental. Ambientalmente, genera una cultura de respeto por el medio ambiente al promover el reciclaje de materiales plásticos desde la fuente primaria y evitar mayor contaminación al reusar estos materiales en la fabricación de otro producto apto para la construcción de viviendas. Económicamente es un proyecto de bajo costo, teniendo en cuenta el costo total del ecobloque que es de \$ 2.480,94 pesos, que beneficia tanto al sector de la construcción como a los usuarios o clientes de este tipo de viviendas que en este caso es la comunidad rural del Alto Magdalena. A nivel social está enfocado en facilitar el acceso a vivienda y con esto a generar bienestar a familias rurales de bajos ingresos.</p>
Replicar y/o escalar	<p>En Bogotá la empresa Conceptos Plásticos fabrica vivienda con materiales plásticos reciclados, proyecto premiado internacionalmente, producen 12 viviendas, pero su expectativa es llegar a producir 50 viviendas por mes.</p> <p>Se ha probado la resistencia del ecobloque según la norma colombiana NSR10-NTC 4026</p>
Conclusión	<p>Gracias a las características y propiedades del plástico PET, la fabricación de ecobloques para la construcción de vivienda es una alternativa viable y eficaz.</p>

	<p>El reúso de plástico PET, pasa de ser un residuo altamente contaminante, a materia prima para la producción de bloques aptos para la construcción de viviendas y la transformación de entornos contaminantes a entornos saludables.</p> <p>Satisface la demanda de vivienda de menor costo, de sectores poblacionales de bajos ingresos.</p>
URL de la práctica	<p>Barragán, A. A., González, K. A. F., Siachoque, N. G. D., y Novoa, M. X. R. (2017). Ecobloque estructural para vivienda de interés rural: Un aporte para las comunidades del Alto Magdalena-Colombia. <i>Lámpsakos</i>, (17), 29-39.</p> <p>Tomado de: https://www.redalyc.org/journal/6139/613964504004/613964504004.pdf</p>
Sitios Web relacionados	<p>Cambell Trigoso, R. (2021). Eco ladrillos de plástico reciclado PET para el mejoramiento de las viviendas del sector Kumamoto II Etapa, El Porvenir 2021. Tomado de:</p> <p>https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/66525</p> <p>Gaggino, R. (2008). Ladrillos y placas prefabricadas con plásticos reciclados aptos para la autoconstrucción. <i>Revista Invi</i>, 23(63). Recuperado de:</p> <p>https://revistaderechoeconomico.uchile.cl/index.php/INVI/article/view/62288</p>

Isabel, B. P. S., Melina, O. Z. J., Gioconda, P. M. L., Iván, R. G. D., y Andrés, R. L. F. APROVECHAMIENTO DE MATERIALES RECICLADOS EN LA FABRICACIÓN DE ECO-BLOQUES.

<http://www.congresoucec.com.mx/documentos/mem2016/Ponencias/P-UCEC467.pdf>

Rodas León, C. V., y Ordoñez Villagomez, J. F. (2016). *Desarrollo tecnológico, investigativo y experimental de ecobloques de hormigón en base a vidrio y polietileno de tereftalato (PET) reciclado, como alternativa sustentable al bloque tradicional* (Bachelor's thesis, Universidad del Azuay). Tomado de:

<https://dspace.uazuay.edu.ec/handle/datos/5583>

Gaggino, R. (2004). Un nuevo desafío: construir con materiales reciclados. El aprovechamiento del PET. *Vivienda popular*, (14): 58-62. Tomado de:

https://www.colibri.udelar.edu.uy/jspui/bitstream/20.500.12008/27362/1/07_vp14_gaggino_58-62.pdf

Apéndice M*Ficha técnica de experiencias No. 7*

Título	
Recubrimiento arquitectónico no cerámico elaborado 100 % con plástico PET.	
Fecha de publicación	Autor
2019	Luz Giovanna García Hernández
Elementos	Preguntas Clave
Grupo Meta	Sector de la construcción
Objetivo	Fabricar un recubrimiento no cerámico con el 100 % de plástico reciclado

Lugar/cobertura geográfica	Manizales - Colombia
Introducción	La presente investigación se realiza con plásticos PET, para estudiar el comportamiento de la resistencia a la flexión de un recubrimiento no cerámico para paredes, elaborado con 100 % de plástico reciclado, con el fin de disminuir los impactos y fortalecer el sector de la construcción. El proyecto consiste en fabricar una placa para ser utilizada en vivienda para sectores poblacionales de bajos ingresos que, al no tener aditivos dañinos, protegen la salud de los seres humanos.
Partes – interesados y asociados	Revista GRINNDA SENA regional Caldas La Autora
Impacto	Impactos positivos: disminución de la contaminación, disminución de costos en la construcción de recubrimientos no cerámicos para paredes, acceso a vivienda de bajo costo para sectores poblaciones con bajos ingresos. Impactos negativos: disponibilidad del material reciclado para la fabricación de los recubrimientos no cerámicos, material reciclado de manera inadecuada por malas prácticas en la selección y transporte.
Innovación	La innovación de este proyecto radica en el reúso de un material reciclado para ser transformado en otro producto que se utiliza en la construcción de vivienda con la ventaja de la disminución de costos frente a la construcción convencional.

	Los beneficios se evidencian en el bajo costo del recubrimiento cerámico y a la no afectación a la salud al no contener aditivos.
Factores de éxito	Las condiciones que deben darse para este tipo de proyectos dependen de la exigibilidad de la política pública, del proceso de selección de los residuos plásticos, del adecuado transporte y de la disponibilidad del material plástico reciclado para fabricar la cantidad de bloques necesarios para la construcción, de igual forma, de la decisión del sector de la construcción para innovar en procesos de construcción con otro tipo de materiales.
Limitaciones	<p>La insuficiente disponibilidad de los materiales de plástico reciclado para la fabricación de los recubrimientos cerámicos.</p> <p>El inadecuado manejo de los materiales reciclados que pueden alterar las propiedades del producto final.</p> <p>La debilidad de las políticas públicas del reciclaje.</p> <p>La resistencia del sector de la construcción al uso de materiales diferentes a los tradicionales.</p>
Lecciones aprendidas	<p>Alternativa de construcción de viviendas sostenibles que satisfacen la necesidad de vivienda de familias con escasos recursos económicos.</p> <p>Al utilizar los residuos de plásticos altamente contaminantes como materia prima en la elaboración de ladrillos o bloques para la construcción es evidente el beneficio al medio ambiente.</p>

Sostenibilidad	<p>El producir un recubrimiento no cerámico para paredes de viviendas se vuelve sostenible desde las dimensiones socioeconómica y ambiental. Ambientalmente, genera una cultura de respeto por el medio ambiente al promover el reciclaje de materiales plásticos desde la fuente primaria y evita mayor contaminación al reusar estos materiales en la fabricación de otro producto apto para la construcción de viviendas. Económicamente es un proyecto de bajo costo, que beneficia tanto al sector de la construcción como a los usuarios o clientes de este tipo de viviendas. A nivel social está enfocado a facilitar el acceso a vivienda y con esto a generar bienestar a familias de bajos ingresos</p>
Replicar y/o escalar	<p>En la Universidad La Gran Colombia de Bogotá, se desarrolla un prototipo de tableta para paredes de vivienda de interés social con plástico reciclado PET, de menor costo a las tabletas convencionales y bajo los parámetros de la norma NTC 4321-3 Y NTC 4321-5.</p> <p>La Universidad Laica Vicente Rocafuerte de Guayaquil, Ecuador, desarrolla la investigación sobre el diseño y fabricación de lámina para revestimiento interior a base de plástico y cd reciclado, en el año 2019 resistentes a la humedad de bajo costo y de menor impacto</p> <p>La Universidad Autónoma de ciudad Juárez, en la tesis “Propuesta de recubrimiento de muro con plástico triturado reciclado como aislante térmico, consistente en la fabricación de una lámina de revestimiento con acabado novedoso y decorativo para las paredes.</p>
Conclusión	<p>Los materiales reciclados de plástico PET, son de gran utilidad para llevar a cabo construcciones más ecológicas, más económicas, livianas y de mayor aislación térmica que los recubrimientos cerámicos y de resistencia igual a los recubrimientos convencionales.</p>

	Al ser procesos de construcción cortos, este tipo de construcciones incentivan la economía del país y disminuyen la contaminación ambiental.
URL de la práctica	Hernández, L. G. G. (2019). RECUBRIMIENTO ARQUITECTÓNICO NO CERÁMICO ELABORADO 100 % CON PLÁSTICO PET. <i>Revista GRINDDA</i> , 1, 76-85. Tomado de: https://revistas.sena.edu.co/index.php/GRINNDA/article/view/2726/3252
Sitios Web relacionados	<p>Castellanos, L. M. y Sánchez, J. D. (2020). <i>Tabletas arquitectónicas para pared a base de botellas plásticas recicladas</i> [Universidad La Gran Colombia]. Recuperado de: http://hdl.handle.net/11396/5648. Tomado de. https://repository.ugc.edu.co/handle/11396/5648</p> <p>Velasco Maridueña, L. A., y Domínguez Zavala, G. B. (2019). <i>Diseño y fabricación de lámina para revestimiento interior a base de plástico y cd reciclado</i> (Bachelor's thesis, Guayaquil: ULVR, 2019.). Tomado de: http://repositorio.ulvr.edu.ec/bitstream/44000/3265/1/T-ULVR-2857.pdf</p> <p>Lazalde Quezada, Y. A. (2019). Propuesta de recubrimiento de muro con plástico reciclado triturado como aislante térmico. <i>Licenciatura en Diseño de Interiores</i>. Tomado de: http://erecursos.uacj.mx/bitstream/handle/20.500.11961/5972/Tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y</p>

--	--

Nota. Elaboración adaptada de la ficha técnica de la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura 2015.

Apéndice N*Ficha de experiencias No. 8*

Título	
La adición de bolsas plásticas en la elaboración de bloques de adobe para viviendas unifamiliares y su efecto en la variación de la temperatura y acondicionamiento acústico en el Cantón Ambato Provincia de Tungurahua.	
Fecha de publicación	Autor
2018	Sandra Roció Caba Cepeda
Elementos	Preguntas Clave
Grupo Meta	Sector de la construcción
Objetivo	Evaluar el uso de bolsas plásticas en la fabricación de bloques de adobe, para establecer la variación técnica de la resistencia y el acondicionamiento acústico, a través de la comparación del bloque tradicional y el nuevo bloque.

Lugar/cobertura geográfica	Parroquia de Pilahuin y Pilisurco del Cantón de Ambato – Provincia de Tungurahua, Ecuador
Introducción	La fabricación de bloques de adobe para viviendas unifamiliares en Ambato-Ecuador, con adición de bolsas plásticas, da como resultado un producto con ventajas en cuanto a la resistencia y el acondicionamiento acústico, siempre y cuando la adición del material plástico sea del 10%, lo cual guarda equilibrio con los criterios técnicos y lo ordenado por las normativas.
Partes – interesados y asociados	<p>La autora</p> <p>Universidad Técnica de Ambato</p> <p>Población de las parroquias de Pilahuin y Pilisurco del Cantón de Ambato, provincia del Tungurahua, Ecuador.</p>
Impacto	Impacto positivo frente al nuevo reuso del plástico reciclado al ser este material uno de los más contaminantes del medio ambiente.

	<p>En la fabricación de bloques de adobe con adición de plástico reciclado se presenta un impacto negativo para el proyecto al no disponer del material necesario y en condiciones adecuadas para ser añadido.</p> <p>Entre algunos impactos sociales está el mejoramiento de las condiciones de vida de poblaciones que no tienen acceso a la construcción tradicional.</p>
Innovación	<p>La innovación se presenta en la investigación de elementos constructivos con materiales de plástico reciclado, livianos, con aislación térmica y resistencia mecánica para ser utilizados en la construcción de viviendas unifamiliares, por lo que genera valor agregado en lo económico, social y ambiental.</p>
Factores de éxito	<p>Las condiciones que deben darse para este tipo de proyectos dependen de la exigibilidad de la política pública de reciclaje, del proceso de selección de los residuos plásticos, del adecuado transporte y de la disponibilidad del material plástico reciclado para fabricar la cantidad de bloques necesarios para la construcción, igualmente de la decisión del sector de la construcción para innovar en procesos de construcción con otro tipo de materiales.</p>
Limitaciones	<p>La escasez de materiales de plástico reciclado.</p> <p>La escasez de tierra apta para la fabricación de bloques de adobe.</p> <p>Cumplimiento de normas técnicas</p> <p>El inadecuado manejo de los materiales reciclados que pueden alterar las propiedades del producto final.</p>

	<p>Debilidad de las políticas públicas</p> <p>La resistencia del sector de la construcción al uso de materiales diferentes a los tradicionales.</p>
Lecciones aprendidas	<p>La fabricación de adobes con tierra y adición de bolsas plásticas se hace a través del proceso de extrusión aglutinante que produce granos de plástico. A través del método granulométrico se conoce la cantidad adecuada de los componentes de la tierra para definir si es apto o no para la producción del bloque, después, el análisis se hace a través del método de los tamices y según la norma técnica ecuatoriana NTE INEC 696, cuyo resultado depende de la cantidad de agregados finos que tenga la muestra de suelo, para la construcción de viviendas con buen confort térmico y acondicionamiento acústico.</p>
Sostenibilidad	<p>La producción de bloques de adobe con plástico reciclado es un proyecto sostenible desde las dimensiones socioeconómica y ambiental. Ambientalmente, genera una cultura de respeto por el medio ambiente al promover el reciclaje de materiales plásticos desde la fuente primaria y evitar mayor contaminación al reusar estos materiales en la fabricación de otro producto apto para la construcción de viviendas. A nivel social está enfocado en facilitar el acceso a vivienda y con esto generar bienestar. Económicamente la fabricación de bloques de adobe con plástico reciclado según esta investigación es de bajo costo, lo que facilita el acceso a este tipo de viviendas de familias con bajos ingresos.</p>

Replicar y/o escalar	<p>En el 15º Congreso internacional de patología y recuperación de estructuras en Salta Argentina, se propone un bloque de adobe reforzado de manera transversal con un encamisado en base de bidones de plásticos PET con mejoras en las propiedades mecánicas y de durabilidad. Esta investigación cuenta con resultados de ensayos de laboratorio que arrojan resultados de aumentos de resistencia a compresión de 4.6. veces y aumentos de resistencia superior a los bloques sin reforzamiento.</p> <p>En el Pueblo joven El Nazareno-Chiclayo, Lima Perú, se propone la fabricación de un bloque de adobe con la mezcla de fibras de plástico PET, para mejorar la calidad de vida de los habitantes. Los resultados de los ensayos experimentales de resistencia a la compresión de 19,90 kg/cm², al incorporar 1,2 % de fibras PET, resistencia a la tracción de 1,78kg/cm² al mezclar 1,2 % de fibras PET y una absorción de 19,88 % al incorporar el 1,2 % de PET, lo que logra mejorar el adobe tradicional.</p>
Conclusión	<p>Se presenta una nueva manera de construir con el reúso de plástico reciclado, lo que reduce el ciclo de uso o prolonga la vida útil del material y promueve el desarrollo sostenible.</p> <p>La fabricación del bloque de adobe óptimo para la construcción requiere el 10 % de incorporación de material plástico para lograr una resistencia de 12,19 kg/cm², según la norma E-080.</p>
URL de la práctica	Caba C, Sandra. (2018). La adición de bolsas plásticas en la elaboración de bloques de adobe para viviendas unifamiliares y su efecto en la variación de la temperatura y acondicionamiento acústico en el Cantón Ambato

	<p>Provincia de Tungurahua. Universidad Técnica de Ambato, Ecuador. Recuperado de:</p> <p>http://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/30025/1/Tesis%20I.%20C.%201343%20-%20Cabay%20Cepeda%20Sandra%20Roc%20C3%20ADo.pdf</p>
Sitios Web relacionados	<p>Araya-Letelier, G., Duy, E., Reidel, Ú., y Flores, E. I. S. (2020, July). BLOQUES DE ADOBE REFORZADOS TRANSVERSALMENTE CON PLÁSTICO DE BOTELLAS RECICLADAS. In <i>15° Congreso Internacional de Patología y Recuperación de Estructuras (Artículos completos): Materiales, patrimonio histórico, gestión y normalización</i> (p. 168). Ediciones Universidad Católica de Salta. Tomado de:</p> <p>https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=dlf0DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA168&dq=fabricacion+de+bloques+de+adobes+con+plastico+reciclado&ots=yRgxhqQ6QJ&sig=xjDTBal8Ru_q4NKOlptJ6Kwb9fQ#v=onepage&q=fabricacion%20de%20bloques%20de%20adobes%20con%20plastico%20reciclado&f=false</p> <p>Barturen Payano, G. M. (2020). Incorporación de fibras de plástico PET reciclado para mejorar el adobe tradicional en el Pueblo Joven El Nazareno-Chiclayo-2020. Tomado de:</p> <p>https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/58144</p>

Nota. Elaboración adaptada de la ficha técnica de la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura 2015.

Apéndice O*Ficha de experiencias No. 9*

Título	
Empleo de residuos plásticos reciclados para la fabricación de productos sostenibles ambientalmente	
Fecha de publicación	Autores
2010	Carlos Córdoba, Jenny Mera, Jesús Rodríguez, Diego Martínez
Elementos	Preguntas Clave
Grupo Meta	Arquitectura, Paisaje, Urbanismo y Diseño
Objetivo	El objetivo general de este trabajo de investigación es generar alternativas constructivas que fomenten la utilización del plástico reciclado en la construcción colombiana, con un enfoque práctico que pueda ser aplicable tanto en la construcción formal como en la informal
Lugar/cobertura geográfica	Municipio de Pasto, departamento de Nariño, Colombia

Introducción	El presente artículo expone los resultados de una investigación cuantitativa realizada con el fin de preparar un nuevo producto –composite–, obtenido a partir de material plástico reciclado y reforzado con la fibra vegetal de nombre tetera (stromanthe stromathoides). Se utilizó polietileno de alta densidad, el cual se obtiene de bolsas plásticas, y polipropileno, derivado de tapas para envases de bebidas gaseosas. La tetera se obtuvo de las plantaciones ubicadas en el municipio de Ricaurte, departamento de Nariño, Colombia
Partes - interesados y asociados	Universidad Cesmag de Pasto - Universidad de Nariño - Municipio de Ricaurte Nariño - Autores Investigadores - Departamento de Nariño – Colombia.
Impacto	El material obtenido es sostenible, liviano, con resistencia mayor que la madera de forma ambiental y, económicamente, favorable a proyectos productivos de la Cooperativa de reciclado- res del municipio de Pasto, dedicados a la producción de madera plástica, y otros materiales, empleados en la construcción de vivienda de interés social.
Innovación	La fibra vegetal fue obtenida del tallo de la planta tetera, existente en zonas del municipio de Ricaurte, en el departamento de Nariño, y es bastante utilizada en artesanías por la cooperativa Manos Creativas. El material termoplástico [PP] y [PEAD] se obtuvieron del reciclaje de los residuos sólidos plásticos. Todo lo anterior permite justificar la propuesta desde los puntos de vista económico, ecológico y funcional.

Factores de éxito	<p>Los resultados constituyen un aporte a las actividades de la cooperativa de recicladores Coemprender, del municipio de Pasto, Colombia, dedicada al reciclaje de productos de plástico, para que implemente esta propuesta y darles valor agregado a sus productos</p>
Limitaciones	<p>Poca cultura ambiental, sobre todo, de reciclaje de plástico.</p> <p>Resistencia a la innovación por el desconocimiento de experiencia exitosas.</p> <p>Debilidad institucional en la aplicabilidad de la política pública del reciclaje.</p>
Lecciones aprendidas	<p>Las propiedades del nuevo composite permiten la fabricación de madera plástica, útil en la construcción de estibas, estacas para camionetas, cajas para baterías y en una amplia gama de productos de mobiliario urbano.</p> <p>El material generado, también cumple una función social dentro del mejoramiento de la calidad de vida de las personas que se dedican al reciclaje de diferentes materiales, entre estas las que pertenecen a la cooperativa Coemprender de la ciudad de Pasto, quienes, con base en los resultados ya descritos, pueden proponer proyectos productivos tendientes a la fabricación de nuevos productos, los cuales emplean la materia prima que recolectan, dándole un valor agregado. Así mismo, mejorar el almacenamiento para que no afecte sus viviendas y su salud...</p>
Sostenibilidad	<p>La madera es un material natural bastantepreciado, presenta altos costos y tiene problemas de durabilidad y mantenimiento; además, su utilización incide en la deforestación y tala de bosques; como ejemplo ilustrativo de esta</p>

	<p>situación, se tiene que la construcción de 196 estibas de madera vegetal, equivalen a deforestar 12.000 metros cuadrados de bosque; en cambio, con 6 toneladas de plástico reciclado se elaboran las mismas 196 estibas, más duraderas, pero con problemas para el medio ambiente en cuanto a biodegradabilidad, según los datos publicados por la empresa Sistema Global de Reciclaje [SGR] (Miller, 2003).</p>
Replicar y/o escalar	<p>Respecto a este tema, la Institución Universitaria Cesmag, dentro de sus políticas de proyección social, aportó las viviendas para esta comunidad de recicladores, por lo cual esta propuesta investigativa, también se orienta hacia la atención y solución de problemas dentro de su actividad productiva.</p>
Conclusión	<p>Con los resultados de la investigación se logró obtener un producto nuevo, composite, a partir del reciclaje de plásticos, como el polietileno y polipropileno, provenientes de bolsas plásticas y tapas de botellas de bebidas gaseosas, reforzados con fibra natural sacada de la planta de la tetera, abundante en algunas zonas del departamento de Nariño.</p> <p>El plástico reciclado es de gran importancia, dado que usado como insumo es menos costoso que el plástico original, y al mezclar diferentes calidades se puede obtener materiales con mejores cualidades y de menor precio.</p> <p>La mezcla en proporciones adecuadas del PP y PEAD reciclados, como matriz polimérica, reforzada con cantidades óptimas de fibras naturales (provenientes de desechos vegetales), permite obtener materiales a bajos costos y que</p>

	pueden reemplazar los usados hoy en día en la construcción y mobiliario, lo que supera sus propiedades mecánicas y de durabilidad, al mismo tiempo que se contribuye, significativamente, a mitigar impactos ambientales negativos.
URL de la práctica	Córdoba, C., Mera, J., Rodríguez, J., y Martínez Hernández, D. (2010). EMPLEO DE RESIDUOS PLÁSTICOS RECICLADOS PARA LA FABRICACIÓN DE PRODUCTOS SOSTENIBLES AMBIENTALMENTE. <i>Revista Investigium IRE Ciencias Sociales Y Humanas</i> , 1(1), 60-69. Recuperado a partir de https://investigiumire.unicesmag.edu.co/index.php/ire/article/view/6
Sitios Web relacionados	Revista Investigiumire universidad Cesmag https://investigiumire.unicesmag.edu.co/index.php/ire

Nota. Elaboración adaptada de la ficha técnica de la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura 2015.

Apéndice P*Ficha técnica de experiencias No. 10*

Título	
Proyecto de factibilidad económica para la fabricación de bloques con agregados de plástico reciclado (pet), aplicados en la construcción de vivienda	
Fecha de publicación	Autores
2018	Arquitecto Miller Ernesto Piñeros Moreno ingeniero Rafael David de Jesús Herrera Muriel
Elementos	Preguntas Clave
Grupo Meta	Facultad de ingeniería programa de especialización en gerencia de obras Bogotá D.C., 15 de noviembre de 2018
Objetivo	El objetivo general de este trabajo es realizar un análisis técnico y financiero en la implementación de bloques con polímeros de plástico reciclado para mampostería no portante aplicados en la construcción de vivienda para centros urbanos de Colombia.

Lugar/cobertura geográfica	Localidad de Chapinero – Bogotá, Colombia
Introducción	<p>El déficit de vivienda en Colombia y la contaminación ambiental que se genera por la mala o nula disposición final de los residuos plásticos nos han motivado a iniciar esta investigación que permitirá atacar estas dos problemáticas que aquejan a nuestra sociedad. La importancia de esta investigación radica en brindar un material alternativo de construcción de vivienda a bajo costo, liviana, fácil de transportar que no requiera mano de obra calificada y sea amigable con el ambiente. Según lo anterior, nuestro planteamiento es lograr incursionar con un nuevo material de construcción como lo es el bloque plástico, donde utilicemos el plástico reciclado como materia prima principal para su elaboración, al ser este uno de los productos que es más desechado y que a su vez más contaminación genera</p>

Partes - interesados y asociados	Investigadores Universidad Católica Población de Bogotá
Validación	<p>Si bien es cierto que se debe cumplir con una resistencia específica de acuerdo con lo que dicta la norma y una vez verificados los resultados de laboratorio, se evidencia que los agregados de PET, con porcentaje al 10 %, 20 % y 25 %, cumplen con la resistencia específica requerida. Los porcentajes de PET al 30 %, 35 %, 40 %, 50 %, 60 %, 70 % y 80 % se encuentran por debajo de la resistencia, por lo cual son descartan estas muestras</p> <ul style="list-style-type: none"> • Según los datos obtenidos en el párrafo anterior, se deduce que la mezcla con agregado de PET al 25%, cuenta con el estándar requerido en cuanto a resistencia específica a los 7 días y 14 días de fallado, adicional se encuentra una diferencia significativa en cuanto al peso en relación con el ladrillo convencional, de lo anterior se podría decir que representa una significativa reducción de carga muerta a todas las edificaciones que se construirían con este nuevo material alternativo y ecológico
Impacto	<p>Positivos:</p> <p>Económicos: Al ser viviendas construidas con materiales de menor costo que las tradicionales satisface la necesidad de vivienda de grupos poblacionales y por tanto de la demanda de vivienda de bajo costo.</p>

	<p>Son de textura lisa, obtenidos durante el proceso de fundida y posterior curado, lo cual le da un valor agregado adicional a este nuevo material de construcción, sobre todo, porque una vez puesto en obra no sería necesario tener que realizar el clásico revoque o pañete</p> <p>Negativos:</p> <p>La densidad de la mezcla de PET – Cemento es menor que los concretos o morteros, debido a que el PET es menos pesado que la arena y la piedra, lo que hace que la mezcla sea más liviana, lo cual la hace interesante en estructuras sometidas a bajas carga</p> <p>Con respecto a la absorción se puede concluir que la mezcla de PET – Cemento absorbe mayor cantidad de agua que las mezclas con las que fue comparada, esto se debe a que, al poseer menor cantidad de finos, existen más espacios vacíos dentro de la mezcla que son colmados de agua al momento de sumergirla en el líquido</p>
Innovación	

Una vez realizadas la toma de muestras con los diferentes porcentajes de agregados de plástico reciclado y llevadas estas muestras para ser analizadas en laboratorio, pueden deducir:

- La forma, textura, medidas y peso de los ladrillos presentan excelentes condiciones, debido a que su aspecto, presentación y forma.
 - Son de textura lisa, obtenidos durante el proceso de fundida y posterior curado, lo cual le da un valor agregado adicional a este nuevo material de construcción, en especial, porque una vez puesto en obra no sería necesario tener que realizar el clásico revoque o pañete, que en la actualidad representa un rubro demasiado elevado en los costos finales de una edificación, por lo tanto, se generarían ahorros económicos, por lo que reduce considerablemente los presupuestos en las diferentes obras tanto públicas como privadas.
 - En cuanto a su peso, se encuentra una característica importante la cual destacar, puesto que este es considerablemente mucho más liviano que su par constructivo (bloque de mortero con cemento y arena), también •
- La forma, textura, medidas y peso de los ladrillos presentan excelentes condiciones, debido a que su aspecto, presentación y forma.
- Son de textura lisa, obtenidos durante el proceso de fundida y posterior curado, lo 77 cual le da un valor agregado adicional a este nuevo material de construcción, ante todo, porque una vez puesto en obra no sería necesario tener que realizar el clásico revoque o pañete, que en la actualidad representa un rubro tan elevado en los costos finales de

	<p>una edificación, por lo tanto, se generarían ahorros económicos, lo que reduce notablemente los presupuestos en las diferentes obras tanto públicas como privadas.</p> <ul style="list-style-type: none"> • En cuanto a su peso, se encuentra una característica importante la cual destacar, en vista de que es significativamente mucho más liviano que su par constructivo (bloque de mortero con cemento y arena)
Factores de éxito	<p>La forma, textura, medidas y peso de los ladrillos presentan excelentes condiciones, debido a que su aspecto, presentación y forma.</p> <p>En cuanto a su peso, se encuentra una característica bastante importante la cual destacar, pues es sustancialmente mucho más liviano que su par constructivo (bloque de mortero con cemento y arena),</p>
Limitaciones	<p>Dentro de los aspectos técnicos, nuestro proyecto de fabricación de un modelo de bloque con agregados de reciclaje plástico para mampostería no portante debe cumplir con diferentes parámetros como absorción, resistencia, humedad, densidad, entre otros; los cuales se encuentran enmarcados dentro de las Normas técnicas colombianas NTC del ICONTEC y la Norma Sismo Resistente NSR-2010.</p>

	<p>Las limitaciones de referencia radican, en primera medida, es que las normas técnicas varían de acuerdo con el país de aplicación o desarrollo del estudio, es decir, que no se aplican en la investigación analizada las Normas Técnicas Colombianas (NTC) del ICONTEC. En segundo lugar, se observa que los costos de trituración del material base son distintos debido a que la moneda empleada en el país del estudio no es igual al peso colombiano, por lo que genera un incremento significativo en el cambio tarifario. Por otro lado, solo sustituyeron los agregados tradicionales, los cuales forman una mezcla entre el triturado de PET y el cemento</p>
<p>Lecciones aprendidas</p>	<p>El desarrollo de un bloque a base de plástico reciclado para mampostería no portante de bajo costo, que logra suplir las necesidades de las personas en cuanto a vivienda se refiere, por lo que obtiene un producto que cumple con las especificaciones con las que cuentan los sistemas tradicionales</p> <p>Son de textura lisa, obtenidos durante el proceso de fundida y posterior curado, lo cual le da un valor agregado adicional a este nuevo material de construcción, sobre todo, porque una vez puesto en obra no sería necesario tener que realizar el clásico revoque o pañete, que en la actualidad representa un rubro bastante elevado en los costos finales de una edificación, por lo tanto, se generarían ahorros económicos, el cual minimiza considerablemente los presupuestos en las diferentes obras tanto públicas como privadas.</p>

	<p>En cuanto a su peso, se encuentra una característica importante la cual destacar, dado que es notablemente mucho más liviano que su par constructivo (bloque de mortero con cemento y arena),</p> <p>La mezcla de PET - Cemento ayuda a reducir las cantidades de PET que no poseen una disposición final adecuada, lo que disminuye así su impacto ambiental, pues se necesita una gran cantidad de botellas de gaseosas para obtener el material para elaborar la mezcla, por lo que dichas botellas se estarían eliminando del ambiente</p>
Sostenibilidad	<p>El plástico es un material que los podría sustituir, debido a que al utilizarlo en la construcción reduciría el impacto generado por utilizar materiales pétreos y así mismo ayudar con la reutilización del plástico que ha servido, ante todo, al ser humano por su bajo costo de producción y porque suple el consumo masivo de materiales extraídos de los minerales terrestres.</p>
Replicar y/o escalar	<p>El aporte que brinda este trabajo de grado a la gerencia de obras es proporcionar un nuevo campo tecnológico y ambiental, en vista de que el proyecto se encuentra enmarcado en el desarrollo de un bloque a base de plástico reciclado para mampostería no portante de bajo costo, que logra suplir las necesidades de las personas en cuanto a vivienda se refiere, por lo que obtiene un producto que cumple con las especificaciones con las que cuentan los sistemas tradicionales.</p>

Conclusión	<p>Si bien es cierto que se debe cumplir con una resistencia específica de acuerdo con lo que dicta la norma y una vez verificados los resultados de laboratorio, se evidencia que los agregados de PET, con porcentaje al 10 %, 20 % y 25 %, cumplen con la resistencia específica requerida. Los porcentajes de PET al 30 %, 35 %, 40 %, 50 %, 60 %, 70 % y 80 % se encuentran por debajo de la resistencia, por lo cual son descartadas estas muestras.</p> <p>Según los datos obtenidos en el párrafo anterior, se deduce que la mezcla con agregado de PET al 25%, cuenta con el estándar requerido en cuanto a resistencia específica a los 7 días y 14 días de fallado, adicional se encuentra una diferencia significativa en cuanto al peso en relación con el ladrillo convencional, de lo anterior se podría decir que representa una significativa reducción de carga muerta a todas las edificaciones que se construirían con este nuevo material alternativo y ecológico</p> <p>El valor presente neto para el proyecto permite determinar si la inversión, según los costos fijos, costos variables, capital de trabajo y las ventas, permite maximizarla, para el caso en estudio el VPN se define como positivo tanto si el proyecto es financiado o sin financiación, por consiguiente, significa que el valor de la empresa tendrá un incremento equivalente al VPN</p>

URL de la práctica	<p>Piñeros-Moreno, M. E., y Herrera-Muriel, R. D. D. J. (2018). Proyecto de factibilidad económica para la fabricación de bloques con agregados de plástico reciclado (PET), aplicados en la construcción de vivienda.</p> <p>https://repository.ucatolica.edu.co/handle/10983/22382</p>
Sitios Web relacionados	<p>Flórez, C. P., Cruz, J. S., y BUCARAMANGA, S. (2015). Plan de negocios para la producción comercialización de ladrillos ecológicos-ecoladrillo. <i>Universidad de Santander</i>. Tomado de:</p> <p>https://udes.edu.co/images/carreras/tecnologicos/gestion_industrial/documentos/plan_de_negicos_para_la_produccion_de_ladrillos.pdf</p> <p>Piñeros-Moreno, M. E., y Herrera-Muriel, R. D. D. J. (2018). Proyecto de factibilidad económica para la fabricación de bloques con agregados de plástico reciclado (PET), aplicados en la construcción de vivienda. Tomado de:</p> <p>https://core.ac.uk/download/pdf/213560246.pdf</p> <p>Caivinagua Samaniego, D. I. (2018). <i>Mampostería en seco, tipo lego con ladrillo de plástico reciclado aplicado para fines de construcción emergente</i> (Bachelor's thesis).</p> <p>Tomado de:</p>

	https://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/20.500.11962/21900/1/Caivinagua%20Samaniego%2C%20Danny%20Israel.pdf f
--	--

Nota. Elaboración adaptada de la ficha técnica de la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura 2015.

Apéndice Q

Ficha técnica de experiencias No. 11

Título	
Evaluación de viabilidad para la fabricación, análisis de sustentabilidad y comportamiento estructural de paneles con plásticos reciclados	
Fecha de publicación	Autores
2018	Ing. Isabel de Obeso Partida
Elementos	Preguntas Clave
Grupo Meta	Departamento del Hábitat y Desarrollo Urbano
Objetivo	El objetivo de este proyecto es evaluar la viabilidad técnica de fabricación de un prototipo de panel con PET reciclado combinado con otros plásticos para muros divisorios de vivienda en Jalisco, lo que aporta datos sobre el nivel de sustentabilidad y el comportamiento estructural.
Lugar/cobertura geográfica	San Pedro Tlaquepaque, Jalisco. México,

Introducción	Falta información técnica y de sustentabilidad sobre sistemas de edificación con base en paneles con tereftalato de polietileno (PET) reciclados utilizados para la construcción de muros. Con su implementación es posible reducir los residuos de PET en calles, tuberías, cauces, océanos y rellenos sanitarios, los cuales causan problemas ambientales. Asimismo, se puede reducir el costo en la construcción, lo cual apoya la vivienda digna para personas de escasos recursos
Partes - interesados y asociados	Investigadora del INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE, San Pedro Tlaquepaque México
Validación	Para este proyecto se utilizarán dos procesos para el manejo de los plásticos, el proceso de inyección para la realización de las muestras y el de termoformado para la realización del prototipo de panel a escala. El proceso de inyección es el método en el que un termoplástico es fundido y, después, en estado líquido se inyecta a alta presión a un molde cerrado hasta llenarlo completamente. El polímero se enfría en el interior del molde y se saca la pieza. Este proceso empieza cuando el plástico granulado o en polvo y en estado frío se pone en la tolva, de ahí se va al cilindro de calefacción, el material va pasando por un pistón, el cual actúa como un inyector y hace que el material fundido pase desde el cilindro de calefacción a las cavidades del molde, se enfría, se solidifica y puede sacarse la pieza (Cornish, 1997). El proceso de termoformado es el método en el cual un termoplástico laminado se calienta hasta que se ablanda y se le

	<p>da forma conformándolo a un molde. Se pone una lámina prensada en un marco, se reblandece por medio de calor y se obliga a la lámina a tomar la forma del molde (Cornish, 1997).</p>
<p>Impacto</p>	<p>Entre las ventajas de la utilización de paneles con PET reciclado se encuentra que con su implementación se disminuyen las emisiones producidas en la obtención de materias primas, se reciclan residuos de plásticos que dañan el medio ambiente con su incorrecta disposición final, se elabora un elemento constructivo con la resistencia necesaria para ser utilizado como muro divisorio, así como aislante térmico a un bajo costo.</p> <p>A pesar de las dificultades que presenta el PET para ser trabajado como material reciclado, con las pruebas realizadas se encontró que con la utilización de la maquinaria adecuada es posible fabricar elementos constructivos.</p> <p>Entre las ventajas de la utilización de paneles con PET reciclado se encuentra que con su implementación se disminuyen las emisiones producidas en la obtención de materias primas, se reciclan residuos de plásticos que dañan el medio ambiente con su incorrecta disposición final, se elabora un elemento constructivo con la resistencia necesaria para ser utilizado como muro divisorio, así como aislante térmico a un bajo costo.</p>

<p>Innovación</p>	<p>El objeto de innovación de este proyecto son en general los sistemas de edificación, en particular las opciones constructivas con elementos prefabricados y, más en concreto, los paneles elaborados con materiales reciclados utilizados para la construcción de muros.</p>
<p>Factores de éxito</p>	<p>Para este proyecto se decidió utilizar la combinación 20 % PET 109 35 % PEAD 45 % PP debido a que es la que cuenta con mayor resistencia a la compresión uniaxial y en promedio presenta una menor deformación. Otra de las razones por las que se eligió la mezcla es que se hizo de acuerdo con las cantidades que se consumen en México de estos tres tipos de plástico.</p> <p>La densidad de los paneles con PET reciclado es mayor que la de los paneles de yeso y más pequeña que la del tablamiento. Es alrededor de 28 % más grande que la de Tablaroca® y 45 % que la Panel Rey®, así como alrededor de 8 % menor que la del Durock®. De acuerdo con la información recabada en esta investigación se plantea que este proyecto es viable técnica, económica, ambiental y socialmente si se cumplen y demuestran ciertos requisitos específicos en cada una de las áreas.</p> <p>Entre las desventajas se encuentra la inversión inicial para obtener la maquinaria para la elaboración de los paneles y los factores culturales que pueden hacer que las personas no tengan confianza en el producto.</p>

	<p>El uso del PET reciclado en la construcción no es una tarea fácil y muestra un gran reto, sin embargo, debido a los daños que causa en el medio ambiente es preciso continuar con la presente investigación para lograr reducir sus impactos negativos de manera significativa y utilizar este elemento constructivo a gran escala.</p>
Limitaciones	<p>A pesar de las dificultades que presenta el PET para ser trabajado como material reciclado, con las pruebas realizadas se encontró que con la utilización de la maquinaria adecuada es posible fabricar elementos constructivos. El tener conocimiento de todas las características antes mencionadas del prototipo de panel genera una visión de su comportamiento y muestra la viabilidad de su uso en la construcción.</p>
Lecciones aprendidas	<p>Como ventajas afirma que es posible tener un producto más barato con el que se puede atender a un mercado que, quizá, en estos momentos está abandonado y al mismo tiempo se está ayudando al medio ambiente.</p> <p>si se consiguen los materiales de manera gratuita para la elaboración de los paneles con PET reciclado, sería posible reducir los costos en los muros divisorios más de un 90%.</p>

	<p>Las entrevistas y los cuestionarios muestran ciertas dificultades a las que se puede enfrentar el proyecto, como los factores culturales y el desconocimiento del producto, debido a que las personas quieren hacer sus construcciones con los materiales conocidos y de bajo costo.</p> <p>Es posible que los paneles presentados funcionen como aislantes térmicos, debido a que su conductividad térmica es baja.</p> <p>A pesar de las dificultades que presenta el PET para ser trabajado como material reciclado, con las pruebas realizadas se encontró que con la utilización de la maquinaria adecuada es posible fabricar elementos constructivos.</p>
Sostenibilidad	<p>En materia de desarrollo sustentable, México enfrenta un gran reto, incluir al medio ambiente como uno de los elementos de la competitividad y el desarrollo económico y social. El término sustentabilidad se refiere a la administración eficiente y racional de los recursos, de manera que sea posible mejorar el bienestar de la población actual sin comprometer la calidad de vida de las futuras generaciones (PROMÉXICO, 2014).</p> <p>Es necesario incentivar el reciclaje, el cual contribuye a reducir el impacto ambiental de la disposición de los desechos sólidos, por lo que disminuye malos olores, emisiones a la atmósfera y producción de</p>

	<p>lixiviados, además ayuda a preservar recursos minerales, petroleros y forestales y a conservar agua y energía.</p> <p>con la elaboración de un prototipo de panel se podrían reciclar 6,67 kg de PET, 11,68 kg de PEAD y 15,02 kg del PP, lo cual reduce la cantidad de residuos de plástico que termina en las calles, tuberías infraestructurales, cauces hídricos, océanos y rellenos sanitarios, los cuales causan graves problemas ambientales.</p>
Replicar y/o escalar	<p>A partir de las pruebas físicas y mecánicas necesarias para garantizar la seguridad estructural y funcional en el panel y al ofrecer un menor costo, es posible utilizar este elemento constructivo en la autoconstrucción habitacional.</p> <p>En las referencias conceptuales se investigó que existe una problemática en la actualidad en México en cuanto a la generación de residuos y a la carencia de vivienda, por lo que menciona que el reciclaje es de vital importancia para disminuir el impacto ambiental negativo que generan estos residuos sólidos.</p> <p>Para este proyecto se decidió utilizar la combinación 20 % PET 109 35 % PEAD 45 % PP debido a que es la que cuenta con mayor resistencia a la compresión uniaxial y en promedio presenta una menor</p>

	<p>deformación. Otra de las razones por las que se eligió la mezcla es que se hizo de acuerdo con las cantidades que se consumen en México de estos tres tipos de plástico.</p>
<p>Conclusión</p>	<p>Con el análisis de ciclo de vida podemos observar que por ser materiales reciclados se elimina una parte importante de las emisiones generadas por los materiales, las del proceso para su fabricación. Las emisiones producidas al tomar en cuenta la cantidad de energía utilizada por la máquina trituradora, la prensa de termoformado y el transporte de los materiales es de 3,4 kg de CO₂ eq. Las emisiones producidas en la eliminación de los componentes del panel, al considerar un 80 % de reciclaje de los elementos, es de 0,297 g de CO₂ eq</p> <p>Se determinó que, con la elaboración de un prototipo de panel de 1,22 x 2.44 x 0,0127 m se podrían reciclar 6,67 kg de PET, 11,68 kg de PEAD y 15,02 kg del PP, lo que reduce la cantidad de residuos de plástico que termina en las calles, tuberías infraestructurales, cauces hídricos, océanos y rellenos sanitarios, los cuales causan graves problemas ambientales.</p> <p>En la comparación del prototipo de panel con PET reciclado combinado con PEAD y PP para muros divisorios de vivienda con sistemas constructivos basados en paneles, como Panel W®, Tablaroca®, Panel Rey® y Durock® se presenta que, si se consiguen los materiales de manera gratuita para la</p>

	<p>elaboración de los paneles con PET reciclado, sería posible reducir los costos en los muros divisorios más de un 90%.</p> <p>Debido a que la conductividad térmica de los plásticos no es buena, es posible utilizar el prototipo de panel con PET mezclado con PEAD y PP reciclados como aislante térmico. Se definió que debido a que los plásticos son materiales inflamables, para la elaboración del prototipo de panel con PET reciclado es preciso utilizar un retardante de llama con el fin de disminuir la expansión del fuego en caso de incendio.</p>
URL de la práctica	<p>DeObeso-Partida, I. (2018). Evaluación de viabilidad para la fabricación, análisis de sustentabilidad y comportamiento estructural de paneles con plásticos reciclados.</p> <p>https://investigiumire.unicesmag.edu.co/index.php/ire/article/view/6</p>
Sitios Web relacionados	<p>Revista Investigiumire universidad Cesmag</p> <p>https://investigiumire.unicesmag.edu.co/index.php/ire</p>

Nota. Elaboración adaptada de la ficha técnica de la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura 2015.

Apéndice R*Ficha de experiencias No. 12*

<p>Título</p> <p>Ladrillo ecopeto</p> <p>planteamiento y propuesta de un ladrillo ecológico a base de pet</p>	
<p>Fecha de publicación</p> <p>2019</p>	<p>Autores</p> <p>López Pareja, Juan David</p> <p>Rojas Trejos, Daniel</p>
<p>Elementos</p>	<p>Preguntas Clave</p>
<p>Grupo Meta</p>	<p>Industria de la construcción</p>
<p>Objetivo</p>	<p>Desarrollar un LADRILLO MODULAR NO ESTRUCTURAL combinando ecoladrillo Pet y concreto con partículas Pet, que mejore o iguale las características de resistencia de un ladrillo no estructural existente en el mercado</p>

<p>Lugar/cobertura geográfica</p>	<p>Colombia</p>
<p>Introducción</p>	<p>Se propone diseñar un ladrillo ecológico en la UCM a base de materiales PET y Ecoladrillos con botellas PET, con la finalidad de generar un ahorro de los materiales de uso tradicional tales como el cemento, arena, por lo que es diferente a los ladrillos ecológicos ya propuestos en la industria, dado que se incluye el Ecoladrillo. Este elemento es el más innovador, lo que da como resultado un tipo de ladrillo ecológico híbrido, que emplea dos formas de reciclaje, primero las partículas de Pet trituradas, y segundo las envolturas de dulces que se encuentran en el interior de los ecoladrillos, lo que genera diferentes tipos de soluciones arquitectónicas las cuales disminuyan la contaminación ambiental provocada por las técnicas tradicionales.</p> <p>El bloque ecológico ECOPEETO está compuesto de materiales a base de Pet, cemento y arena combinado con eco ladrillo, con unas medidas aproximadas de 40 X 20 X 20 cm, de acuerdo con la sistematización de los ladrillos analizados, cuya finalidad es igualar o superar las propiedades de resistencia de un ladrillo estándar implementado, hoy en día, en la construcción como los ladrillos de Arcilla y de cemento.</p>

Partes - interesados y asociados	Universidad CATOLICA DE MANIZALES – investigadores, industria de la construcción, comunidad del reciclaje de plástico PET
Validación	El bloque ecológico ECOPETO está compuesto de materiales a base de Pet, cemento y arena combinado con eco ladrillo, con unas medidas aproximadas de 40 X 20 X 20 cm, de acuerdo con la sistematización de los ladrillos analizados, cuya finalidad es igualar o superar las propiedades de resistencia de un ladrillo estándar implementado, hoy en día, en la construcción como los ladrillos de Arcilla y de cemento.
Impacto	<p>Se propone un tipo de ladrillo no estructural que permite dar solución a distintos espacios abiertos o cerrados, mediante una fabricación que no requiere de maquinaria especializada, puesto que una de sus grandes ventajas es que permite procesos de participación comunitaria a la hora de obtener los residuos tanto de Pet reciclado como la elaboración de los eco ladrillos Pet.</p> <p>Se propone el diseño de un tipo de ladrillo ecológico compuesto por el cementante seleccionado que incluye PET triturado, arena y cemento combinado con ecoladrillo, el cual cumple con las especificaciones técnicas encontradas en los ladrillos convencionales que aporte a la industria de la construcción con el cubrimiento en gran parte la demanda de vivienda existente, lo que genera un impacto positivo en el ambiente.</p>

	<p>Por otro lado, en cuanto a sus propiedades físicas y mecánicas, el bloque tiene la misma resistencia de un bloque convencional (bloque hueco de cemento), y garantiza un mayor confort térmico y aislamiento acústico.</p>
<p>Innovación</p>	<p>Un tipo de ladrillo ecológico híbrido, que emplea dos formas de reciclaje, primero las partículas de Pet trituradas, y segundo las envolturas de dulces que se encuentran en el interior de los ecoladrillos, por lo que genera diferentes tipos de soluciones arquitectónicas, las cuales disminuyan la contaminación ambiental provocada por las técnicas tradicionales.</p>
<p>Factores de éxito</p>	<p>Pasos que se desarrollan en la investigación:</p> <p>Sistematizar los diferentes tipos de ladrillos convencionales y ecológicos</p> <p>Identificar el tipo de cementante con pet que cumpla con las especificaciones técnicas</p> <p>Diseño de molde que facilite la elaboración y ensamble del ladrillo ECOPETO</p> <p>Diseño de ladrillo ecológico con PET, cemento y arena.</p>

	<p>Una de las grandes ventajas que tiene el bloque, es su manera de ensamblar y agrupar, debido a que la finalidad es hallar la forma de que la pieza cuando funciona en conjunto se comporte como un monolito, es decir, como una sola pieza o una sola estructura, lo que garantizaría su resistencia ante los sismos, por lo que es una estructura flexible</p> <p>Es fundamental resaltar que el ECOPEETO cumple con la resistencia a compresión de 6,0 Mpa en comparativa con el bloque de cemento, y esto se debe gracias al tipo de mezcla seleccionada que fue de 22 % PET, 17 % cemento y 61 % arena, teniendo en cuenta que el porcentaje mínimo de cementante de Pet fue de 20 % planeada, claro que el volumen del PET empleado es mayor que el de cemento, lo que se convierte en un ahorro.</p>
Limitaciones	<p>El planteamiento inicial del trabajo se basa en el desarrollo de un bloque ecológico que iguale o supere las propiedades mecánicas de un bloque tradicional, en especial el de cemento, pero en un futuro se puede pensar como una solución de vivienda, teniendo en cuenta que las características que ofrece el material son favorables para el hábitat del ser humano al ser este un apoyo a la vivienda de interés social pero con espacios más habitables y confortables debido a su aislamiento acústico y térmico.</p>

	<p>Es importante tener en cuenta que al ser el ECOPEETO más costoso, este le está aportando al medio ambiente, pues para su fabricación se requiere la reutilización de plásticos y basura, además, su mezcla es elaborada con PET triturado en un 22 % que es alrededor de 1304 gr de desecho sólido en fragmentos pequeños.</p>
<p>Lecciones aprendidas</p>	<p>El producto es una innovación desarrollada y patentada por Fernando Llanos Gónima</p> <p>Las ventajas del uso de la madera plástica son:</p> <p>Es fundamental resaltar que el ECOPEETO cumple con la resistencia a compresión de 6.0 Mpa en comparativa con el bloque de cemento, y esto se debe gracias al tipo de mezcla seleccionada que fue de 22 % PET, 17 % cemento y 61 % arena, teniendo en cuenta que el porcentaje mínimo de cementante de Pet fue de 20 % planeada, claro que el volumen del PET empleado es mayor que el de cemento, por lo que se convierte en un ahorro.</p> <p>El bloque al estar compuesto de material reciclado PET permite un gran confort térmico y acústico gracias a sus características.</p> <p>el Ladrillo ECOPEETO requiere una mayor cantidad de cemento y arena que el bloque de cemento, por lo cual, sería un poco más costoso, pero lo compensa el uso de ecoladrillos y el reciclaje que se hace con el</p>

	<p>mismo, en vista de que, se recicla hasta más de 50 bolsas plásticas o más de 100 envolturas de dulces, que da como resultado un peso de 1000 gr donde cada eco ladrillo PET de 600ml, pesa 500 gr.</p> <ul style="list-style-type: none"> • El diseño principal del bloque fue pensado para un uso no estructural, que pudiera generar cerramientos, fachadas y muros divisorios,
Sostenibilidad	<p>A partir de este bloque ecológico, se está incentivando la reutilización de los desechos sólidos que tanto afectan al medio, este está compuesto por ecoladrillos y un tipo de mezcla cementante que incluye PET triturado, cemento y arena, por lo que este es un sistema que reutiliza en un gran porcentaje los desechos sólidos.</p>
Replicar y/o escalar	
Conclusión	<p>El diseño principal del bloque fue pensado para un uso no estructural, que pudiera generar cerramientos, fachadas y muros divisorios,</p> <p>Es fundamental resaltar que el ECOPETO cumple con la resistencia a compresión de 6.0 Mpa en comparativa con el bloque de cemento, y esto se debe gracias al tipo de mezcla seleccionada que fue de 22 % PET, 17 % cemento y 61 % arena, teniendo en cuenta que el porcentaje mínimo de cementante de</p>

	Pet fue de 20 % planeada, claro que el volumen del PET empleado es mayor que el de cemento, por lo que se convierte en un ahorro.
URL de la práctica	López Pareja, J. D., y Rojas Trejos, D. (2019). Ladrillo ecopeto. https://repositorio.ucm.edu.co/handle/10839/2545
Sitios Web relacionados	Flores Ramírez, R. N. (2019). Ladrillos de plástico reciclado para mampostería no portante. https://dspace.ucacue.edu.ec/handle/ucacue/1587

Nota. Elaboración adaptada de la ficha técnica de la Organización de las Naciones Unidas para la alimentación y la Agricultura 2015.

Apéndice S

Matriz comparativa

Apéndice T

Matriz DOFA

Apéndice U

Cuestionario juicio de expertos