

**INSTITUTO TECNOLÓGICO DE COSTA RICA**  
**ÁREA ACADÉMICA DE GERENCIA DE PROYECTOS**  
**MAESTRÍA EN GERENCIA DE PROYECTOS**



**Gestión de Proyectos de Construcción bajo una perspectiva de Economía Circular**

Proyecto de graduación para optar por el grado académico de

Maestría en Gerencia de Proyectos.

Realizado por:

Diana Alvarado Alcázar

Cartago, noviembre de 2019



## DEDICATORIA

*A mis futuros hijos, cuando he estado a punto de rendirme, la vida me recuerda que un día alguien seguirá mis pasos. Ustedes, por siempre, serán mi mayor fuente de inspiración.*

## **AGRADECIMIENTOS**

A todos aquellos que han sido parte de mis buenos momentos y me han apoyado a lo largo de mi camino. Gracias por hacer de mi mundo un mejor lugar. En especial a mi profesora Ana Grettel Leandro Hernández, quién me acompañó como guía e inspiró a seleccionar el tema, gracias por alentarme en este proceso.



## EPÍGRAFE

“Porque veo al final  
de mi rudo camino que  
yo fui el arquitecto de  
mi propio destino”

*Amado Nervo*

# ÍNDICE GENERAL

<b>DEDICATORIA</b> .....	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	<b>iv</b>
<b>EPÍGRAFE</b> .....	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	<b>x</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	<b>xii</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>xiv</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xv</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	<b>1</b>
<b>Capítulo 1 Generalidades de la Investigación</b> .....	<b>3</b>
<b>1.1 Marco de Referencia Situacional</b> .....	<b>3</b>
<b>1.2 Planteamiento del Problema</b> .....	<b>6</b>
<b>1.3 Justificación del Estudio</b> .....	<b>10</b>
1.3.1 Antecedentes .....	10
1.3.2 Importancia de la Economía Circular y Beneficios .....	11
<b>1.4 Objetivos</b> .....	<b>12</b>
1.4.1 Objetivo general .....	13
1.4.2 Objetivos específicos .....	13
<b>1.5 Alcance y Limitaciones</b> .....	<b>13</b>
1.5.1 Alcance.....	13
1.5.2 Limitaciones.....	14

1.5.3	Exclusiones .....	14
<b>Capítulo 2</b>	<b>Marco Teórico.....</b>	<b>15</b>
<b>2.1</b>	<b>Construcción y Medio Ambiente.....</b>	<b>15</b>
2.1.1	Evolución de la industria de la construcción.....	15
2.1.2	Impacto ambiental en el Sector Construcción.....	16
<b>2.2</b>	<b>Economía circular y sostenibilidad ambiental.....</b>	<b>17</b>
<b>2.3</b>	<b>Economía Circular .....</b>	<b>18</b>
2.3.1	Principios de la Economía Circular.....	20
2.3.2	Características fundamentales de la Economía Circular .....	21
2.3.3	Industria 4.0 y Economía Circular .....	22
<b>2.4</b>	<b>Administración de Proyectos.....</b>	<b>23</b>
2.4.1	Generalidades de la administración de proyectos .....	23
2.4.2	Conceptos fundamentales para la Administración de Proyectos.....	24
2.4.3	Gestión de proyectos de construcción.....	28
2.4.4	Aplicación de la Economía Circular en Proyectos.....	29
<b>Capítulo 3</b>	<b>Marco Metodológico.....</b>	<b>32</b>
<b>3.1</b>	<b><i>Tipo de Investigación.....</i></b>	<b>32</b>
<b>3.2</b>	<b><i>Diseño de la Investigación .....</i></b>	<b>33</b>
3.2.1	Sujetos y fuentes de información .....	35
<b>3.3</b>	<b><i>Categorías de análisis .....</i></b>	<b>36</b>
<b>3.4</b>	<b><i>Técnicas e instrumentos para la recolección de datos .....</i></b>	<b>38</b>
<b>3.5</b>	<b><i>Procesamiento y Análisis de datos .....</i></b>	<b>38</b>
<b>Capítulo 4</b>	<b>Propuesta de solución.....</b>	<b>40</b>
<b>4.1</b>	<b>Aplicaciones y beneficios de la economía circular .....</b>	<b>40</b>



4.1.1	Beneficios en la aplicación de un modelo circular.....	40
4.1.2	Impacto de la economía circular en el desarrollo de proyectos del sector construcción en Costa Rica.....	49
4.1.3	Algunos indicadores para medir el impacto.....	57
<b>4.2</b>	<b>Integraciones entre el modelo de economía circular y la Guía PMBOK y su extensión para la Construcción.....</b>	<b>61</b>
4.2.1	Gestión de la Calidad .....	62
4.2.2	Gestión de los Costos .....	67
4.2.3	Gestión de los Recursos .....	70
4.2.4	Gestión de Interesados .....	73
4.2.5	Gestión de proyectos de salud, seguridad, protección y medio ambiente (HSSE)..	79
<b>Capítulo 5</b>	<b>Conclusiones y Recomendaciones .....</b>	<b>82</b>
<b>5.1</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>82</b>
<b>5.2</b>	<b>Recomendaciones.....</b>	<b>83</b>
	<b>Referencias Bibliográficas.....</b>	<b>85</b>
	<b>ANEXO 1: OBJETIVOS DESARROLLO SOSTENIBLE .....</b>	<b>90</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1-1. PORCENTAJE DE RECICLADO Y OBJETIVO DE LA UNIÓN EUROPEA EN ESPAÑA EN 2015, POR MATERIAL. ....	4
FIGURA 1-2. PROPORCIÓN DEL CONSUMO GLOBAL DE ENERGÍA FINAL POR SECTOR, 2016. ....	7
FIGURA 1-3. PROPORCIÓN DE LAS EMISIONES GLOBALES DE CO2 RELACIONADAS CON LA ENERGÍA POR SECTOR, 2016. ....	8
FIGURA 1-4. DISTRIBUCIÓN DE LA DEMANDA DEL CONVERTIDOR DE PLÁSTICOS EUROPEO POR SEGMENTO EN 2016. ....	9
FIGURA 2-1. TRES DIMENSIONES DEL DESARROLLO SOSTENIBLE. ....	18
FIGURA 2-2. MODELO DE ECONOMÍA LINEAL. ....	19
FIGURA 2-3. ESQUEMA DE UNA ECONOMÍA CIRCULAR. ....	20
FIGURA 2-4. CORRESPONDENCIA ENTRE GRUPOS DE PROCESOS Y ÁREAS DE CONOCIMIENTO DE LA DIRECCIÓN DE PROYECTOS. ....	27
FIGURA 3-1. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN. ....	34
FIGURA 4-1. TENDENCIAS DE LOS PRECIOS DE LAS MATERIAS PRIMAS. FUENTE: GLOBAL FINALCIAL DATA; RBA) ....	41
FIGURA 4-2. ESQUEMA SIMPLIFICADO DEL PROCESO ACTUAL DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN. ....	43
FIGURA 4-3. ESQUEMA SIMPLIFICADO DEL PROCESO FUTURO DEL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN, BASADO EN LA ECONOMÍA CIRCULAR. ....	44

FIGURA 4-4. ESTRATEGIAS EMPRESARIALES, ECONOMÍA CIRCULAR. ....	47
FIGURA 4-5. CANTIDAD DE PLÁSTICO EN CASA DE BIEN SOCIAL. ....	50
FIGURA 4-6. PRODUCTOS A BASE DE PLÁSTICO DEL GRUPO PEDREGAL. ....	51
FIGURA 4-7. ESTRATEGIA HOLCIM. ....	52
FIGURA 4-8. CANTIDAD DE RESIDUOS SÓLIDOS COPROCESABLES (TON), GEOCYCLE. ....	53
FIGURA 4-9. TASA DE SUSTITUCIÓN DE RESIDUOS PROMEDIO ANUAL. ....	54
FIGURA 4-10. THE CIRCULARITY GAP. ....	60
FIGURA 4-11. ÁREAS DE CONOCIMIENTO PMBOK ANALIZADAS.....	61
FIGURA 4-12. GESTIÓN DE CALIDAD. ....	66
FIGURA 4-13. GESTIÓN DE COSTOS. ....	69
FIGURA 4-14. GESTIÓN DE RECURSOS. ....	72
FIGURA 4-15. APORTES DESDE LAS ADMINISTRACIONES PÚBLICAS. ....	74
FIGURA 4-16. GESTIÓN DE LOS INTERESADOS.....	78

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 3-1. CATEGORÍAS DE ANÁLISIS DE LA INVESTIGACIÓN. ELABORACIÓN PROPIA.	37
TABLA 4-1. EJEMPLOS DE PROYECTOS BAJO UN MODELO DE ECONOMÍA CIRCULAR. FUENTE: IHOBE.	48
TABLA 4-2. BARÓMETRO PLANETA Y SOCIEDAD. FUENTE: SCHNEIDER ELECTRIC.	55
TABLA 4-3. INDICADORES PARA MEDIR LA CIRCULARIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN. FUENTE: CONAMA, 2018. MODIFICADO POR: ALVARADO.	58
TABLA 4-4. PROCESOS DE LA GESTIÓN DE CALIDAD. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	62
TABLA 4-5. PROCESO DE PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LA CALIDAD. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	63
TABLA 4-6. PROCESO DE GESTIONAR LA CALIDAD. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	64
TABLA 4-7. PROCESO DE CONTROLAR LA CALIDAD. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	65
TABLA 4-8. PROCESOS DE LA GESTIÓN DE COSTOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	67
TABLA 4-9. PROCESO DE PLANIFICAR LA GESTIÓN DE LOS COSTOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	68
TABLA 4-10. PROCESOS DE LA GESTIÓN DE RECURSOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	70
TABLA 4-11. PROCESOS DE PLANIFICAR LA GESTIÓN DE RECURSOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	71
TABLA 4-12. PROCESOS DE LA GESTIÓN DE INTERESADOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	73

TABLA 4-13. PROCESO IDENTIFICAR DE INTERESADOS. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA	77
TABLA 4-14. REQUISITOS DE GESTIÓN DE PROYECTOS DE SALUD, SEGURIDAD, PROTECCIÓN Y MEDIO AMBIENTE. FUENTE: ELABORACIÓN PROPIA.	80
TABLA 4-15. CAUSAS PARA LA DEFINICIÓN DEL MODELO DE ECONOMÍA CIRCULAR EN SISTEMAS DE APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS. FUENTE: JARON & BERGS, 2013.	81

## RESUMEN

En la presente investigación se pondrá en evidencia el efecto positivo de la aplicación de los principios del modelo de economía circular en la gestión profesional de los proyectos de construcción, mediante una integración entre este concepto y algunas áreas de conocimiento desarrolladas para la administración de proyectos por el *Project Management Institute*.

La metodología de investigación utilizada fue descriptiva, mediante la utilización de distintas técnicas, entre ellas, entrevistas no estructuradas y revisión documental. Se entrevistó al personal de empresas relacionadas con el sector construcción, específicamente, aquellos que, por su rol en la organización conocen la estrategia empleada en la gestión de sus proyectos.

Como parte de los hallazgos encontrados en la situación actual, existen múltiples aplicaciones del modelo de economía circular en proyectos relacionados con el sector construcción. Los beneficios esperados van desde el ámbito económico, ambiental, empresarial y social. A nivel país, algunas empresas van a la vanguardia, han implementado varios de los principios que sugiere el modelo y han demostrado a través de resultados la viabilidad de los proyectos.

Se relacionó la metodología de la administración de proyectos del PMBOK con los principios de la economía circular, específicamente con las áreas de conocimiento de gestión de calidad, gestión de recursos, gestión de costos y gestión de interesados. Con respecto a la extensión PMBOK para la Construcción, se plantearon aspectos en cuanto la gestión de proyectos de protección y medio ambiente.

El papel de las instituciones públicas, incluidos los centros de formación, es imprescindible para lograr una transición de economía lineal a economía circular. Mayores incentivos y facilidades en el desarrollo de políticas de gestión de residuos, financiamiento de proyectos amigables con el ambiente, asesorías, programas, requerimientos, entre otros; provocarán el cambio de paradigmas necesario para redirigir el modelo económico vigente.

**Palabras clave:** economía circular, construcción, proyectos, administración.

## ABSTRACT

The positive effect of the application of the circular economy model principles in the professional management of the construction projects, through an integration between this concept and the areas of knowledge develop for the administration of projects in *Project Management Institute*, will be evidence in the present investigation.

The research methodology used was descriptive, through the use of different techniques, including unstructured interviews and documentary review. The staff of companies related to the construction sector were interviewed, specifically, those who, due to their role in the organization, know the strategy used in the management of their projects.

As part of the found conditions in the actual situation, there are multiple applications of the circular economy model in projects related to the construction sector. The expected benefits range from the economic, environmental, business and social ambits. At the country level, some companies are at the forefront, have implemented several of the principles suggested by the model and have demonstrated the viability of the projects through results.

The methodology of the administration of projects of PMBOK were related with the principles of the circular economy, specifically with the knowledge areas of quality management, resources management, cost management and stakeholder management. Respect to the extension of PMBOK for construction, aspects were raised regarding the management of protection and environmental projects.

The role of the public institutions, including training centers, is imperative to achieve a transaction of the lineal economy to the circular economy. Greater incentives and facilities of the development of waste management policies, financing of friendly projects with the environment, advice, programs, requirements, and others, will provoke the change in the paradigms needed to redirect the economic model in force.

**Keywords:** circular economy, construction, projects, administration.

# INTRODUCCIÓN

El modelo de producción y consumo mundial ha sido caracterizado por un sistema lineal de extracción, fabricación, utilización y eliminación del producto, bien o servicio; y, por tanto, crea dependencia de los recursos, lo cual deja de ser rentable e incluso viable en un contexto en el que las materias primas pueden no ser suficientes para cubrir la demanda futura. El modelo de economía circular surge como una alternativa a este modelo tradicional.

La economía circular busca generar un balance económico que garantice la protección del medio ambiente y logre prevenir la contaminación, facilitando así el desarrollo sostenible. Su objetivo principal es que el valor de los productos, materiales y recursos se conserven en la economía durante el mayor tiempo posible y que se reduzca al mínimo la generación de residuos.

El sector construcción juega un papel fundamental en el desarrollo y avance tecnológico de todas las civilizaciones, indistintamente de su cultura. A través de la historia, la sociedad ha buscado mejorar su calidad de vida. Continúa siendo una de las principales industrias, responsable de movilizar una gran cantidad de insumos, impulsar el crecimiento de un territorio, crear fuentes de empleo, pero a su vez genera una gran cantidad de residuos.

Por tanto, una adecuada gestión de los proyectos de construcción impacta positivamente en las condiciones medioambientales, económicas y sociales de un país.

El presente trabajo de investigación busca incentivar al lector a implementar una estrategia de gestión de proyectos de construcción integrando los estándares del *Project Management Institute* con los principios del modelo de economía circular. Identificar todas las posibles oportunidades de gestionar los proyectos bajo este modelo, repercute positivamente en la eficiencia, productividad, innovación, diversificación del negocio, sostenibilidad ambiental, responsabilidad social, entre otros.

El informe está conformado por las siguientes etapas, el contenido principal se detalla a continuación:

- Generalidad de la Investigación: en este capítulo se desarrolló una explicación sobre el contexto actual del sector construcción, las condiciones medio ambientales y el avance del modelo de la economía circular. Se presenta el detalle del problema por el cual se



desarrolla la investigación, su justificación, el objetivo general y los objetivos específicos. Además del alcance, limitaciones y exclusiones.

- Marco teórico: en el capítulo se recopiló información sobre el sector construcción y su papel en la sociedad, la evolución de la industria y cuanto impacta en el medio ambiente. Adicionalmente se recopilaron conceptos importantes del modelo de economía circular y sus principales características. Se explica brevemente las generalidades de la administración de proyectos y las áreas de conocimiento desarrolladas por el PMI.
- Marco metodológico: en este apartado se explica que tipo de investigación fue desarrollada, los sujetos y fuentes de información, las herramientas utilizadas para la obtención de información y para el análisis de los datos obtenidos.
- Propuesta de solución: el capítulo se divide en dos partes, la primera demuestra la amplitud del campo de aplicación de los conceptos de economía circular en los proyectos de construcción, los beneficios esperados en el desarrollo de los proyectos y el impacto conseguido de algunas empresas que se desarrollan en el país. La segunda parte busca identificar algunos procesos de las áreas de conocimiento del PMI que se les pueda prestar especial atención para aplicar los principios de la economía circular.
- Conclusiones y recomendaciones: en este último capítulo se incluyen las conclusiones de la investigadora con base en los resultados obtenidos y se desglosaron las recomendaciones que puedan servirle al lector para futuras investigaciones.

## **Capítulo 1 Generalidades de la Investigación**

En este capítulo se muestran elementos generales del presente estudio, así como el planteamiento del problema y la justificación. Además, se describen los objetivos propuestos, los alcances de la investigación y las limitaciones encontradas.

### **1.1 Marco de Referencia Situacional**

Desde la década de los años setenta se han realizado numerosas investigaciones sobre la aplicación del concepto de economía circular en los modelos de negocio. El arquitecto Walter Stahel, fundador del Product-Life Institute en Suiza, fue uno de los pioneros en el concepto, sustentado en estudios que concuerdan que el uso de recursos, fabricación de productos y eliminación de desechos, de forma lineal no son sostenibles.

De acuerdo con la fundación Ellen MacArthur: “Una economía circular es restaurativa y regenerativa por diseño, y tiene como objetivo mantener los productos, componentes y materiales en su mayor utilidad y valor en todo momento. El concepto distingue entre ciclos técnicos y biológicos. Este nuevo modelo económico busca, en última instancia, desacoplar el desarrollo económico global del consumo finito de recursos. Impulsa objetivos estratégicos claves, como la generación de crecimiento económico, la creación de empleo y la reducción de los impactos ambientales, incluidas las emisiones de carbono.” En la sección 2.1 se expondrá el concepto con mayor detalle.

A nivel mundial, el tema del cambio climático ha tomado fuerza en las agendas políticas de un gran número de países, su impacto en los últimos años ha obligado a aquellos que lideran puestos de poder a implementar estrategias sostenibles. Dentro de los movimientos que han surgido, destacan acuerdos como el protocolo de Kioto (2005), los Objetivos de Desarrollo Sostenible (2015) y los acuerdos de París (2016), que nacen con el objetivo de reducir la generación de residuos, emisiones de gases de efecto invernadero y la huella ecológica, además de fomentar el uso de energías alternativas renovables.

La Comisión Europea ha avanzado considerablemente en su transición a un modelo de economía circular. En el año 2010 adopta un paquete de medidas sobre el modelo, el cual busca eliminar la tendencia a la generación de residuos, para enfocarse en los recursos; su Plan de Acción

de Economía Circular abarca un mayor control de la producción y manejo de plásticos, informes e indicadores de control, investigación de materias primas críticas, además establece compromisos vinculantes sobre reciclaje de residuos y eliminación de los vertederos, entre otros; todos bajo una línea de política sostenible.

La puesta en marcha de las propuestas estima que podrá lograrse una reducción de 450 millones de toneladas de gases por efecto invernadero al año, generación de 1,2 millones de empleos proyectados al 2030 y ahorro de 600.000 millones de euros para la industria europea (Commission, 2015), lo que contribuiría positivamente ante los efectos del cambio climático.

España destacó ante la Unión Europea, para el año 2015 en cuanto a los objetivos de reciclaje (Figura 1-1). El gobierno europeo estableció metas de reciclaje, y los resultados fueron superados según lo esperado, en ‘plásticos’ (un 63,8% logrado frente a un 22,5% exigido), en ‘madera’ (un 57,9% frente a un 15% exigido), en ‘metales’ (un 83% logrado frente a un 50% exigido) y en ‘papel/cartón’ (un 82,9% logrado frente a un 60% exigido) (Zamarrón, Búlmer, & Peralta, 2017).

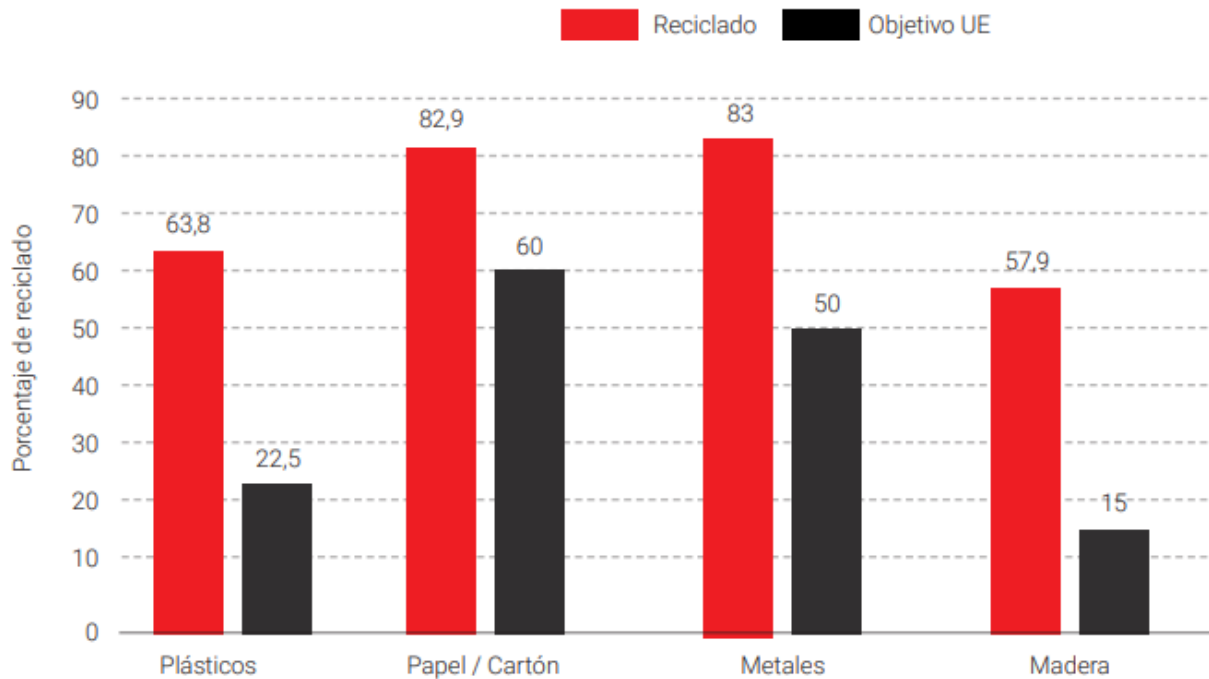


Figura 1-1. Porcentaje de reciclado y objetivo de la unión europea en España en 2015, por material.

Fuente: Nuevos enfoques sobre la gestión de residuos, España.

Las empresas del sector privado juegan un rol clave en el medio ambiente, cuando incorporan en sus modelos de producción y consumo criterios de sostenibilidad, e invierten en innovación para el desarrollo de prácticas y tecnología más sostenible. Todas estas investigaciones sirven como base para futuros emprendimientos, y además se van formando grupos de interés en pautas de consumo responsable.

Muchas empresas reconocidas a nivel mundial como Coca-Cola, Reault, H&M, Nike; están adoptando sistemas bajo los principios de economía circular. Coca-Cola anunció dentro de sus objetivos, para el año 2030 reciclar una botella por cada una que vendan, detallada en su iniciativa global “Un mundo sin residuos”. El objetivo de la compañía es invertir dólares y habilidades de marketing para ayudar a las personas a entender qué es reciclar, cómo reciclar y dónde reciclar. Crean en la economía circular, donde el plástico, el vidrio y el aluminio se reutilizan muchas veces en lugar de ser usados una vez y luego desechados (Quiencey, 2018).

Esta transición hacia una economía circular ha avanzado a través de asociaciones de colaboración, logrando una economía más accesible. Un ejemplo de ello es la simbiosis de Kalundborg, el primer ejemplo de simbiosis industrial que funciona en el mundo. Situada en Kalundborg, Dinamarca, la simbiosis se basa en asociaciones público-privadas, con intercambios de energía, agua y materiales en circuitos cerrados. La visión de “Kalundborg Symbiosis” es ser la simbiosis industrial líder en el mundo con un enfoque circular hacia la producción. Una simbiosis industrial constituye una asociación local donde los socios proporcionan, comparten y reutilizan recursos para crear valor compartido (Ellen Macarthur, 2018).

Países latinoamericanos, como es el caso Chile, cuenta un programa de innovación en economía circular, siendo pionero en América Latina, esta propuesta fue apoyada por el Gobierno, además de la creación de la Ley N. 20.920 que establece una responsabilidad extendida del productor y el fomento de reciclaje; y la Ley N. 21.100 “ChaoBolsasPlásticas”, ambas promovidas por el Ministerio de Medio Ambiente de Chile. Uruguay desarrolló un proyecto llamado “Biovalor”, promovido por el gobierno central, cuyo objetivo principal es la transformación de residuos generados a partir de actividades agropecuarias, agroindustriales y de pequeños centros poblados, convirtiéndolos en energía y/o subproductos, con el fin de desarrollar un modelo sostenible de bajas emisiones. También países como Colombia, Brasil, Argentina están innovándose en materia de sostenibilidad bajo un modelo circular.

A nivel país, no se han implementado medidas concretas a nivel del gobierno, que se enfoquen específicamente en el modelo de economía circular, pero empresas tanto extranjeras como nacionales han tomado sus principios como eje central de su estrategia de sostenibilidad. En setiembre de 2018, Costa Rica fue la sede del primer Congreso Latinoamericano sobre Sostenibilidad, Ecología y Evolución. En dicho Congreso, el Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE), la Fundación CRUSA y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), destacaron el potencial nacional mediante la producción y consumo responsable en una lógica de economía circular.

El Foro Global de Economía Circular del 2017, el Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible (WBCSD) lanzó la primera guía para CEOs sobre economía circular, se estima que existe una oportunidad de 4,5 trillones de dólares en negocios sostenibles; y que la transición hacia una economía circular podría catalizar grandes cambios transformacionales en cuanto a lo económico, social y ambiental.

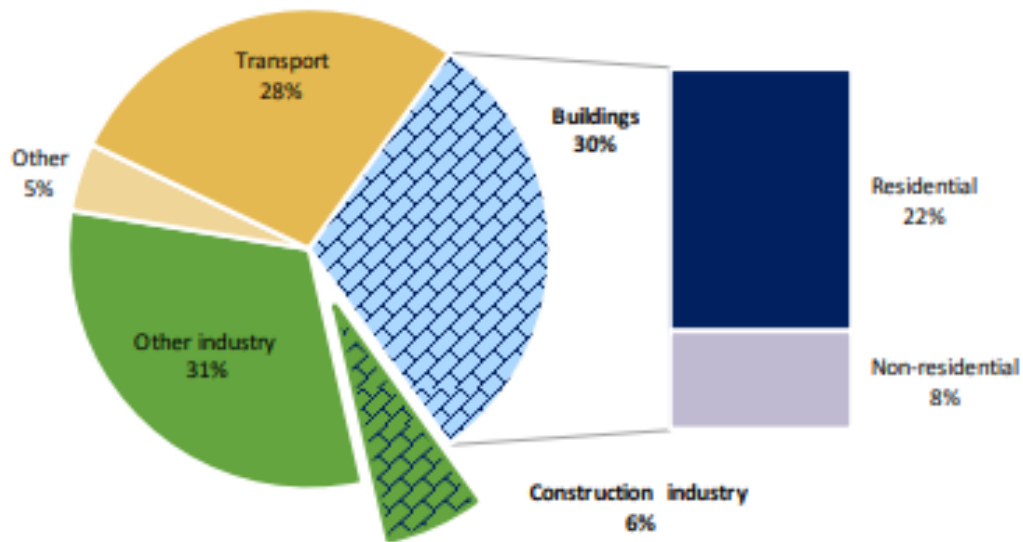
## ***1.2 Planteamiento del Problema***

Las condiciones climáticas atípicas que se han dado en los últimos años producto del cambio climático han repercutido activamente en aspectos como la salud, el medio ambiente y la economía. Dada la preocupación de la mayoría de los países de los efectos que estos acontecimientos provocan, se ha venido generando una tendencia mundial hacia una economía circular con el objetivo de lograr mayor eficiencia en los procesos y un mejor aprovechamiento de los recursos de manera responsable con el medio ambiente.

En el 2017, la población de América Latina y el Caribe llegó a 625 millones de personas y se estima que el 80 % de la población se concentrará en áreas urbanas en los próximos años. En ese sentido, para alimentar a una población en crecimiento se debería producir un 50 % más de alimentos, 45 % más de energía y un 30 % más de agua en 2030. Sin embargo, el sistema económico actual no contempla los límites naturales del planeta, por lo que surgen consecuencias ambientales graves como la degradación del suelo, la contaminación de cuerpos hídricos y el aumento de emisiones de gases del efecto invernadero, lo que contribuye al cambio climático global (FOMIN, 2017).

Los proyectos de construcción son fuerza impulsora de la economía de un país, en el Informe del Estado Global 2017, coordinado por el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente, se estima que la construcción de edificios está creciendo a tasas sin precedentes, y continuará haciéndolo. Para los próximos 40 años se desarrollarán 230 mil millones de metros cuadrados en nuevas construcciones a nivel mundial.

Tomando en cuenta que el consumo de energía, materias primas, emisiones son muy significativos para el medio ambiente, según los datos de la Agencia Internacional de Energía (IEA), el sector de edificios globales consumió cerca del 30% del uso total de energía final para el 2016, la construcción de edificios, incluyendo las industrias de fabricación de materiales para la construcción como el acero y el cemento, representó casi 6% adicional en el uso de energía final global estimada (Figura 1-2).



**Nota:** La "industria de la construcción" es una estimación de la porción del sector industrial general que se aplica a la fabricación de materiales para la construcción de edificios, como el acero, el cemento y el vidrio.

Figura 1-2. Proporción del consumo global de energía final por sector, 2016.

Fuente: derivado de IEA (2017), Estadísticas y balances energéticos mundiales, IEA / OCDE, París, [www.iea.org/estadisticas](http://www.iea.org/estadisticas).

Los edificios representaron el 28% de las emisiones globales de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) relacionadas con la energía. La construcción de edificios representó un 11% de las emisiones de CO<sub>2</sub> del sector energético (Figura 1-3).

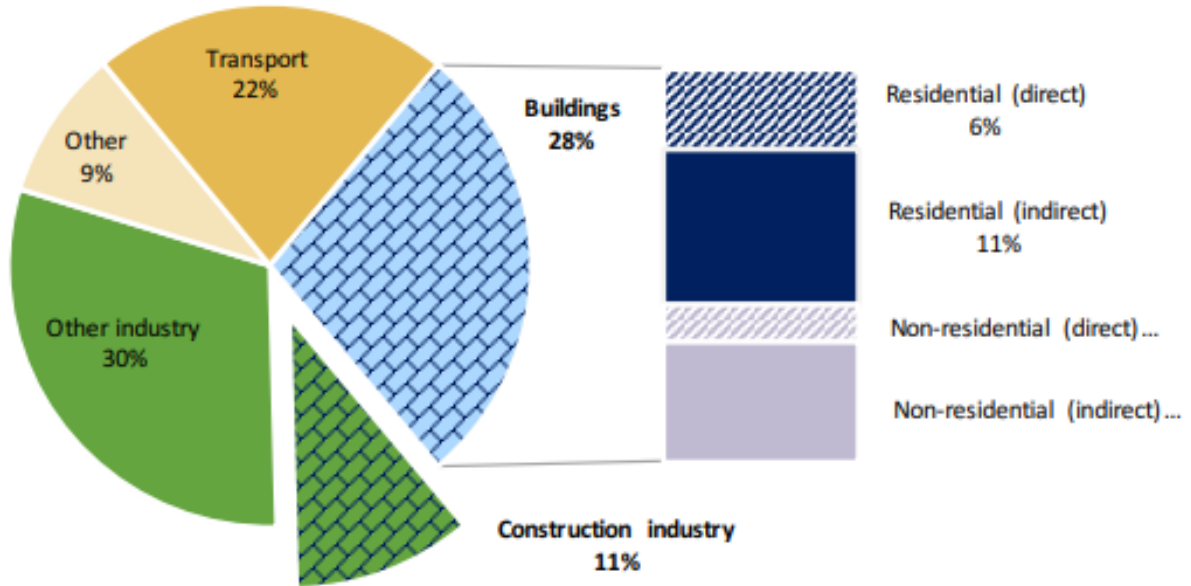


Figura 1-3. Proporción de las emisiones globales de CO<sub>2</sub> relacionadas con la energía por sector, 2016.  
 Fuente: derivado de IEA (2017), Estadísticas y balances energéticos mundiales, IEA / OCDE, París, [www.iea.org/estadisticas](http://www.iea.org/estadisticas).

El impacto del sector construcción, sobre el cambio climático en el planeta es un factor determinante ante la cuarta revolución industrial, que busca enfrentar a través de la innovación, un modelo económico eficiente y sustentable.

Asociaciones como “PlasticsEurope”, que representan a los fabricantes de plásticos activos en la industria europea, han realizado múltiples investigaciones en la fabricación del material. Según se observa en la Figura 1-4, para el año 2017, se estimó que el 19.7 % de la producción de plásticos fue consumido por el sector de Edificios y Construcción. El plástico tarda cientos de años en degradarse, contiene aditivos y adsorbe metales pesados, pesticidas y otros tóxicos, que degradan el medio ambiente.



Figura 1-4. Distribución de la demanda del convertidor de plásticos europeo por segmento en 2016.  
Fuente: PlasticsEurope Market Research Group (PEMRG) y Conversio Market & Strategy GmbH.

El desarrollo económico no puede seguir comprometiendo los recursos que las futuras generaciones requieren para cubrir sus necesidades. Esta obligación también se traslada a los directores de proyectos de construcción, quienes deberán funcionar como agentes de cambio, promoviendo iniciativas que logren interacciones sostenibles entre los proyectos y su entorno; se requiere un cambio de mentalidad tanto de los directores de proyectos como de las empresas, que incorporen el tema ambiental como línea base para el desarrollo de sus proyectos.

Con el desarrollo de la presente investigación se busca guiar y obtener conocimiento que impulse la integración de elementos de la economía circular en la gestión de proyectos de construcción.



### ***1.3 Justificación del Estudio***

A continuación, se muestra la justificación del proyecto, segmentada en antecedentes, impacto y beneficios.

#### ***1.3.1 Antecedentes***

El consumo desmedido del ser humano ha acelerado el deterioro del planeta. Diferentes organizaciones a nivel mundial han realizado múltiples investigaciones que permiten estimar la capacidad de regeneración del planeta y la calidad del medio ambiente. Según el estudio realizado por la organización “Global Footprint Network”, pioneros en el tema de huella ecológica, Costa Rica cuenta con un déficit, su demanda de recursos para el consumo por persona es de 2,5 gha (Hectárea global), superando así la capacidad regenerativa de sus ecosistemas, la cual se estima en 1,6 gha por persona.

La evolución de la economía global ha estado dominada por un modelo lineal de producción y consumo, en el cual se fabrican productos a partir de materias primas que luego se venden, se utilizan y, a continuación, se desechan como residuos. Aunque se han logrado avances importantes para mejorar la eficiencia de los recursos, todo sistema basado en el consumo en lugar del uso restaurativo de los recursos conlleva pérdidas significativas a lo largo de la cadena de valor (MacArthur, 2014). Este mismo modelo de consumo ha sido implementado por el sector construcción.

La industria de la construcción requiere una extracción considerable de materias primas, la fabricación de los materiales de construcción ocasiona emisiones de partículas y gases nocivos, contaminación de agua, generación de grandes cantidades de residuos, sumado a esto, el proceso constructivo y de operación de las estructuras, incrementa considerablemente el daño al medio ambiente y el consumo excesivo de energía. Además, es importante entender que el ciclo de vida de las edificaciones abarca desde el diseño hasta la instalación, uso, operación y el final de su vida útil. La fabricación de materiales para construir un metro cuadrado de una edificación estándar puede suponer el consumo de energía equivalente a unos 6.000 MJ (Mega Julios). El uso del mismo edificio, en condiciones habituales, durante el periodo de un año (expresado en m<sup>2</sup>), puede alcanzar los 500 MJ. Considerando la energía de uso del edificio para una vida útil de 50 años y sumándola a la de producción de los materiales, se llega a un valor total de 30.000 MJ/m<sup>2</sup> o bien 755 litros de

gasolina/m<sup>2</sup> (Wadel, Avellaneda, & Cuchí, 2010). Por lo que analizar esta etapa es muy importante, y esta es la razón por lo que mejorar el rendimiento energético del edificio sigue siendo un reto ante la situación ambiental.

Es fundamental desarrollar estrategias de desarrollo que garanticen y resguarden el capital natural a través de la innovación y la implementación de modelos circulares que optimicen los rendimientos de los recursos. El sector construcción se enfrenta a un reto y, además tiene la responsabilidad de gestionar sus proyectos bajo un marco de sostenibilidad.

En la gestión de proyectos, los factores ambientales de una empresa, los EEFs (Enterprise Environmental Factor, por sus siglas en inglés), hacen referencia a condiciones que no están bajo el control del equipo del proyecto y que influyen, restringen o dirigen el proyecto. Estas condiciones pueden ser internas y/o externas a la organización. Los EEFs se consideran como entradas de muchos procesos de la dirección de proyectos, específicamente para la mayor parte de los procesos de planificación. Estos factores pueden mejorar o restringir las opciones de la dirección de proyectos. Además, pueden influir de manera positiva o negativa sobre el resultado (PMI, 2017). Desde esta perspectiva, es determinante definir en los proyectos los lineamientos de sostenibilidad.

### ***1.3.2 Importancia de la Economía Circular y Beneficios***

La economía circular permite ahorrar energía, reducir costos para productores y consumidores, aliviar la presión antrópica frente a los recursos naturales, fomentar la innovación tecnológica, creatividad y competitividad y crear nuevos ejemplos y sectores en la economía. Un giro hacia un modelo circular podría generar en los próximos cinco años, según el “World Economic Forum” (2017), un trillón de dólares solo en ahorros de materiales, generar más de cien mil nuevos empleos y evitar hasta cien millones de toneladas de residuos. Estas cifras justifican replantear la transición a un modelo circular y deberían atraer la atención del sector público y del sector privado por igual (Grazian, 2018).

El Grupo Intergubernamental de Expertos sobre Cambio Climático (IPCC) estimó que el reciclaje puede contribuir notablemente en la reducción de las emisiones de los gases de efecto invernadero (GEI), utilizando materiales secundarios, a través de la reducción directa del consumo

de energía en el proceso de producción (materiales como el vidrio, papel y plástico), evitando la extracción, transporte y procesamiento de las materias primarias (Bogner, 2007).

La aplicación del concepto de economía circular en los proyectos beneficia al planeta ante la crisis ambiental que se vive actualmente (MacArthur, 2014), salvaguardar los recursos y las materias primas es fundamental para continuar con la vida humana. Se necesita un cambio de paradigma en los modelos de negocios, que busque trascender a la creación de valor no solo económico, sino también social y ambiental.

El objetivo de sustituir productos unidireccionales por productos «circulares por diseño» y generar redes de logística inversa y otros sistemas para respaldar la economía circular es un potente estímulo para las nuevas ideas. Entre las ventajas de una economía más innovadora se incluyen unas mayores tasas de desarrollo tecnológico, materiales, mano de obra y eficiencia energética mejoradas, y más oportunidades de beneficios para las empresas (MacArthur, 2014).

Al implementar cambios en los procesos productivos, requiriendo menos materiales y productos, se disminuyen los posibles riesgos y volatilidad de los proveedores de suministros, lo que conlleva a una mejor preparación ante factores externos en la ejecución de los proyectos.

La reestructuración en la cadena de valor, reutilizando materiales, busca reducir los costos de producción y disminuir la necesidad de recursos agotables, lo que incrementa la competitividad en el mercado, y el mejoramiento de la eficiencia e innovación ante los cambios del mercado; esto les garantiza mayor estabilidad económica. Según las investigaciones de la Fundación Ellen MacArthur, bajo una senda de economía circular, se esperarían grandes ahorros netos de costos de materiales, y un gran potencial para la creación de empleo y modernización.

El sector de la construcción se presenta como uno de los sectores claves de la economía, que movilizan más recursos naturales, especialmente no renovables, por lo que es clave su reconversión a una economía circular, dado que su optimización y disminución de uso de recursos, va a colaborar a generar un sistema económico menos dependiente, más competitivo y resiliente ante crisis económicas y ambientales (Fundación Conama, 2018).

#### ***1.4 Objetivos***

A continuación, se presenta el objetivo general y los objetivos específicos del proyecto.

#### **1.4.1 Objetivo general**

- Proponer una posible integración de elementos de la economía circular en la gestión de proyectos de construcción.

#### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Investigar aplicaciones y beneficios de la economía circular, en el sector de la construcción.
- Analizar el impacto de la economía circular en el desarrollo de proyectos de construcción.
- Identificar posibles integraciones entre economía circular y las áreas del conocimiento de la Guía PMBOK, incluyendo su Extensión para la Construcción.

### ***1.5 Alcance y Limitaciones***

A continuación, se presentan los alcances y limitaciones del presente proyecto.

#### **1.5.1 Alcance**

Para determinar la relevancia del modelo de economía circular y su aplicación en el sector construcción, se realizó una investigación tanto a nivel nacional como internacional, y se recopilaron algunos casos de éxito relevantes para evidenciar los beneficios que se han logrado al incorporar los principios del modelo de Economía Circular. A la vez se investigó sobre experiencias específicas en proyectos de construcción, buscando determinar el impacto que puede lograrse estableciendo políticas que respalden la sostenibilidad ambiental.

El presente documento incluye una integración entre algunos puntos estratégicos de las áreas de conocimiento del PMBOK y el modelo de economía circular.

### **1.5.2 Limitaciones**

Dentro de las limitaciones del desarrollo del trabajo, los resultados se dirigen a replantear la gestión de proyectos utilizando los principios de la economía circular. No existe mucha información sobre la aplicación del modelo en conjunto con la gestión de proyectos de construcción. La mayor parte de esta propuesta para adoptar principios de la economía circular toma como base los avances de los países miembros de la Comisión Europea.

### **1.5.3 Exclusiones**

En el presente trabajo de investigación no se realizó la implementación de una guía para ningún proyecto.

## **Capítulo 2 Marco Teórico**

En este capítulo se desarrolló el marco teórico de la investigación, donde se explica la evolución de los proyectos de construcción y su efecto en el medio ambiente, así como los principales conceptos de la administración de proyectos, y las características más importantes sobre el modelo de economía circular

### **2.1 Construcción y Medio Ambiente**

La industria de la construcción reactiva la economía de una sociedad y contribuye significativamente con la generación de empleo, además es un indicador del desarrollo económico; pero al mismo tiempo, afecta el medio ambiente, alterando las condiciones naturales en que se encuentra.

La transición del sector de la construcción hacia una economía circular no sólo implicará una importante reducción del daño de los recursos naturales y del impacto ambiental, sino que significará una oportunidad económica derivada de la ventaja competitiva, además de una mejor restitución y regeneración del capital natural, si se desarrollan los procesos de restauración necesarios (Fundación Conama, 2018).

En los apartados siguientes se explicará brevemente como se ha desarrollado la industria de la construcción y el impacto que ha generado a través del tiempo.

#### ***2.1.1 Evolución de la industria de la construcción***

Con el comienzo de la revolución agrícola, el ser humano deja de ser nómada, buscando sitios fijos para cultivar sus productos y criar animales domésticos, se dan las primeras construcciones utilizando sistemas artesanales. Se caracterizaban por el uso de materiales naturales como madera, piedra y barro. Conforme fueron adquiriendo mayor dominio del fuego a bajas temperaturas, sustituyeron por el yeso los morteros de barro que utilizaban en los revestimientos de las cabañas (Villanueva D., 2005). Posteriormente se descubre la descarbonización de la piedra caliza, y se da el uso de arcilla, estructuras de hierro y bronce.

Durante la época de la industrialización, los materiales característicos fueron el acero y el cemento, se desarrolló un mayor control en los procesos de fabricación, y adicionalmente se inició la prefabricación de elementos y sistemas.

Al final de la II Guerra Mundial hace su aparición un nuevo producto: el plástico, que en pocas décadas invade la construcción con nuevos materiales de muy diversas formas y aplicaciones. Desplaza en mayor o menor medida a los productos tradicionales, primero con imitaciones y después con productos nuevos. En algunos campos, como el de las pinturas, los adhesivos y los selladores, los productos sintéticos se han impuesto totalmente (Villanueva D., 2005).

Actualmente, se utilizan una cantidad incontable de materiales para la construcción. El procesamiento de materias primas, la elaboración de materiales nuevos, las demoliciones producto de nuevas edificaciones y de problemas de calidad y cambio de ordenes en nuevas construcciones, y los procesos constructivos provocan que se generen mayor cantidad de residuos, y un gran consumo de energía que repercute directamente en el medio ambiente.

### ***2.1.2 Impacto ambiental en el Sector Construcción***

El sector de la Construcción es responsable del 50% de los recursos naturales empleados, del 40% de la energía consumida (incluyendo la energía en uso) y del 50% del total de los residuos generados (Anink, Boonstra, & Mak, 1996). A través de los años se hace cada vez más evidente su impacto en el medio ambiente, la degradación de las cuencas, la contaminación excesiva de las aguas superficiales y uso de las aguas confinadas, pérdida de suelo, contaminación atmosférica y acústica, además de las investigaciones con relación al cambio climático, han hecho que cada vez se ponga mayor atención al impacto de la construcción y la conservación del medio ambiente.

Aunque medio y ambiente tienen idéntico significado, es decir, “lo que nos rodea”, lo que constituye una redundancia, escribiéndolo junto o separado, hay quien identifica al “medio” como el elemento en el que viven y se mueven las personas, los animales y las cosas, mientras que “ambiente” corresponde al conjunto de factores que actúan sobre esas comunidades y condicionan su forma y desarrollo (López, 2013). La construcción de obras siempre implica una alteración del medio ambiente, y en el mayor de los casos altera su capacidad de regeneración natural.

El concepto de impacto ambiental puede definirse como “el cambio en un parámetro ambiental, en un determinado período y en una determinada área, que resulta de una actividad dada,

comparado con la situación que ocurriría si esa actividad no hubiera sido iniciada” (Wathern, P., 1988). No necesariamente tiene una connotación negativa, pero para efectos de la investigación, el objetivo es evidenciar el daño ambiental debido a la industria de la construcción.

Dentro de los principales aspectos que la industria de la construcción debe considerar para mitigar el efecto negativo en el medio ambiente están, el consumo de recursos naturales, contaminación del aire y agua, y la generación de residuos. Los recursos naturales pueden ser definidos como aquellas partes de la naturaleza que pueden proveer los bienes y servicios requeridos por los humanos (Mather & Chapman, 1995). Las obras de construcción no deben afectar el equilibrio ecológico. A través de la construcción se realiza un consumo masivo de materias primas, además de un alto consumo de energía de fuentes agotables, procedentes de derivados de petróleo y carbón, provocando emisiones de gases perjudiciales que han contribuido severamente con el cambio climático.

El suelo puede ser alterado por la cantidad de residuos tanto sólidos como líquidos, asociados a actividades de limpieza, desmonte, excavaciones, demoliciones, entre otras. Estos vertidos tienen efectos nocivos en el medio ambiente. Se consideran desechos o residuos de construcción y demolición aquellos que se generan en el entorno urbano y no se encuentran clasificados dentro de los comúnmente conocidos como “Residuos Sólidos Urbanos” (residuos domiciliarios y comerciales), ya que su composición es cuantitativa y cualitativamente distinta (Leandro H., 2007). En cada proyecto son desechadas cantidades de materiales sin ningún tipo de tratamiento en la mayoría de los casos, generando efectos irreversibles en el medio ambiente.

## **2.2 Economía circular y sostenibilidad ambiental**

El concepto de desarrollo sostenible se oficializó en 1987, en una de las sesiones de Medio Ambiente y Desarrollo, de la Organización Mundial de las Naciones Unidas (ONU). Surge a raíz de la creciente preocupación a nivel mundial de los efectos irreparables sobre el medio natural, generando consciencia sobre la valoración de las consecuencias futuras. En su informe a la Asamblea General de las Naciones Unidas, titulado "Nuestro Futuro Común", la Comisión Brundtland definió el desarrollo sostenible como el "desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones presentes sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer



las propias" (WCED, 1987). El desarrollo sostenible se logra fundamentalmente combinado tres dimensiones: económica, social y ambiental como se observa en la Figura 2-1.

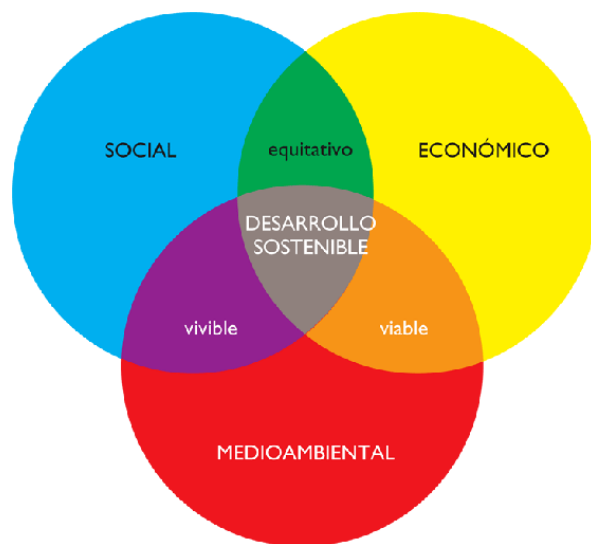


Figura 2-1. Tres dimensiones del desarrollo sostenible.

Fuente: <https://www.ecointeligencia.com>.

La economía circular es una alternativa ante los desafíos del crecimiento tecnológico, económico y productivo. La economía circular es un paradigma que tiene como objetivo generar prosperidad económica, proteger el medio ambiente y prevenir la contaminación, facilitando así el desarrollo sostenible (Prieto Sandoval, Jaca, & Ormazabal, 2017).

### 2.3 Economía Circular

La evolución de la economía global ha estado dominada por un modelo lineal (ver Figura 2-2) de producción y consumo, en el cual se fabrican productos a partir de materias primas, que luego se venden, se utilizan y, a continuación, se desechan como residuos. Aunque se han logrado avances importantes para mejorar la eficiencia de los recursos, todo sistema basado en su consumo en lugar de su uso restaurativo conlleva a pérdidas significativas a lo largo de la cadena de valor (Espaliat, 2017).

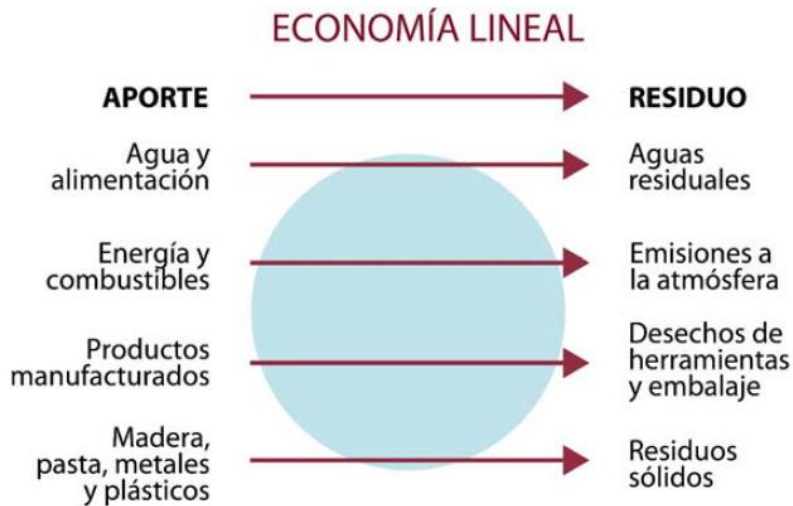


Figura 2-2. Modelo de economía lineal.

Fuente: Espaliat, 2017.

Desde los años setenta surgieron conceptos de economía circular, pero es hasta los años noventa que toma fuerza el concepto, que es consecuente con su nombre, ya que busca emigrar de un ciclo lineal, donde se producen desperdicios, a un ciclo cerrado, donde hay una reutilización de los materiales y eliminación de procesos y materiales dentro del ciclo. La economía circular es reparadora y regenerativa (ver Figura 2-3), y pretende conseguir que los productos, componentes y recursos en general mantengan su utilidad y valor en todo momento. La economía consiste en un ciclo continuo de desarrollo positivo que conserva y mejora el capital natural, optimiza el uso de los recursos y minimiza los riesgos del sistema al gestionar una cantidad finita de existencias y unos flujos renovables. Además, funciona de forma eficaz en todo tipo de escala (MacArthur, 2014).

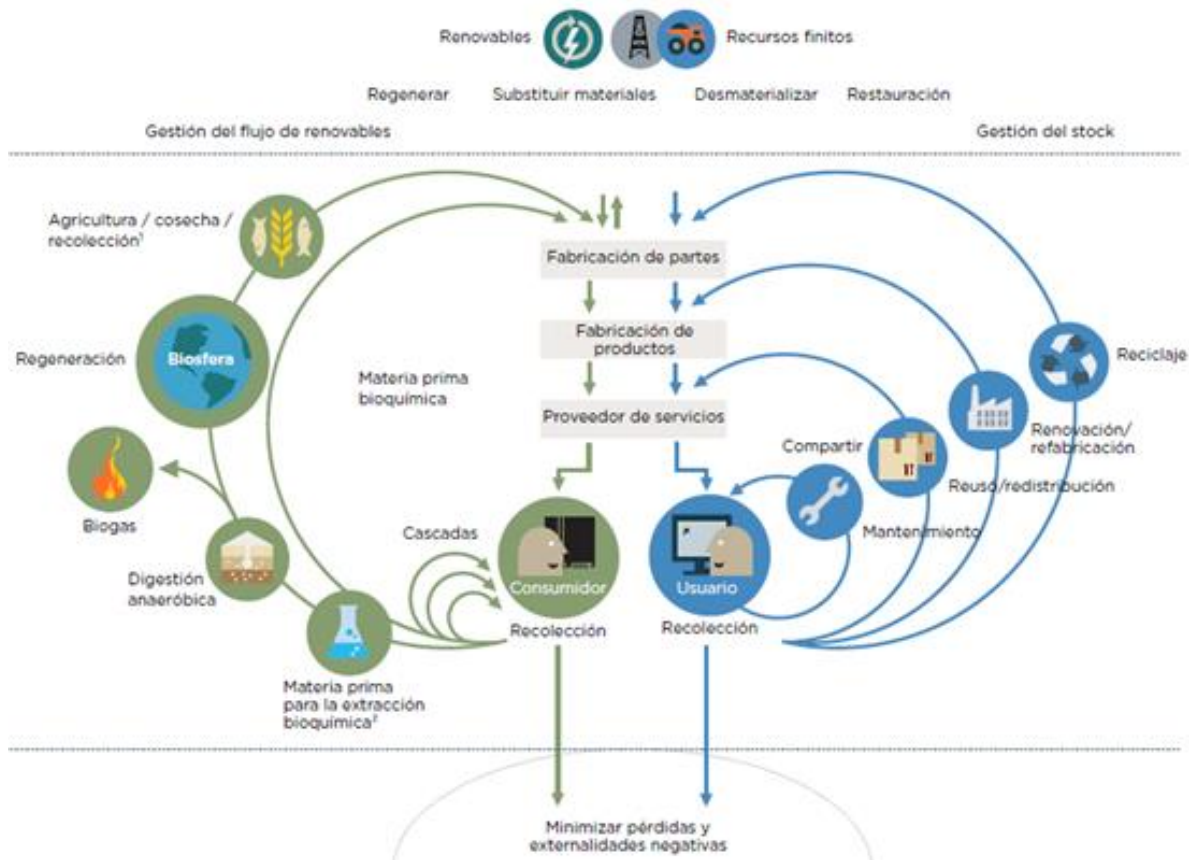


Figura 2-3. Esquema de una Economía Circular.

Fuente: Fundación Ellen Mc Arthur.

### 2.3.1 Principios de la Economía Circular

La economía circular se basa en tres principios fundamentales para desarrollar ciclos biológicos eficaces, que permitan regenerar los materiales utilizados, con o sin intervención humana. Estos principios fueron desarrollados por la Fundación Ellen Mc Arthur:

#### ***Principio 1: Preservar y mejorar el capital natural Fuente***

Para cumplir con este principio se requiere controlar las reservas finitas de recursos y equilibrar los flujos de aquellos que son renovables. Se puede lograr a través del uso de la tecnología, ofreciendo servicios de forma virtual cuando sea óptimo. El sistema circular buscará, en cuanto sea posible, seleccionar de la mejor manera los recursos necesarios, y dentro de lo posible renovables, además de procesos y tecnologías de mayor rendimiento.

### ***Principio 2: Optimizar los rendimientos de los recursos Fuente***

Para lograr una distribución de productos, componentes y materias con su utilidad máxima en todo momento tanto en ciclos técnicos como biológicos, es necesario replantear los diseños convencionales, refabricar, reacondicionar y reciclar, de manera que las materias se encuentren circulando y contribuyendo directa o indirectamente en la economía.

Al promover la reutilización de los productos y extendiendo su reutilización, se maximiza el número de ciclos consecutivos y/o tiempo del empleado en cada ciclo.

### ***Principio 3: Promover la eficacia de los sistemas***

Para lograrlo, es necesario reducir los daños en los diferentes sectores tales como alimentación, educación, ocio, salud; a través de la detección y eliminación en el diseño de aquellos factores externos que comprometan el medio ambiente de manera irreversible.

Estos principios conducen a cuatro fuentes claras de creación de valor (MacArthur, 2014):

1. El poder del círculo interior, conlleva la reducción del uso de materiales con relación al sistema de producción lineal, cuanto más se acorte el círculo menor será la intervención para volver el producto a ser reutilizado, transformado o refabricado.
2. El poder circular por más tiempo se refiere a maximizar el número de ciclos consecutivos (ya sea reutilización, refabricación, o reciclaje) y/o el período de cada ciclo.
3. El poder del uso en cascada se refiere a diversificar la reutilización a través de las fases de una cadena de valor.

#### ***2.3.2 Características fundamentales de la Economía Circular***

El modelo de economía circular propuesto por Ellen Mac Arthur encierra características fundamentales:

- Eliminación de residuos del diseño: desde la etapa de diseño se da un replanteamiento del sistema original y/o usual. Cuando se incorporan materias primas biológicas, éstas pueden reincorporarse fácilmente mediante el compostaje o digestión anaeróbica. Cuando se trata de materiales artificiales debe diseñarse para ser recuperadas, renovados y/o mejorados;

procurando minimizar el consumo de energía y buscando retener su valor tanto económico como de recurso.

- Diversidad: *“Una economía circular valora la diversidad como forma de generar solidez. En muchos tipos de sistemas, la diversidad es un motor fundamental de versatilidad y resiliencia. En los sistemas vivos, por ejemplo, la biodiversidad es fundamental para sobrevivir a los cambios medioambientales”* (MacArthur, 2014).
- Impulsador de Economía a través de energía renovable: el objetivo es promover una economía que no sea dependiente a los recursos no renovables y busque crear sistemas resilientes.
- Pensamiento sistemático: para procurar una debida transición a una economía circular, se debe estar alerta todas aquellas partes que están vinculadas entre sí, comprender todo el contexto de los sistemas.
- Precios reales: bajo este concepto los precios deben reflejar los costes reales, funcionan como mensajes, que deben transmitir transparencia sobre este tipo de sistemas.

### **2.3.3 Industria 4.0 y Economía Circular**

La cuarta revolución industrial se refiere a un nuevo modelo de organización y de control de la cadena de valor a través del ciclo de vida del producto y a lo largo de los sistemas de fabricación apoyado y hecho posible por las tecnologías de la información (Val Román, 2018).

Al mismo tiempo, la Industria 4.0 enfrenta tres grandes retos (Espaliat, 2017) que son fundamentales para dar un salto tecnológico eficiente:

- Asimilación de avances tecnológicos.
- Cambio de los modelos de producción, consumo y distribución, desde un modelo circular, sostenible y responsable.
- Enfrentar el cambio climático.

La economía circular juega un rol importante en la Industria 4.0, promoviendo un modelo de ‘producto como servicio’, donde el fabricante hace un mayor uso del internet. De esta forma se incentiva la investigación y creación de mayor tecnología.

## 2.4 Administración de Proyectos

La administración profesional de proyectos involucra una serie de herramientas y recursos que permiten implementar modelos más estructurados para lograr los objetivos buscados. En la siguiente sección se describen conceptos básicos de la administración de proyectos.

### 2.4.1 Generalidades de la administración de proyectos

A través del tiempo, se han desarrollado diferentes metodologías y/o herramientas para la administración profesional de proyectos. Dentro de las organizaciones con mayor desarrollo en el tema, Project Management Institute (PMI), International Project Management Association (IPMA) y Project in Controlled Environment (PRINCE2).

El PMI es una asociación de profesionales en la administración de proyectos sin fines de lucro, con más 170 países miembros, fue fundada en el año 1969. El objetivo era proponer la documentación, estandarización y prácticas para la gestión de proyectos, proponiendo una guía, *Project Management Body of Knowledge* (PMBOK).

Según el *Project Management Institute* (PMI, 2017), la gestión de proyectos se define como la aplicación del conocimiento, de las habilidades, y de las técnicas para ejecutar los proyectos en forma eficiente y efectiva. Es una competencia estratégica para las organizaciones, y les permite atar los resultados de los proyectos a las metas del negocio, y así competir mejor en su mercado.

La *International Project Management Association* (IPMA), se enfoca más en la gestión de proyectos bajo aspectos de dirección y liderazgo para alcanzar los objetivos del proyecto. Propone una línea base de competencias referentes al gerente de proyectos que son aplicadas directamente a la gerencia de proyectos, programas y portafolios; el objetivo es enriquecer y mejorar la competencia del individuo que permita dominar en el campo de la administración ante entornos cada vez más competitivo. Describe una competencia como la habilidad para aplicar conocimientos y/o destrezas, y, cuando sea relevante, para lograr los resultados deseados (IPMA, 2015).

Para el caso de Project in Controlled Environment (PRINCE2), es un método estructurado originalmente creado para la gestión efectiva de proyectos. Es una metodología concebida para mejorar el desarrollo del proyecto y elevar sus probabilidades de éxito (Mena, 2014).

### ***2.4.2 Conceptos fundamentales para la Administración de Proyectos***

Un proyecto es un esfuerzo para lograr un objetivo específico por medio de una serie particular de tareas interrelacionadas y el uso eficaz de los recursos (Gido & Clements, 2012). Para el PMI es trascendental pensar en un proyecto bajo dos enfoques, producto único y temporal.

Tradicionalmente, las métricas de tiempo, costo, alcance y calidad de la dirección de proyectos han sido los factores más importantes para definir el éxito de un proyecto. Recientemente, profesionales y académicos han determinado que el éxito del proyecto también debe medirse teniendo en cuenta el logro de los objetivos del proyecto (PMI, 2017).

El ciclo de vida de un proyecto conlleva una serie de fases desde el inicio hasta su conclusión. Se gestiona mediante la ejecución de una serie de actividades de dirección del proyecto conocidas como procesos de la dirección de proyectos. Cada proceso de la dirección de proyectos produce una o más salidas a partir de una o más entradas mediante el uso de herramientas y técnicas adecuadas para la dirección de proyectos. La salida puede ser un entregable o un resultado. Los resultados son una consecuencia final de un proceso ( Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK), 2017).

Según el PMI existen 5 grupos de procesos para la consecución de los objetivos:

**Inicio.** Procesos realizados para definir un nuevo proyecto o nueva fase de un proyecto existente al obtener la autorización para iniciar el proyecto o fase.

**Planificación.** Procesos requeridos para establecer el alcance del proyecto, refinar los objetivos y definir el curso de acción requerido para alcanzar los objetivos propuestos del proyecto.

**Ejecución.** Procesos realizados para completar el trabajo definido en el plan para la dirección del proyecto a fin de satisfacer los requisitos del proyecto.

**Monitoreo y Control.** Procesos requeridos para hacer seguimiento, analizar y regular el progreso y el desempeño del proyecto, para identificar áreas en las que el plan requiera cambios y para iniciar los cambios correspondientes.

**Cierre.** Procesos llevados a cabo para completar o cerrar formalmente el proyecto, fase o contrato.

Además de los grupos, el PMBOK categoriza los procesos a por áreas de conocimiento, definida como “un área identificada de la dirección de proyectos definida por sus requisitos de conocimientos y que se describe en términos de los procesos, practicas, entradas, salidas, herramientas y técnicas que la componen”. La guía identifica 10 áreas de conocimiento (PMI, 2017):

**Gestión de la Integración.** Incluye los procesos y actividades para identificar, definir, combinar, unificar y coordinar los diversos procesos y actividades de dirección del proyecto.

**Gestión del Alcance.** Incluye los procesos requeridos para garantizar que el proyecto incluye todo el trabajo requerido y únicamente el trabajo requerido para completarlo con éxito.

**Gestión del Cronograma.** Incluye los procesos requeridos para administrar la finalización del proyecto a tiempo.

**Gestión de los Costos.** Incluye los procesos involucrados en planificar, estimar, presupuestar, financiar, obtener financiamiento, gestionar y controlar los costos de modo que se complete el proyecto dentro del presupuesto aprobado.

**Gestión de la Calidad.** Incluye los procesos para incorporar la política de calidad de la organización en cuanto a la planificación, gestión y control de los requisitos de calidad del proyecto y el producto, a fin de satisfacer las expectativas de los interesados.

**Gestión de los Recursos.** Incluye los procesos para identificar, adquirir y gestionar los recursos necesarios para la conclusión exitosa del proyecto.

**Gestión de las Comunicaciones.** Incluye los procesos requeridos para garantizar que la planificación, recopilación, creación, distribución, almacenamiento, recuperación, gestión, control, monitoreo y disposición final de la información del proyecto sean oportunos y adecuados.

**Gestión de los Riesgos.** Incluye los procesos para llevar a cabo la planificación de la gestión, identificación, análisis, planificación de respuesta, implementación de respuesta y monitoreo de los riesgos de un proyecto.

**Gestión de las Adquisiciones.** Incluye los procesos necesarios para la compra o adquisición de los productos, servicios o resultados requeridos por fuera del equipo del proyecto.



**Gestión de los Interesados.** Incluye los procesos requeridos para identificar a las personas, grupos u organizaciones que pueden afectar o ser afectados por el proyecto, para analizar las expectativas de los interesados y su impacto en el proyecto, y para desarrollar estrategias de gestión adecuadas a fin de lograr la participación eficaz de los interesados en las decisiones y en la ejecución del proyecto.

En la Figura 2-4 se muestra la correspondencia entre Grupos de Procesos y Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos desarrollados por el PMI:

Áreas de Conocimiento	Grupos de Procesos de la Dirección de Proyectos				
	Grupo de Procesos de Inicio	Grupo de Procesos de Planificación	Grupo de Procesos de Ejecución	Grupo de Procesos de Monitoreo y Control	Grupo de Procesos de Cierre
<b>4. Gestión de la Integración del Proyecto</b>	4.1 Desarrollar el Acta de Constitución del Proyecto	4.2 Desarrollar el Plan para la Dirección del Proyecto	4.3 Dirigir y Gestionar el Trabajo del Proyecto 4.4 Gestionar el Conocimiento del Proyecto	4.5 Monitorear y Controlar el Trabajo del Proyecto 4.6 Realizar el Control Integrado de Cambios	4.7 Cerrar el Proyecto o Fase
<b>5. Gestión del Alcance del Proyecto</b>		5.1 Planificar la Gestión del Alcance 5.2 Recopilar Requisitos 5.3 Definir el Alcance 5.4 Crear la EDT/WBS		5.5 Validar el Alcance 5.6 Controlar el Alcance	
<b>6. Gestión del Cronograma del Proyecto</b>		6.1 Planificar la Gestión del Cronograma 6.2 Definir las Actividades 6.3 Secuenciar las Actividades 6.4 Estimar la Duración de las Actividades 6.5 Desarrollar el Cronograma		6.6 Controlar el Cronograma	
<b>7. Gestión de los Costos del Proyecto</b>		7.1 Planificar la Gestión de los Costos 7.2 Estimar los Costos 7.3 Determinar el Presupuesto		7.4 Controlar los Costos	
<b>8. Gestión de la Calidad del Proyecto</b>		8.1 Planificar la Gestión de la Calidad	8.2 Gestionar la Calidad	8.3 Controlar la Calidad	
<b>9. Gestión de los Recursos del Proyecto</b>		9.1 Planificar la Gestión de Recursos 9.2 Estimar los Recursos de las Actividades	9.3 Adquirir Recursos 9.4 Desarrollar el Equipo 9.5 Dirigir al Equipo	9.6 Controlar los Recursos	
<b>10. Gestión de las Comunicaciones del Proyecto</b>		10.1 Planificar la Gestión de las Comunicaciones	10.2 Gestionar las Comunicaciones	10.3 Monitorear las Comunicaciones	
<b>11. Gestión de los Riesgos del Proyecto</b>		11.1 Planificar la Gestión de los Riesgos 11.2 Identificar los Riesgos 11.3 Realizar el Análisis Cualitativo de Riesgos 11.4 Realizar el Análisis Cuantitativo de Riesgos 11.5 Planificar la Respuesta a los Riesgos	11.6 Implementar la Respuesta a los Riesgos	11.7 Monitorear los Riesgos	
<b>12. Gestión de las Adquisiciones del Proyecto</b>		12.1 Planificar la Gestión de las Adquisiciones	12.2 Efectuar las Adquisiciones	12.3 Controlar las Adquisiciones	
<b>13. Gestión de los Interesados del Proyecto</b>	13.1 Identificar a los Interesados	13.2 Planificar el Involucramiento de los Interesados	13.3 Gestionar la Participación de los Interesados	13.4 Monitorear el Involucramiento de los Interesados	

Figura 2-4. Correspondencia entre Grupos de Procesos y Áreas de Conocimiento de la Dirección de Proyectos.

Fuente: Project Management Institute.

### ***2.4.3 Gestión de proyectos de construcción***

El PMI desarrolló una extensión a la Guía para la gestión de proyectos de construcción, en la cual introdujo dos Áreas de conocimiento adicionales que son aplicables a proyectos de construcción.

#### ***2.4.3.1 Gestión de proyectos de salud, seguridad, protección y medio ambiente***

Esta sección de la Extensión de construcción presenta consideraciones de Salud, Seguridad, Protección y Medio Ambiente, para administrar, asegurar y controlar proyectos de construcción. Dentro de los principales requisitos de los procesos y actividades de planificación (PMI, 2016):

- Regulaciones impuestas por el propietario / patrocinador,
- Normas y regulaciones obligatorias (locales, estatales, nacionales o internacionales),
- Propietario / patrocinador y estándares aceptados internacionalmente.
- Buenas prácticas y criterios de trabajo del contratista.

En los proyectos de construcción deben considerarse los diversos factores ambientales, tales como el clima, la vida silvestre, la lejanía, los recursos naturales y culturales, etc. Se requiere análisis y coordinación durante las fases de pre-construcción del proyecto. El establecimiento de compromisos, mitigaciones y controles, y los análisis de impacto de la construcción deben ser considerados tiempo antes de que comience la construcción (PMI, 2016).

La gestión de la seguridad y el medio ambiente garantiza que el sistema de gestión del proyecto emplee todos los procesos necesarios para cumplir los requisitos del proyecto y que estos procesos tengan en cuenta la seguridad y el medio ambiente. La seguridad y la gestión ambiental del proyecto consisten principalmente en garantizar que las condiciones del contrato (incluidas las contenidas en la legislación y las especificaciones técnicas del proyecto) se lleven a cabo en beneficio de la seguridad de quienes trabajan en el sitio y en las inmediaciones del proyecto.

Debe abordar tanto la gestión del proyecto como el producto del proyecto (y sus componentes), incluida la evaluación y la determinación de cómo interactúan los diferentes procesos de gestión del proyecto para satisfacer las necesidades del proyecto, y si se necesitan cambios o mejoras para lograrlo los objetivos ambientales y de seguridad. Una gestión adecuada y efectiva del proyecto estaría incompleta sin la debida consideración de los requisitos de seguridad y gestión ambiental.

Además, tanto la seguridad del proyecto como la gestión ambiental deben integrarse con los procesos de gestión de riesgos para lograr los objetivos establecidos.

La política de seguridad y gestión ambiental incluye el grado en que la administración de la organización ejecutante está comprometida con la responsabilidad social y los problemas de conservación ambiental, y puede tener un impacto importante en la efectividad de un programa de seguridad y medio ambiente.

#### *2.4.3.2 Gestión financiera del proyecto*

La gestión financiera del proyecto determina cómo se financiará el proyecto, incluidos los procesos para adquirir y administrar los recursos financieros para el proyecto. Se preocupa más por las fuentes de ingresos y el monitoreo de los flujos de efectivo netos para el proyecto de construcción que por la administración de los costos diarios. Si bien los profesionales de la construcción son expertos en el aspecto técnico de su trabajo, a menudo carecen de conocimiento y comprensión de la gestión financiera.

Las investigaciones han demostrado que los gerentes de proyecto en construcción necesitan conocer los fundamentos de la administración financiera para comprender mejor y navegar las decisiones financieras que forman parte de cada proyecto de construcción.

#### *2.4.4 Aplicación de la Economía Circular en Proyectos*

Existe un interés mundial creciente sobre la sostenibilidad, que ha empezado a extenderse a nivel político y económico, a nivel internacional, nacional, regional y local, a nivel de nación, organización, proyecto y personas; tal y como lo mencionan el presidente de la Association for Project Management (2006) y Gareis, Heumann & Martinuzzi (2009).

A nivel de proyectos la integración de los elementos de sostenibilidad es aún incipiente, y si bien se han obtenido avances en el elemento de sostenibilidad ambiental, especialmente en el caso de la industria de la construcción donde se han desarrollado diversos estudios y listas de chequeo para facilitar esta integración; aún se encuentran brechas en la incorporación del elemento de sostenibilidad social (Porrás Barajas, 2017).

A raíz de las diversas tendencias que surgen principalmente para combatir el cambio climático, las organizaciones formulan nuevas estrategias de negocio, y comienzan a tomar importancia el

consumo de energía en las edificaciones, buscando gestionar lo más adecuadamente posible. Es aquí donde toma fuerza las iniciativas en pro al desarrollo sostenible, que pretende la consideración de criterios desde la fase de diseño y a lo largo de todo el ciclo de vida de las estructuras. Las principales características de este planteamiento son las siguientes (Espaliat, 2017):

- **Implantación y ubicación:** el proyecto constructivo ha de tener en cuenta la orientación del edificio, la latitud, la zona climática y el entorno inmediato para obtener una adecuada calidad ambiental. La consideración de la dirección de los vientos en invierno y en verano, así como la posición del sol durante todo el año, es muy importante para determinar los elementos bioclimáticos de cualquier edificio. Los edificios iluminados y ventilados de forma natural y los que utilizan fuentes de energía alternativas constituyen inversiones muy rentables.
- **Suministro de energía:** se debe procurar utilizar el máximo posible de energías renovables, con el objeto de cubrir las necesidades energéticas del edificio buscando la autosuficiencia y el autoconsumo, tal y como lo permiten, por ejemplo, las placas solares fotovoltaicas, las turbinas eólicas y los paneles termosolares.
- **Sistemas de automatización y gestión ambiental:** es aconsejable y ventajoso incorporar sistemas domóticos de gestión de energía para automatizar el control de la climatización y de la iluminación en los edificios. Instalar sistemas de regulación en instalaciones antiguas, reemplazar calderas anticuadas por equipos de condensación, y utilizar bombillas de bajo consumo, son claros ejemplos de medidas conducentes mejorar la eficiencia energética y las condiciones ambientales del edificio.
- **Materiales de construcción:** el empleo de sistemas pasivos de recubrimiento aislante, así como las fachadas ventiladas, aportan importantes ventajas económicas y técnicas en relación con el consumo energético, además de sus propiedades de aislamiento y protección solar, y de impermeabilidad frente a la lluvia y el viento. Es también posible disponer de este tipo de elementos elaborados con materiales 100% reciclables.
- **Utilización de materiales ecológicos:** un requisito que parte de la premisa de que en los ecosistemas naturales no existe la “basura”, entendida como tal desde el punto de vista coloquial. En la edificación, el desafío radica en el cierre completo del ciclo de los materiales, de modo que desde la etapa de diseño se prevea su reciclaje o su reutilización como tales, o como elementos mejorados que incrementen su valor.

- **Innovación ecológica y ecodiseño:** una opción de gran impacto en el sector de la edificación. Mediante la innovación ecológica, no solo es posible construir edificios sostenibles y eficientes, sino también con una imagen y unas condiciones que realzan su estética y sus condiciones de seguridad y confort. Los edificios diseñados aplicando criterios ecológicos son construidos estimulando el empleo de materiales reciclables y consumen menos energía, ajustándose a los criterios de la economía circular, y facilitando el incremento de su ciclo de vida útil, lo cual redundará también en sustanciales ahorros.
- **Gestión eficiente del agua:** una necesidad imperativa, ya que es indiscutible que el agua ejerce un impacto directo sobre la salud de las personas y la estabilidad ambiental. Actualmente el agua, como recurso, es tanto o más importante que la energía, y su escasez en el mundo conduce a tener muy en cuenta que uno de los problemas más urgentes de resolver es garantizar la estabilidad de su abastecimiento.
- **Gestión de residuos:** los residuos generados por la construcción representan aproximadamente el cincuenta por ciento de los residuos que se depositan en los vertederos. Se puede contribuir a la reducción de residuos de cuatro formas:
  - La estandarización y el diseño modular, incluida tanto la cadena de producción como la cadena de residuos.
  - La selección de materiales reutilizables, recuperados o reciclados con el fin de impulsar el reciclaje.
  - El diseño de edificaciones mediante montajes y uniones mecánicas, el empleo de morteros de cal en lugar de cemento, aumentando de este modo las posibilidades de reciclaje.
  - El proyecto de edificios flexibles aptos para ser reutilizados. Dado que la duración estructural de un edificio suele ser mayor que la económica (más de 100 años en lugar de 50), se debería considerar sus posibles cambios y alternativas de uso a lo largo de su ciclo de vida útil.

## Capítulo 3 Marco Metodológico

En el presente capítulo se explica el alcance de la investigación mediante la descripción detallada de la metodología, que contiene el tipo de investigación, las fuentes, técnicas a utilizar para la recolección, procesamiento y análisis de datos, que permitirán cumplir con los objetivos planteados en este proyecto.

Una investigación es un conjunto de procesos sistemáticos, críticos y empíricos que se aplican al estudio de un fenómeno o problema (Sampieri, 2014). Siguiendo estos los lineamientos de orden conceptual y científico se muestra a continuación las características del estudio.

### *3.1 Tipo de Investigación*

En relación con los tipos de investigación, existen muchos modelos y diversas clasificaciones, tales como monografías, cualitativas, cuantitativas, correlacional, evaluativa, descriptiva, historiográfica, entre otras. Los criterios utilizados en el presente estudio se basan en el nivel, diseño y propósito; es importante comprender que no son excluyentes, una investigación puede pertenecer a varios tipos.

Según su nivel esta investigación, se clasifica en descriptiva, exploratoria y/o explicativa. Se considera que es descriptiva pues de acuerdo con la teoría este tipo de investigación consiste en la caracterización de un hecho, fenómeno, individuo o grupo, con el fin de establecer su estructura o comportamiento (Arias, 2006). En el presente estudio se busca describir los beneficios de la economía circular como una herramienta para la gestión de proyectos de construcción.

Según el diseño, se puede catalogar como documental, de campo y/o experimental, para este caso se clasifica como una investigación documental, definido por Arias (2006), como “un proceso basado en la búsqueda, recuperación, análisis, crítica e interpretación de datos secundarios, es decir, los obtenidos y registrados por otros investigadores en fuentes documentales: impresas, audiovisuales o electrónicas”. A través del estudio se realizó una recopilación de documentación relevante con el objetivo de lograr un desarrollo amplio y profundo del tema.

Con respecto al propósito, la investigación puede considerarse pura o aplicada, esta investigación es aplicada, cuyo objetivo es resolver un problema. En el presente estudio se

pretende incentivar a los gerentes de proyectos de construcción a buscar herramientas que mejoren el rendimiento de sus proyectos y disminuyan los efectos negativos en el medio ambiente.

### ***3.2 Diseño de la Investigación***

Según Trochim (2005), el diseño de la investigación “es el pegamento que mantiene el proyecto de investigación cohesionado. Un diseño es utilizado para estructurar la investigación, para mostrar cómo todas las partes principales del proyecto de investigación funcionan en conjunto con el objetivo de responder a las preguntas centrales de la investigación.”

La presente investigación inició con la definición de la problemática y su justificación, como punto de partida. Posteriormente se crearon los objetivos, tanto el general como los específicos, con el fin de establecer el propósito y los entregables del trabajo. Se delimitó el alcance de la investigación y las restricciones o particularidades propias del proyecto.

Una vez definida la estructura de los objetivos, se procedió a realizar una investigación documental, tales como libros, revistas, artículos científicos, principalmente; con temáticas relacionados con el concepto de economía circular y la gestión profesional de proyectos, tanto a nivel nacional como internacional.

En la siguiente etapa se desarrolló el marco teórico a través de la recopilación de información de libros e investigaciones de bases de datos confiables, además del marco metodológico, se definió el tipo de investigación realizada, los sujetos y fuentes de información utilizadas, la forma en que se realizó el análisis de los datos obtenidos y el desarrollo de las etapas de la investigación.

Posteriormente se lleva a cabo el desarrollo de los entregables, que abarca una recopilación de beneficios, impactos del modelo de economía circular en la gestión de proyectos de construcción, posteriormente se desarrollarán triangulaciones de las áreas de conocimiento y la extensión de la guía del PMBOK con el concepto de economía circular. Se documentarán las conclusiones y recomendaciones que se generan de la información recopilada y los resultados obtenidos.

A continuación, en la Figura 3-1 se resume el diseño de la investigación:





Figura 3-1. Diseño de la investigación.

Fuente: Elaboración propia.

### ***3.2.1 Sujetos y fuentes de información***

En los siguientes apartados se explican los sujetos y fuentes de información que se utilizaron para el desarrollo del proyecto.

#### ***3.2.1.1 Sujetos de información***

Para establecer los sujetos de información se realizó un análisis de los actores a nivel país en temas y políticas relacionados con el sector construcción y el medio ambiente. Para fines de la investigación los sujetos de información serán:

- Gerentes técnicos de compañías relacionadas al sector construcción, cuya experiencia albergue el desarrollo o propuestas de proyectos, que busquen soluciones más eficientes y amigables con el medio ambiente.
- Investigadores y académicos que estén involucrados en estudios y/o proyectos que promueven modelos de economías circulares.

#### ***3.2.1.2 Fuentes de información***

Las fuentes de información son diversos tipos de documentos que contienen información para satisfacer una demanda de información o conocimiento (Huamán, 2011). Estas fuentes se clasifican en primarias, secundarias y terciarias, se describen a continuación:

- Fuentes primarias: Proporcionan datos de primera mano que se utilizan durante todo el proceso de la investigación. En el presente trabajo se utilizarán las siguientes fuentes primarias:
  - La guía del Cuerpo de Conocimientos de la Administración de Proyectos del Project Management Institute o PMBOK por sus siglas en inglés, dónde se extraerá el conocimiento necesario sobre la Administración de Proyectos.
  - Guía de Extensión del PMBOK para Proyectos de Construcción, cuarta edición.
  - INTE 35-01-01:2012 para el Sistema de Gestión de Responsabilidad Social.
  - Investigaciones realizadas por la Fundación Ellen Mc Arthur, esto por ser los pioneros en definir e investigar formalmente sobre los conceptos de economía circular.

- Fuentes secundarias: se refiere a compilaciones, resúmenes y listados de referencias publicadas sobre un tema de interés. Dentro de las fuentes secundarias a utilizar en la investigación:
  - Bases de datos inscritas en la plataforma del Instituto Tecnológico de Costa Rica, publicaciones relacionadas con el modelo de economía circular.
  - Estudios sobre la gestión de proyectos enlazados con el tema de economía circular.
  - Información proporcionada por los sujetos que brinden insumos relevantes para la investigación.
- Fuentes terciarias: son documentos que reúnen nombres y títulos de revistas y otras publicaciones periódicas. Para este estudio se utilizarán:
  - Páginas WEB.
  - Memorias y presentaciones de congresos, charlas.

### ***3.3 Categorías de análisis***

La categoría de análisis representa la información que interesa investigar, es un concepto que contiene un significado. Este puede estar relacionado con situaciones, problemas, contextos, opiniones, acontecimientos, entre otros. Cada categoría representa un concepto que se usa en el proceso investigativo para ir explicando o respondiendo el problema planteado inicialmente (Cornejo, 2014). En el

Tabla 3-1 se muestran las categorías propuestas:

Tabla 3-1. Categorías de análisis de la investigación. Elaboración propia.

Objetivo	Categoría	Subcategoría	Definición Conceptual	Definición Operacional		Definición Instrumental
				Interrogantes	Sujetos o fuentes de información	Técnicas e Instrumentos
Investigar aplicaciones y beneficios de la economía circular, en el sector de la construcción.	Prácticas en la gestión de proyectos de construcción	Aplicaciones de la economía circular Beneficios de la economía circular	Prácticas exitosas y reconocidas a nivel nacional e internacional para gestionar los proyectos de construcción bajo un modelo de economía circular	¿Cuáles son los beneficios y posibles aplicaciones de la economía circular en los proyectos de construcción?	Revistas, libros, investigaciones	Revisión documental de libros, tesis, revistas e investigaciones relacionados con la aplicación del modelo de economía circular.
Analizar el impacto de la economía circular en el desarrollo de proyectos de construcción.	Impacto en los proyectos	-	Análisis sobre el efecto que puede obtenerse a través del modelo.	¿Qué impacto se esperaría en la Gestión de Proyectos al adoptarse los conceptos de economía circular?	Revistas, libros, investigaciones. Gerentes de proyectos, investigadores, académicos.	Revisión documental relacionada con la aplicación del modelo de economía circular, juicio de expertos.
Identificar posibles integraciones entre el modelo de economía circular y la Extensión de la Guía PMBOK® para la Construcción Circular.	Integraciones de la Extensión de la Guía PMBOK para la Construcción con el modelo de economía circular	-	Interrelaciones entre la Extensión de la Guía PMBOK para la Construcción con el modelo de economía circular	¿De qué forma se puede integrar las herramientas de la Extensión de la Guía PMBOK para la construcción con los conceptos de economía circular?	Guía de Extensión del PMBok® para Proyectos de Construcción, tercera Edición.	Revisión documental de libros, tesis, revistas.
Determinar las áreas del conocimiento más susceptibles a la aplicación del modelo	Integraciones de la Guía PMBOK con el modelo de economía circular	-	Interrelaciones entre la Guía PMBOK con el modelo de economía circular	¿De qué forma se puede integrar los grupos de procesos de la Guía PMBOK con los conceptos de economía circular?	Guía del Cuerpo de Conocimientos de la Administración de Proyectos (PMBok®)	Revisión documental de libros, tesis, revistas.

### ***3.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos***

La recolección de datos se refiere al uso de una gran diversidad de técnicas y herramientas que pueden ser utilizadas por el analista para desarrollar los sistemas de información, los cuales pueden ser la entrevista, la encuesta, el cuestionario, la observación, el diagrama de flujo y el diccionario de datos (La Torre, Del Rincón, & Arnal, 2003).

En la presente investigación se utilizó el instrumento de la entrevista. Para este caso particular, se desarrolló una entrevista no estructurada, quiere decir, que cuenta con un margen considerable de libertad para formular preguntas y obtener respuestas, se reduce a una simple conversación sobre el tema de estudio (La Torre, Del Rincón, & Arnal, 2003). Se permitió al entrevistado hablar libremente del tema, posteriormente se reordenaron las ideas para una adecuada redacción.

Adicionalmente se realizó una exhaustiva revisión documental, por lo que desarrolló una revisión de fuentes de información, específicamente relacionadas con la administración profesional de proyectos y el modelo de economía circular, utilizando bases de datos fiables. La mayor parte de los objetivos son descriptivos, por lo que se apoyan en su mayoría en la revisión documental como técnica para la recolección de información.

### ***3.5 Procesamiento y Análisis de datos***

En la presente sección se realizó una descripción del proceso que se llevó a cabo para lograr cada uno de los objetivos específicos.

***Objetivo específico:*** Investigar aplicaciones y beneficios de la economía circular, en el sector de la construcción.

Se realizó una revisión, calificación, selección y organización de la información encontrada. Una vez definida la información más relevante, se explicó de manera concreta las posibles aplicaciones y beneficios del modelo en la industria de la construcción.

***Objetivo específico:*** Analizar el impacto de la economía circular en el desarrollo de proyectos de construcción.

Se plantearon los posibles impactos, a través de la revisión y análisis de información, que permitió tabular una lista de puntos a tomar en cuenta a la hora de gerenciar, donde los proyectos podrían obtener efectos positivos a raíz de la implementación del modelo, desde que se plantea el proyecto, además de los procesos que involucre.

***Objetivo específico:*** Identificar posibles integraciones entre el modelo de economía circular y la Extensión de la Guía PMBOK® para la Construcción Circular.

Se realizó una triangulación de información de la Extensión de la Guía PMBOK contra la metodología de la economía circular, a través de la revisión documental y recopilación de datos de revistas e investigaciones fiables.

## Capítulo 4 Propuesta de solución

En el presente capítulo se desarrollan los resultados obtenidos para alcanzar los objetivos propuestos en la presente investigación.

### 4.1 Aplicaciones y beneficios de la economía circular

Como se ha mencionado en los capítulos anteriores, el modelo de economía circular se rige bajo algunos lineamientos elementales, que buscan concretamente la utilización mínima y la gestión eficiente de los recursos, además de un análisis inteligente en la escogencia de materias primas, y el fomento de acciones que mitiguen el impacto ambiental, y que a su vez busquen la regeneración natural del medio ambiente.

La gran cantidad de consecuencias ambientales negativas, el agotamiento de las reservas, el deterioro del capital natural, la extracción de más material de zonas alejadas, asociado a un modelo de producción lineal, requiere cada vez una mayor inversión en infraestructura, personal y tiempo. En la investigación “*Circular Economy and Environmental Priorities for Business*” (WBCSD, 2017), se estimó que de las principales materias primas a nivel global: acero, aluminio, plástico, cemento, madera, cultivos y ganado; son las responsables del 20% de las emisiones globales de gases de efecto invernadero, del 95% del uso del agua y del 88% del uso del suelo.

Desarrollar un modelo de economía circular es un enorme reto para el planeta, pero también abre nuevos mercados y oportunidades que favorecen la economía global y los sectores tanto públicos como privados. Este cambio de modelo impacta positivamente en los objetivos pactados en el acuerdo de París y los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

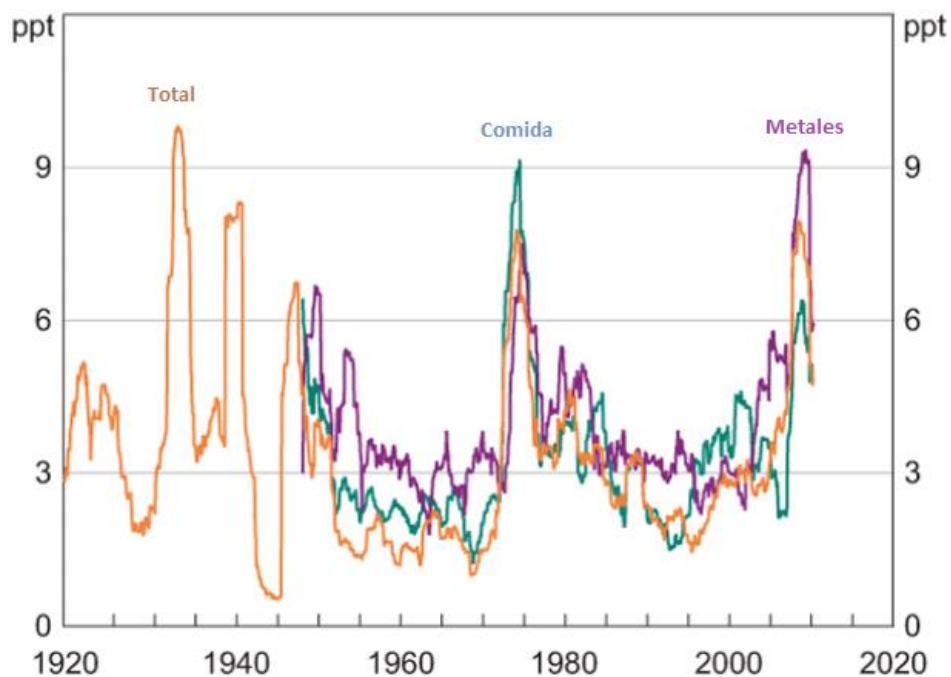
#### 4.1.1 Beneficios en la aplicación de un modelo circular

Existen múltiples oportunidades de crecimiento para las empresas, la economía circular exhorta a replantear los procesos que permitan la reducción de los costos de insumos, y yendo más allá, se podrían generar flujos de beneficios totalmente nuevos. Según las investigaciones de la Fundación Ellen McArthur, que se enfoca en la investigación de productos complejos de duración media, y bienes de consumo de alta rotación, el pensamiento circular podía provocar una nueva demanda de servicios empresariales, por ejemplo, la reventa de productos de segunda mano, la fabricación

de piezas y componentes alternativos, el reacondicionamiento de productos que ofrezcan conocimiento especializado y la utilización de materiales nuevos a productos.

A través de la economía circular se puede lograr reducir la dependencia económica al tener menores demandas de materiales, los recursos naturales son limitados, por lo que es inevitable que se vayan reduciendo las posibilidades de extracción de ciertas materias primas que son estratégicas, y que muchas veces se encuentran concentradas en unos cuantos países.

Según las investigaciones de la Fundación para Economía Circular en España ( Fundación EC, 2017), la extracción de materias primas aumentó considerablemente en un 150% entre el año 2002 y 2010. Se estima que entre los años 2030 y 2040, habrán de 2 a 3 billones de consumidores de clase media, por lo que se proyecta una tendencia al alza, como se muestra en la **Error! Reference source not found.**



\*Standard deviation of monthly percentage price changes over preceding 2 years.

Figura 4-1. Tendencias de los precios de las materias primas. Fuente: Global Fincial Data; RBA).

Por lo anterior, es muy importante desarrollar a mayor velocidad el mercado de materias primas secundarias. Es a través de estas nuevas formas de enfrentar la protección al medio ambiente que



la economía circular puede promover nuevas actividades económicas y empleos, y de esta manera generar un aumento importante del producto interno bruto (PIB) en los países.

Considerando que el sector construcción es uno de los sectores más contaminantes, su transición hacia una economía circular significará una reducción importante de recursos e impacto ambiental, además, de una oportunidad para generar ventaja competitiva. No debe dejarse de lado el inicio y final del ciclo de vida en toda la cadena de valor, es decir, integrar a este contexto, tanto la construcción como la edificación en sí. El modelo de economía circular en el sector construcción va más allá de una gestión de residuos, incluye todo el ciclo de vida del proceso constructivo, que se puede dividir en las siguientes fases críticas: producción, diseño, ejecución, uso y desmantelamiento de la estructura.

Esto implica contemplar todos los procesos, materiales y participantes o involucrados, iniciando desde la extracción de materias primas, la fuente y producción del material primario y secundario, los procesos de reciclaje, construcción, mantenimiento, hasta la rehabilitación de las estructuras.

En la imagen **Error! Reference source not found.** se muestran los procesos típicos del sector construcción, que suelen tener un comportamiento lineal.

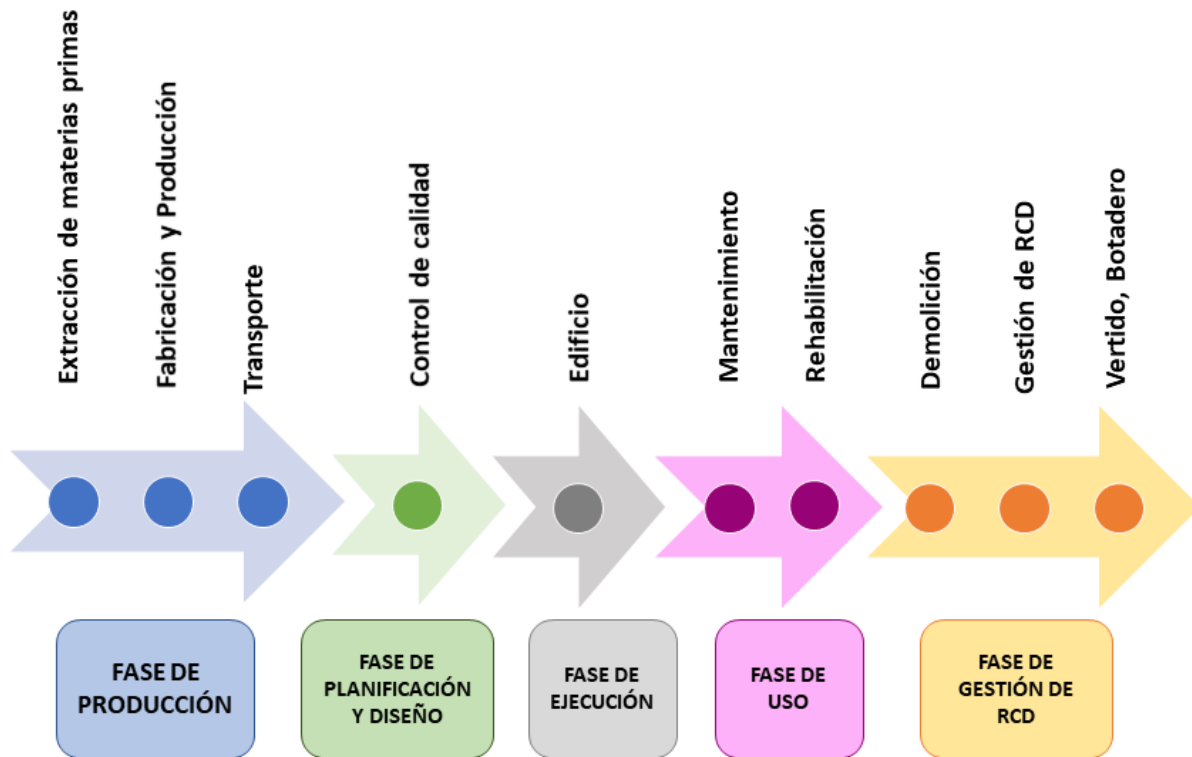


Figura 4-2. Esquema simplificado del proceso actual del sector de la construcción.  
Fuente: CONAMA, 2018. Modificado por Alvarado.

Poco a poco el sector construcción va emigrando a un modelo más sostenible, a través de la adaptación de nuevos procesos. La fase de producción y la de planificación y diseño, deben coordinar en forma integral todo lo que sucederá en la fase de ejecución, mantenimiento y operación. Es fundamental el traspaso de conocimiento y el trabajo conjunto de los profesionales que actúan en estas tres fases, así como la supervisión y regulación de las distintas administraciones implicadas (Fundación Conama, 2018). En la **Error! Reference source not found.** se puede apreciar la propuesta desarrollada en Europa sobre un modelo circular para el sector construcción.

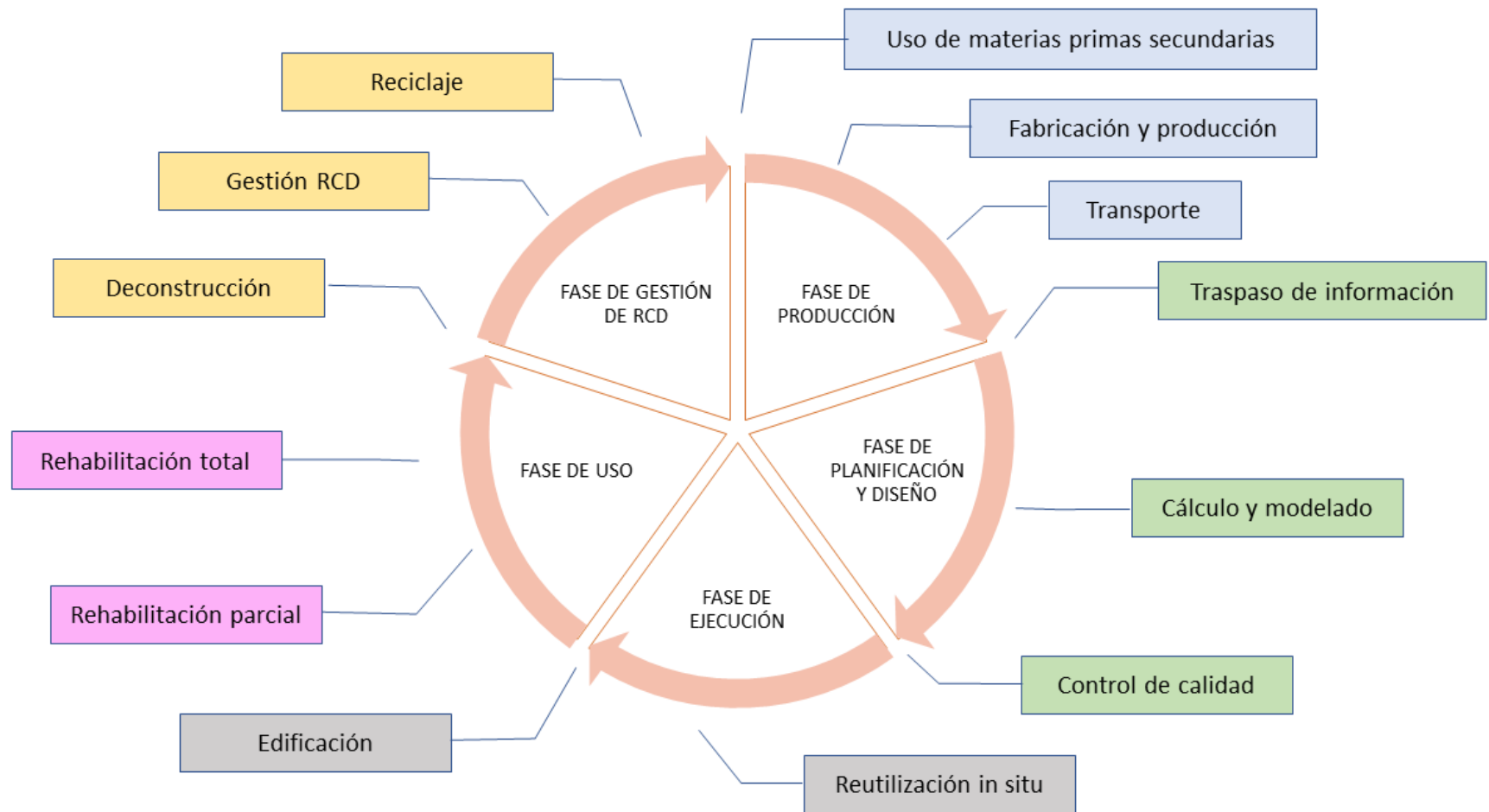


Figura 4-3. Esquema simplificado del proceso futuro del sector de la construcción, basado en la economía circular.

Fuente: CONAMA, 2018. Modificado por: Alvarado

En la transferencia de la fase de ejecución a uso, se transmite una gran parte de responsabilidad del profesional a los usuarios. Este cambio debe ir acompañado de un intercambio de conocimiento y una tendencia entre las empresas de ir basando sus negocios más en servicios. En este nivel el usuario debe conocer su construcción y comprometerse con un adecuado uso a través del mantenimiento (pequeñas reparaciones, limpieza, buen uso, etc.), la rehabilitación parcial (rehabilitación de distintas zonas, cambio de materiales, etc.) o la rehabilitación total (rehabilitación completa con o sin cambio de uso). Por último, durante la fase de gestión de residuos de construcción y demolición (RCD), debe ser posible la deconstrucción (o demolición selectiva) de la construcción, asegurando el retorno máximo de todos los materiales y componentes, a fases anteriores del proceso (Fundación Conama, 2018).

La fundación Ellen MacArthur generó una lista de los beneficios medioambientales que se pueden alcanzar con el desarrollo de proyectos bajo un modelo circular (MacArthur, 2014):

- **Menores emisiones de dióxido de carbono.** El estudio realizado por la fundación en Europa concluye que, desarrollando un modelo económico circular, para el 2030 se podría reducir un 48% las emisiones de dióxido de carbono en movilidad, sistemas de alimentación y el entorno construido.
- **Consumo de materias primas.** Bajo un modelo circular, podría reducirse el consumo de materiales para autos, materiales constructivos, suelo inmobiliario, fertilizantes sintéticos, pesticidas, uso de agua agrícola, combustibles, electricidad no renovable, entre otros, según la Fundación, se podría reducir el 32% para el 2030.
- **Productividad y salud del suelo.** A nivel mundial, el costo del deterioro del suelo se estima 40.000 millones de USD anuales, cifra que deja de lado el aumento en el uso de fertilizantes, pérdida de la biodiversidad. Un modelo sistemático a través del uso de residuos orgánicos, y la intervención controlada del suelo, ayudará a una regeneración más temprana.
- **Reducción de las externalidades negativas.** Podrían darse múltiples oportunidades para minimizar los impactos negativos al ambiente a través del modelo. Reversión del efecto del cambio climático, vertido de sustancias tóxicas, contaminación del agua, aire, suelo.

En el ámbito social, los sectores más importantes son la alimentación, transporte y la construcción. Un desarrollo económico circular buscaría la reducción de tiempo improductivo en productivo, y permitiría productos y servicios a menor precio, lo que incrementa el ingreso disponible de los consumidores. Se presentarían mayores oportunidades para los clientes, el modelo pretende un mayor equilibrio entre calidad y precio, promoviendo una demanda más objetiva.

La contaminación ambiental, la falta y/o deficiente gestión de residuos, vertidos, entre otros, facilitan la proliferación de agentes contaminantes que comprometen la salud y el bienestar de la población en muchos casos. Con el desarrollo de un modelo económico circular, se establecen condiciones más amigables con el medio ambiente para el planeta. Al fabricarse productos para ser reutilizados y con una vida útil prolongada, se reduce los cambios repentinos por modificaciones en su tecnología y reduce reparaciones y devoluciones. Todo esto genera bien social.

Para desarrollar de la mejor manera esta propuesta del modelo circular, la Fundación para la economía circular ( Fundación EC, 2017) sugiere cuatro estrategias para el sector construcción:

- Diseño inteligente, buscando que exista mayor reutilización.
- Deconstrucción y la separación de los flujos de residuos.
- Reutilización y el reciclado de alto valor de materiales y componentes.
- Intercambio de mercancías entre agentes del mercado.

Un diseño ecológico considera la variable ambiental durante todo el ciclo de vida del producto como un criterio más a la hora de tomar decisiones. Actualmente es un proceso certificable a través de la Norma Internacional ISO 14006 (2011).

Otra propuesta, para una buena estrategia empresarial, desarrollada por la Sociedad Pública del Gobierno Vasco, enfocada en cinco puntos positivos sobre competitividad y sostenibilidad empresarial, ver Figura 4-4. En la **Error! Not a valid bookmark self-reference.** se muestran algunos ejemplos de aplicación de las estrategias mencionadas anteriormente, a través de proyectos desarrollados en Europa.

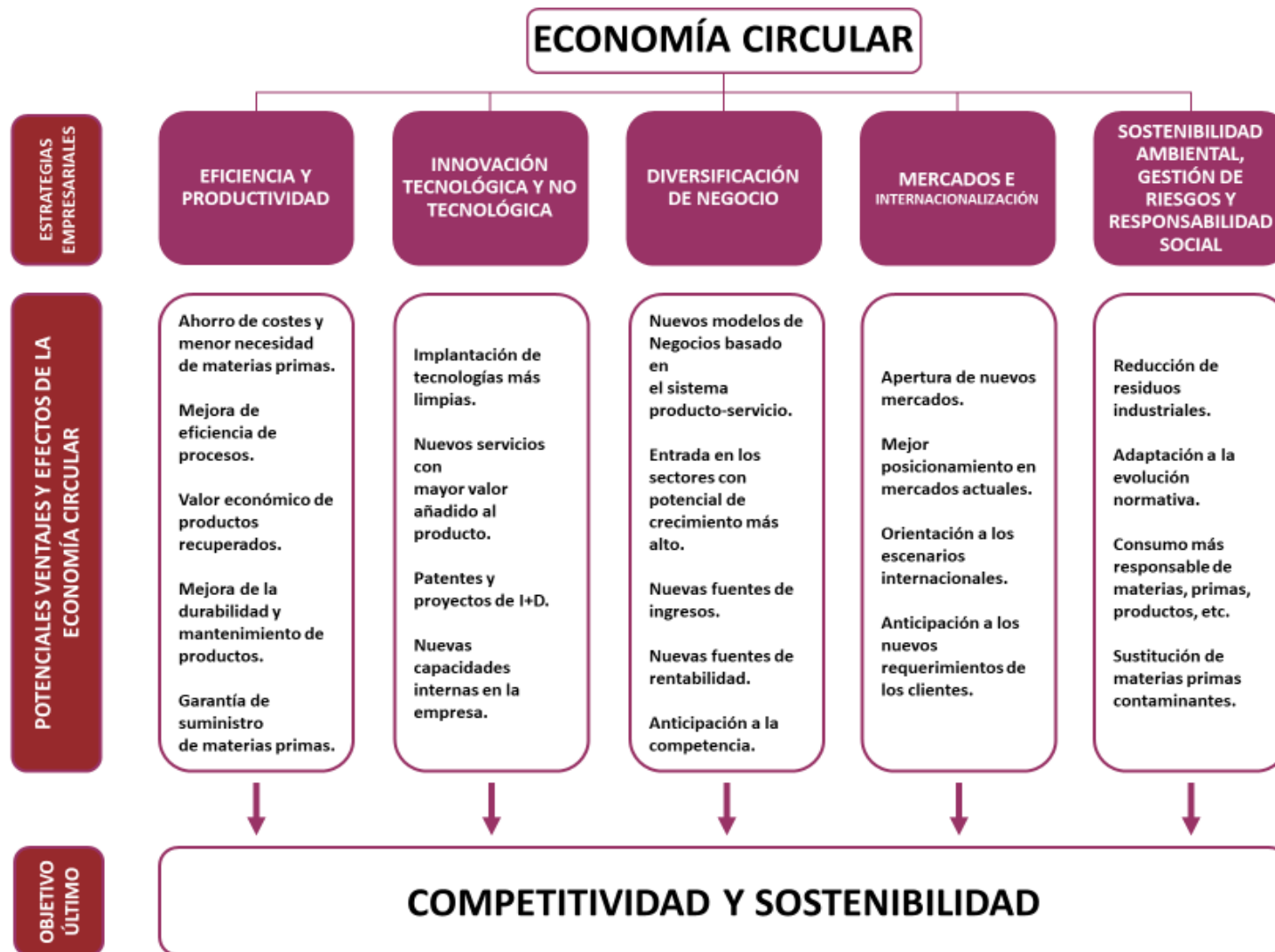


Figura 4-4. Estrategias empresariales, Economía Circular.  
Fuente: Ihobe. Modificado por Alvarado.

Tabla 4-1. Ejemplos de proyectos bajo un modelo de economía circular. Fuente: Ihobe.

<b>Inicio</b>	<b>Organización</b>	<b>Proyecto</b>
2014	Ekostone	Producción de áridos siderúrgicos como balasto o subbalasto ferroviario.
	Btb	Nueva familia de baldosas hidráulicas de árido reciclado procedente de escombros seleccionados - hacia ciclos cerrados de prefabricados de hormigón.
2015	Zorroza Gestión	Valorización de residuos del reciclado de vidrio de lunas de vehículos fuera de uso.
	Hormor	Productos innovadores en base cemento a partir de la valorización de subproductos siderúrgicos procedentes de arenas de moldeo.
	Ecopavimentos Eguskiza	Fabricación de pavimentos urbanos con Huella de Carbono “casi cero” mediante la valorización innovadora de residuos siderúrgicos y puesta en valor de sus potencialidades.
	Befesa Aluminio	Valorización del PVC de origen secundario procedente de mezclas complejas de residuos de la industria del aluminio.
2016	Hormor	Prefabricados de hormigón elaborados con áridos siderúrgicos de alta aleación o inoxidable.
	Campezo	Utilización de mezclas bituminosas con tasas elevadas de reciclado fabricadas en templado para capas intermedias y de rodadura.
	Euskal Arido	Metabolización de recursos materiales presentes en residuos de construcción y demolición de la CAPV para la producción y comercialización de nuevas categorías de áridos artificiales y demostración en aplicaciones constructivas de hormigón premezclado.
	Hormor	Nuevos morteros en base cemento a partir de la valorización de subproductos procedentes de la industria siderúrgica.
	Campezo	Nuevas mezclas bituminosas a partir de granulado de caucho de neumáticos fuera de uso.
	Koopera	Aislamiento acústico a partir de textil post-consumo reciclado.

#### ***4.1.2 Impacto de la economía circular en el desarrollo de proyectos del sector construcción en Costa Rica***

Se obtuvo información sobre algunos casos de éxito implementados en Costa Rica, con relación con la implementación de proyectos u estrategias que promuevan un modelo de economía circular. Para el presente estudio se recopilieron datos de la fábrica de cemento Holcim, de origen suizo; de la Corporación Pedregal, quienes ofrecen materiales para la construcción y Schneider Electric, reconocidos por su trayectoria en sistemas energéticos.

##### ***4.1.2.1 Producción de bloques de concreto con plástico, Caso Pedregal***

PEDREGAL tiene sus orígenes en los años 20's, con suministros de agregados para la construcción del ferrocarril al Pacífico. En 1981 se funda Corporación PEDREGAL, la cual es reconocida a nivel país, donde su compromiso se enfoca en eficiencia, calidad y servicio para sociedad. Además de la fabricación de bloques y arena, se dedican a la a la venta de productos prefabricados para pavimentos flexibles de concreto, presenta su línea de adoquines, losetas, zacate block y elementos complementarios para el diseño de carreteras, estacionamientos y el espacio público para el tránsito y esparcimiento de los transeúntes. Brindan servicios de movimiento de tierra, urbanizaciones, residenciales, caminos, carreteras, tratamientos superficiales, entre otros servicios de construcción de infraestructura horizontal.

Se realizó una entrevista al Gerente Técnico, encargado del diseño de productos. El objetivo principal fue conocer sobre el producto Ecoblock, tecnología desarrollada a mediados del 2017, se trata de bloques similares a los utilizados en la construcción tradicional, hechos de concreto prefabricado con la particularidad de que contiene partículas de plástico regenerado, mediante un proceso extrusión y de posterior molienda, que es incorporado en la matriz del producto, utilizando los mismos procesos de producción tradicional.

Estos bloques de concreto presentan una alta resistencia y durabilidad, son 4.7% menos pesados, y se incorporan 520 gramos de plástico en cada unidad. En la Figura 4-5 se muestra información sobre cuanto correspondería el consumo de plástico en una vivienda de 60 m<sup>2</sup>.



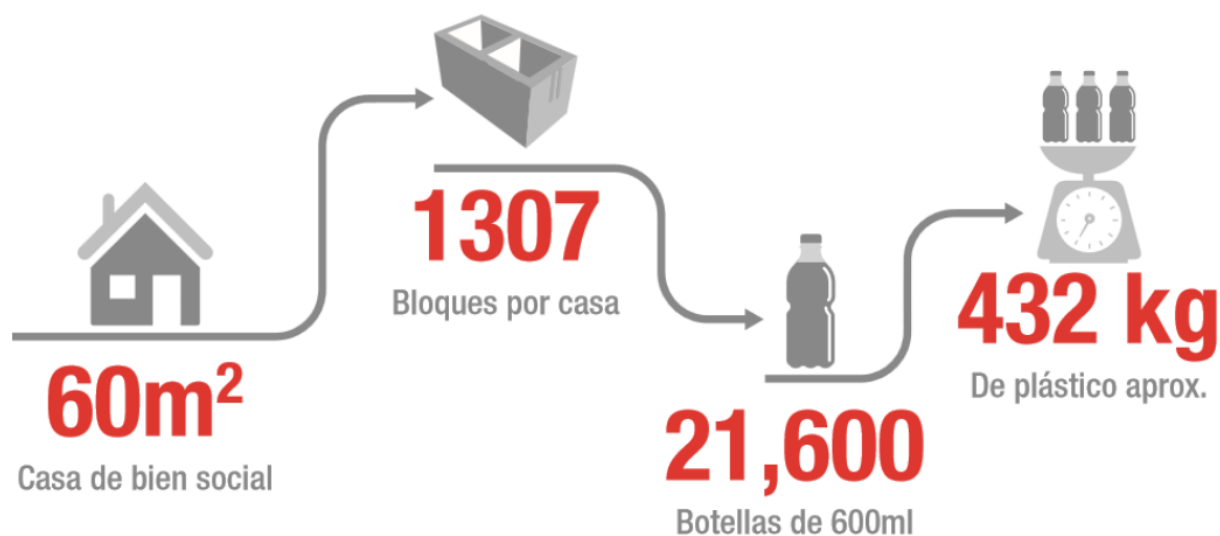


Figura 4-5. Cantidad de plástico en casa de bien social.

Fuente: Grupo Pedregal.

Algunas de las ventajas concretas más importantes del uso de ECOBLOCK (ver Figura 4-6), son que todos los tipos de plástico pueden ser reciclados y convertidos en elementos con concreto para la construcción sostenible; reduce la Huella de Carbono a través de la recolección de residuos gestionada por Municipalidades, fabricantes de plástico y la industria de la Construcción en general; reduce el impacto y costo de rellenos sanitarios para las Municipalidades; crea trabajos sostenibles para recolectores y separadores de desechos.

La producción del ECOBLOCK se produce conforme a los requerimientos de las normas técnicas vigente:

- Código Sísmico Costa Rica 2010: Anexo A. Requisitos complementarios para mampostería estructural
- INTE C50:2018: Unidades de mampostería de concreto y unidades relacionadas. Muestreo y método de ensayo.
- INTE C90:2017: Unidades de Mampostería de concreto para uso estructural.

El proyecto inició con la instalación de una planta piloto, una vez que se hicieron las pruebas en

laboratorios reconocidos nacionalmente, que garantizaron la capacidad estructural del prototipo, se comenzó la venta del producto. La idea del uso del plástico surge a través del interés de un externo, quién es dueño de la patente del uso del plástico como agregado. Debido al interés de pedregal de contribuir con el ambiente, se toma la decisión de invertir en equipo. El plan a corto plazo es comprar una planta que permita procesar 2000 toneladas de plástico mensuales.



Figura 4-6. Productos a base de plástico del Grupo Pedregal.

Fuente: Grupo Pedregal.

Actualmente cuentan con múltiples fuentes para la obtención del plástico, proviene de ríos y mares, se desarrolló una estrategia de logística, que permite coordinar con diferentes entidades, la obtención del plástico, que reciclan, predesechos y desechos industriales. Utilizan todos los tipos de plástico existentes y otros materiales incluso el estereofón, la superficie del bloque no es lisa como la de una botella ni requieren un buen acabado, sino todo lo contrario, se busca una imperfección del acabado que permite una mayor adherencia de la interface matriz-agregado,

aumentando la resistencia del concreto. Es importante destacar que, de acuerdo con la estrategia empresarial de la organización, el objetivo de Pedregal no es promover el uso del plástico, sino la disposición adecuada del residuo.

Desde el punto de vista de responsabilidad ambiental, la propuesta de Grupo Pedregal es desarrollar un plan de educación, el primer paso es conocer cada una de las partes de la cadena de valor, con el objetivo de empezar a generar conocimiento en el tema, crear alianzas con las universidades, con el objetivo de educar a los estudiantes sobre el tema de residuos sobre como disponer de los mismos y que los futuros profesionales no tengan prejuicio con materiales reciclados.

#### 4.1.2.2 Estrategia empresarial Holcim: Geocycle

Holcim tiene desde hace varios años una estrategia de Sostenibilidad basada en 4 pilares, uno de ellos es la Economía Circular. Su estrategia toma incluso como referencia el Plan de Desarrollo Sostenible de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ver ANEXO 1). Sus pilares se muestran en la Figura 4-7:



Figura 4-7. Estrategia Holcim.

Fuente: <https://www.geocycle.com/es/economia-circular>.

Su estrategia busca implementar el modelo de Economía a través del uso de residuos que convierten en combustible alternativo para utilizar en el horno cementero, a través de la empresa Geocycle, la cual se encarga de la labor del coprocesamiento del material.

A través de la gestión de residuos, Geocycle aplica tres elementos fundamentales de economía circular: evitar los vertederos, fomentar la simbiosis industrial y aumentar la eficiencia de los recursos. Su solución industrial presenta beneficios ambientales, sociales y económicos. En primer lugar, su proceso industrial transforma los residuos en productos reciclados y energía. Ofrece una de las mejores soluciones de tratamiento para residuos no reciclables a través del tratamiento tradicional.

Actualmente se procesan entre 3200 a 4000 toneladas mensuales de residuos sólidos coprocesables. En la Figura 4-8 se muestra las cantidades por tipo de residuo.

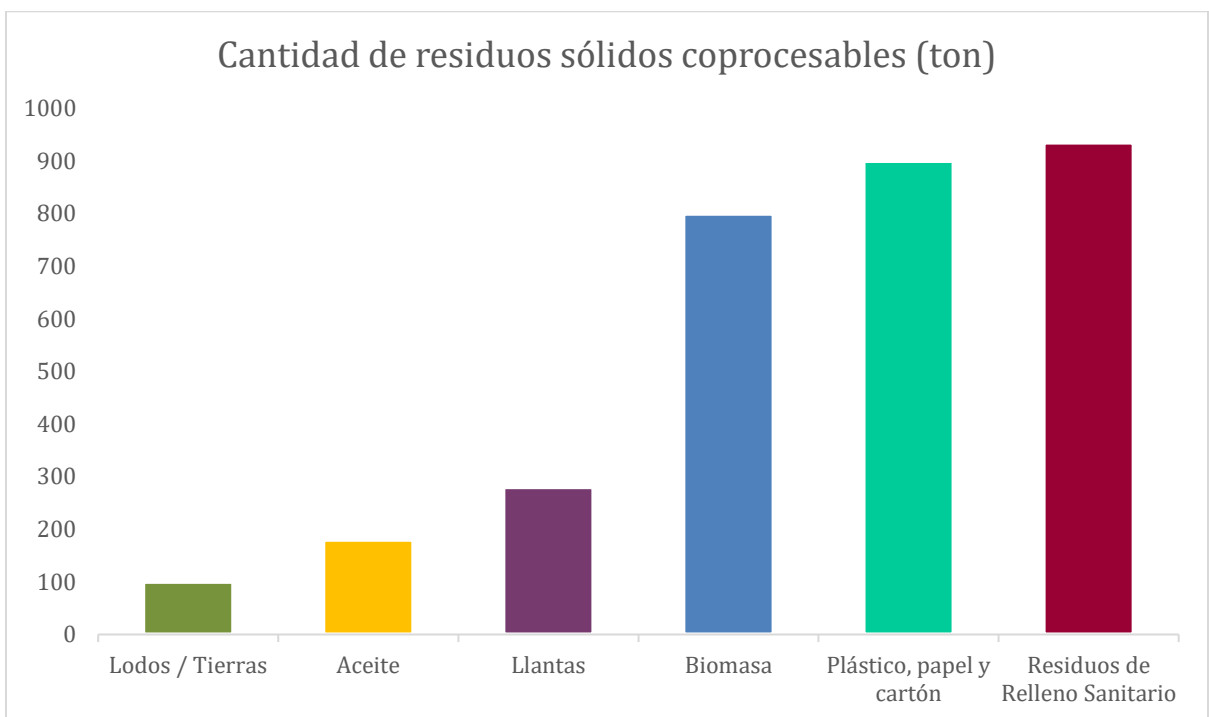


Figura 4-8. Cantidad de residuos sólidos coprocesables (ton), Geocycle.  
Fuente: Geocycle.

Adicionalmente, esta estrategia contribuye a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y a la transición hacia una industria menos dependiente de los fósiles al reducir la

cantidad de combustibles fósiles en la fabricación de cemento y evitar las emisiones de tratamientos alternativos como la incineración o el relleno en vertederos. Geocycle ofrece una solución local de tratamiento de residuos con una inversión reducida para los entes generadores de residuos, que estimula la actividad económica local creando nuevos puestos de trabajo en el sector de gestión de residuos. Geocycle gestiona más de 10 millones de toneladas de residuos al año, contribuyendo así de forma tangible a acercar a la sociedad un paso más hacia un futuro sin residuos.

Para medir el objetivo de la estrategia utilizan la Tasa de Sustitución de Residuos (lo que es lo mismo a decir que porcentaje del combustible tradicional que dejan de utilizar al inyectar al horno un combustible proveniente de los residuos a través del co-procesamiento). Se tienen metas de sustitución anuales, con una proyección a llegar al 50% al 2022, en la Figura 4-9 se muestra el crecimiento de la Tasa de sustitución de residuos promedio anual que se estima lograr. Esta meta se logra a partir de la adquisición de equipo con mayor capacidad y el aumento de clientes que requieran gestionar sus residuos, principalmente aquellos que requieran el procesamiento de materiales con mayor contenido calórico.

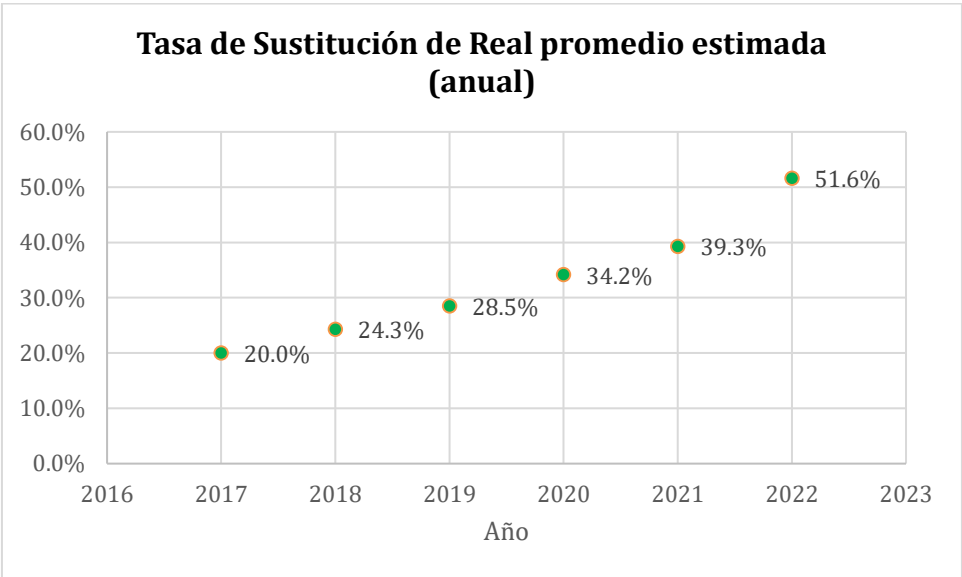


Figura 4-9. Tasa de sustitución de residuos promedio anual.  
Fuente: Geocycle.

#### 4.1.2.3 Estrategia empresarial: Schneider Electric

Schneider Electric es el especialista a nivel mundial en gestión de la energía y automatización. Con más de 160.000 empleados y en más de 100 países, desde aparatos muy sencillos hasta sistemas complejos, el uso de tecnología, software y servicios mejoran la manera en que sus clientes gestionan y automatizan sus operaciones. Dentro de su gama de productos se encuentra: Soluciones en cableado estructurado y fibra óptica, sistemas de supervisión de energía, telemetría y Sistema SCADA remoto (Supervisión, Control y Adquisición de Datos), fuentes de alimentación y transformadores de tensión, entre otros.

En 2018, las iniciativas de circularidad de Schneider Electric ayudaron a evitar el consumo de 40,000 toneladas de recursos primarios y redujeron las emisiones de CO2 de clientes en 30 millones de toneladas, principalmente a través de la renovación de equipos existentes (edificios, industria, infraestructura).

Schneider Electric cuenta con Barómetro de Planeta y Sociedad como una herramienta para medir el desarrollo sostenible de la compañía. Para el año 2017 consiguieron cumplir con el 100% de los objetivos propuestos (ver Tabla 4-2).

Tabla 4-2. Barómetro Planeta y Sociedad. Fuente: Schneider Electric.

Barómetro		2015	I Semestre 2016	II Semestre 2016	2017
<b>Puntuaje general (escala de 10)</b>		3	7.65	8.48	8
Clima	10% de ahorro energético.	-	6%	7%	10%
	10% de ahorro de CO2 de transporte.	-	9%	11%	10%
Economía Circular	En el cambio para lograr cero residuos para relleno sanitario de 100 sitios industriales.	34	91	99	100
	100% de los productos de investigación y desarrollo diseñados con Scheneider EcoDesign Way TM.	-	46%	92%	100%

Su estrategia es implementar un modelo de economía circular a través de las siguientes actividades:

- *Ecodiseño de productos con uso mínimo de materias primas.*

Todos sus productos nuevos tienen un diseño ecológico, para lograrlo son creados con la premisa de que se puedan reparar, actualizar y desmantelar al final de su vida útil. Los productos en esta categoría brindan a los clientes información directa sobre; la huella de carbono del producto, el impacto ambiental, así como instrucciones detalladas sobre el final de la vida útil que maximizan la circularidad de los productos. Esto permite al usuario tener un mayor involucramiento en el ciclo de sus productos.

- *Propuestas de valor circular*

Schneider Electric se mantiene en constante innovación, creando una gama de servicios para ayudar a sus clientes a extender la vida útil de los equipos eléctricos antiguos, así como a actualizarlos con la última tecnología. En general se desarrollan objetos conectados, servicios, arrendamiento, reparación, devolución, entre otros.

- Una cadena de suministro circular (logística inversa, centros de reparación, centros de modernización y reacondicionamiento, etc.).

Schneider Electric también aplica los principios de circularidad en toda su cadena de suministro. Más de 170 sitios en todo el mundo tienen la etiqueta de Cero Residuos en Relleno Sanitario (TZWL, por sus siglas en inglés) y actualmente reutilizan el 94% de sus desechos. Su estrategia se dirige a un modelo circular, sus servicios mejoran el rendimiento de sus clientes, es un aporte positivo para los gobiernos y países por los empleos locales que se crean, y los conduce a relaciones sostenibles con sus clientes.

Dentro de los logros más importantes obtenidos en el año 2017 fueron:

- Un 94.2% de residuos fueron reciclados.
- Más de 3000 árboles sembrados en áreas protegidas.
- Más del 18% de energía renovable generada con paneles solares.

Schneider Electric continúa aumentando el impulso de circularidad a través de una detallada cartera de proyectos. Para 2021, la compañía pretende evitar el consumo de 120,000 toneladas de recursos primarios y reducir las emisiones de CO2 en 120 millones de toneladas. Para 2025,

Schneider Electric duplicará la cantidad de plásticos reciclados en sus productos, y para 2030, el 100 por ciento de la electricidad en sus sitios provendrá de fuentes renovables (en comparación con el 30% actual), el 100% de los residuos se reutilizará y todos los envases serán de fuentes recicladas o certificadas.

#### ***4.1.3 Algunos indicadores para medir el impacto***

El Congreso Nacional del medio ambiente, realizado en el año 2018, en España, ha sido tomado como referente para distintos países no solo vecinos, sino más allá del continente, con más de 7.000 participantes en su última edición y una red de más de 450 instituciones colaboradoras, entre las que hay empresas, administraciones, universidades, centros tecnológicos. Como parte de los trabajos realizados, desarrollaron una propuesta de indicadores definidos y medibles, para evaluar el comportamiento ambiental del sector de la construcción. Se muestran a continuación:



Tabla 4-3. Indicadores para medir la circularidad de la construcción. Fuente: CONAMA, 2018. Modificado por: Alvarado.

Indicador	¿Qué mide?	Unidades
Consumo total de energía	Procesos de fabricación de materiales y procesos de construcción.	kWh/m <sup>2</sup>
	Funcionamiento y uso de la edificación.	kWh/m <sup>2</sup> año
Uso de materiales y su impacto ambiental	Consumo de materiales de construcción.	Kg/m <sup>2</sup>
Gestión de residuos de construcción y de demolición	RCD generados en relación a la superficie edificada anual.	Kg/m <sup>2</sup> año
	Porcentaje de RCD en cada destino (valorización material, rellenos, valorización energética, vertedero) en relación a la cantidad total de residuos generados en el proyecto de construcción.	Porcentaje (%)
Contenido reciclado de los materiales de construcción	Contenido reciclado de los materiales de construcción.	Kg/m <sup>2</sup>
Posibilidad de reciclado y reutilización de los materiales y productos de construcción	Proporción de materias primas secundarias en el consumo total de materiales.	Porcentaje (%)
Consumo total de agua	Procesos de fabricación de materiales y procesos de construcción.	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup>
	Funcionamiento y uso de la edificación.	m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> año
Intensidad de uso de los edificios	Proporción de edificios desocupados anualmente respecto al total del parque edificado.	Porcentaje (%)

En la investigación “The Circularity Gap Report” (Circle Economy, 2018), realizaron una evaluación del “nivel de circularidad” actual, estimaron que tan sólo un 9,1% de la economía global es circular en el año 2015, esta cifra deja claro que aún hay mucho que trabajar en el tema.

A raíz del análisis de un “nivel de circularidad”, identificaron cuatro dinámicas fundamentales de una economía circular: las dos primeras describen los objetivos, mientras que las dos últimas son los medios para mejorar (ver Figura 4-10).

#### Objetivos:

Minimizar la extracción de recursos de la litosfera y la producción y extracción de biomasa sea regenerativa.

Minimizar la dispersión y la pérdida de materiales, lo que significa que todos los materiales técnicos tienen altas oportunidades de recuperación, idealmente sin degradación y pérdida de calidad; y con las emisiones al aire y la dispersión al agua o tierra prevenidas.

#### Estrategias:

La utilización de las existencias optimizada, lo que significa que las existencias actuales en uso, como edificios y maquinaria, se emplean en todo su potencial, con la mayoría del material en uso activo, limitando las existencias temporalmente en uso (hibernación), o movilizándolo para volver a entrar en la economía (minería urbana).

El ciclo del material para su reutilización optimizado, lo que requiere una mejor infraestructura de recolección y la adopción a gran escala de las mejores tecnologías disponibles para el (re) procesamiento de recursos.

Cuando consideraron los cuatro fundamentos anteriores, determinaron que el ciclo de los materiales es un factor clave. Es por esto por lo que definieron que la métrica de circularidad sea la proporción de materiales ciclados como parte de los insumos materiales totales en la economía mundial cada año. Para el año 2015:

$$\frac{\text{Materiales ciclados}}{\text{Entrada de materiales}} = \frac{8.4 \text{ billones de toneladas}}{92.8 \text{ billones de toneladas}}$$

La aplicación de esta definición a los números en el diagrama da como resultado un nivel de circularidad de 9.1% para el año 2015, como se mencionó anteriormente. En la Figura 4-10 se muestra gráficamente el comportamiento simplificado del metabolismo global: flujos de material y stocks. Los números de flujo son para 2015, la cifra de existencias de materiales de 792 billones

de toneladas (Gt) describe las existencias de materiales acumulados entre 1900 y 2011 (Krausman, 2017).

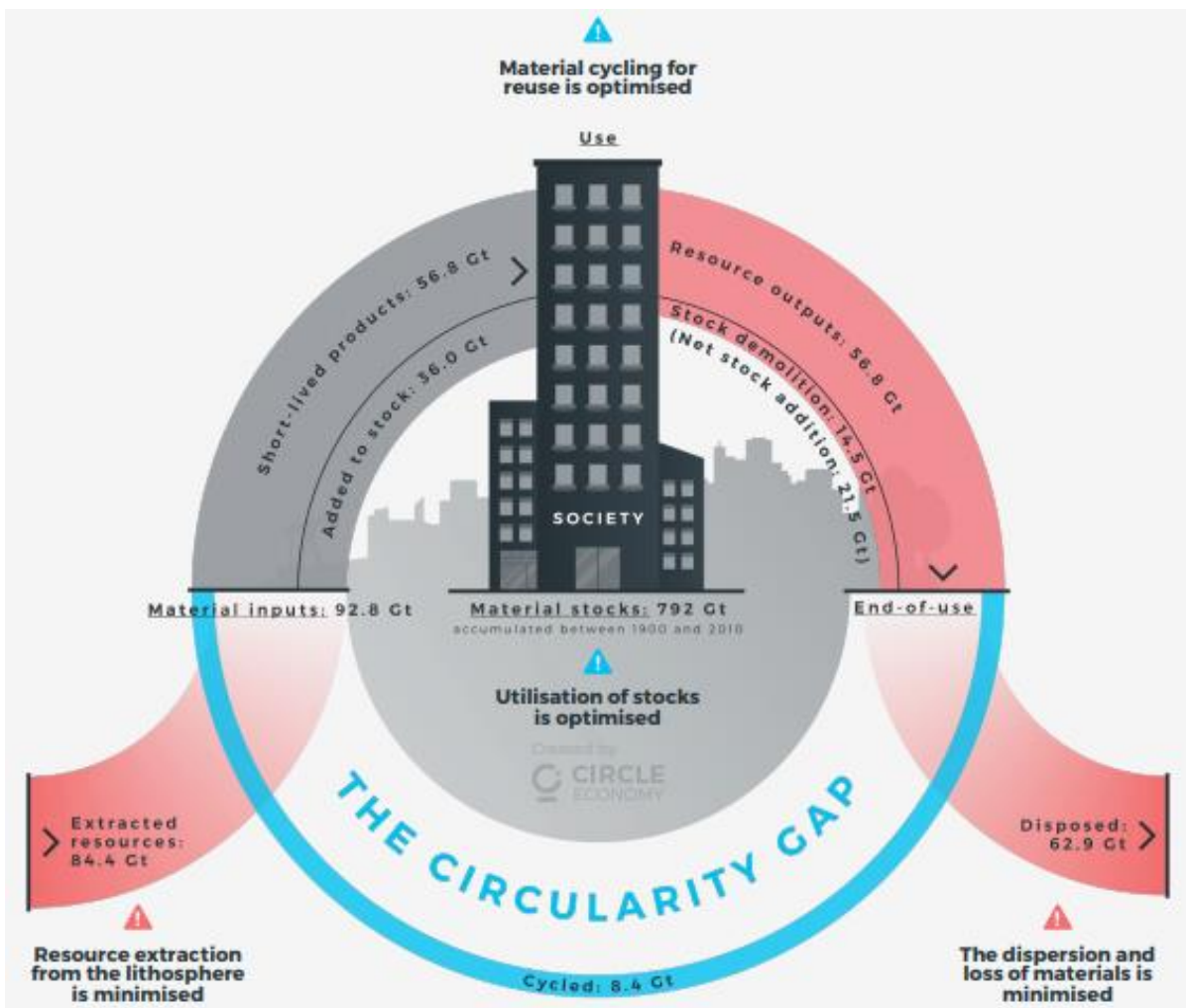


Figura 4-10. The Circularity Gap.  
Fuente: Circle Economy.

Un desafío clave en la implementación de la economía circular en la política gubernamental y la estrategia empresarial es la falta de un marco consistente para la medición. Por lo tanto, el valor real de una métrica de circularidad para la economía global radica en poder hacer un seguimiento de los cambios a lo largo del tiempo y medir el progreso, poner las principales tendencias en contexto, participar en el establecimiento de objetivos uniformes y guiar las acciones futuras de la manera más impactante (Circle Economy, 2018).

## 4.2 Integraciones entre el modelo de economía circular y la Guía PMBOK y su extensión para la Construcción.

La presente investigación se enfoca en plantear una integración entre los principios de economía circular y la Guía PMBOK, incluyendo su extensión para la construcción. A continuación, se muestra algunas áreas que se consideran estratégicas para lograr una incorporación de criterios del modelo circular en la gestión de proyectos.

Para efectos de la investigación, se consideró importante destacar cuatro de las diez áreas propuestas en el PMBOK y una de la Extensión para la construcción (ver Figura 4-11). Analizando las entradas, herramientas y salidas de cada una de las áreas de conocimiento, la gestión de calidad, la gestión de recursos, la gestión de costos y la gestión de interesados, fueron examinadas en los siguientes apartados. Con respecto a la extensión PMBOK para la construcción, se consideró fundamental proponer una integración con el área de gestión de proyectos de salud, seguridad, protección y medio ambiente.



Figura 4-11. Áreas de conocimiento PMBOK analizadas.  
Fuente: Elaboración propia.

### 4.2.1 Gestión de la Calidad

La Gestión de la Calidad del Proyecto incluye los procesos para incorporar la política de calidad de la organización en cuanto a la planificación, gestión y control de los requisitos de calidad del proyecto y el producto, a fin de satisfacer los objetivos de los interesados. La Gestión de la Calidad del Proyecto también es compatible con actividades de mejora de procesos continuos tal y como las lleva a cabo la organización ejecutora (PMI, 2017).

Bajo la premisa de incorporar los principios de la economía circular, en la política de calidad debe definirse los lineamientos adecuados para lograr el enfoque alineado a los principios del modelo. Los aspectos importantes de los procesos de la Gestión de Calidad se muestran en el Tabla 4-4.

Tabla 4-4. Procesos de la Gestión de Calidad. Fuente: Elaboración propia.

Procesos	Lineamiento PMBOK	Oportunidades Economía Circular
Planificar la Gestión de la Calidad	Identificación de requisitos y/o estándares de calidad y método de cumplimiento.	Los requisitos y estándares deberán ser enfocados al modelo de economía circular.
Gestionar la Calidad	Actividades ejecutables de calidad que incorporen al proyecto las políticas de calidad de la organización.	Definición de indicadores que midan el progreso de la implementación de políticas de economía circular en la gestión de calidad que permitan aplicar el modelo de mejora continua.
Controlar la Calidad	Resultados de la ejecución de las actividades de gestión de calidad.	Implementación de estrategias de control que evidencien los impactos positivos de la implementación del modelo de economía circular.

Analizando las entradas, las salidas, herramientas y técnicas de los procesos de planificación y gestión, se pueden incorporar en algunos ítems, políticas de calidad bajo el modelo de economía circular (ver

Tabla 4-5, Tabla 4-6, Tabla 4-7):

Tabla 4-5. Proceso de Planificar la Gestión de la Calidad. Fuente: Elaboración propia.

<b>Planificar la Gestión de la Calidad</b>		
<b>Entradas</b>	<b>Herramientas y Técnicas</b>	<b>Salidas</b>
<p><i>Acta de constitución del proyecto:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Definición de requisitos ambientales.</li> </ul> <p><i>Factores ambientales de la empresa:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Regulación de las instituciones gubernamentales.</li> <li>Certificaciones ambientales: LEED, Cradle to Cradle*, etc.</li> <li>Tendencias mundiales.</li> </ul>	<p><i>Juicio de expertos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Consultoría de profesionales en Economía circular que puedan aportar con políticas en el tema.</li> </ul> <p><i>Estudios comparativos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Casos de éxito: el director podrá indagar sobre otros casos que estén resultando exitosos en materia de economía circular.</li> </ul> <p><i>Análisis de datos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis costo-beneficio: los requisitos deben responder a una optimización de procesos, menos desperdicios, el director podrá analizar cual propuesta es más rentable.</li> <li>Costo de la calidad: ahorro por optimización.</li> </ul> <p><i>Toma de decisiones:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Análisis de decisiones con criterio unificado de economía circular.</li> </ul> <p><i>Representación de datos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Diagramas de flujo: Fuente de información para el análisis crítico de los procesos involucrados.</li> <li>Diagramas matriciales: Priorización y optimización.</li> </ul>	<p><i>Plan de gestión de la calidad:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Contiene principios en Economía Circular.</li> </ul> <p><i>Métricas de calidad:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Indicadores (Serán definidos según el modelo de negocio propuesto, personalizados).</li> </ul> <p><i>Actualizaciones al plan para la dirección del proyecto:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Plan de gestión de los riesgos: Contemplar los posibles cambios en el enfoque de gestión de calidad.</li> <li>Línea base del alcance: puede requerir iteraciones por los requisitos de calidad.</li> </ul>

\*Cradle to Cradle o C2C: el modelo se basa en utilizar materias primas biodegradables (nutrientes naturales) que retornen al ciclo biológico o bien materias primas sintéticas sin impacto negativo sobre la salud y el entorno, fácil de desensamblar, reutilizar y/o reciclar, en los productos.

Tabla 4-6. Proceso de Gestionar la Calidad. Fuente: Elaboración propia.

<b>Gestionar la Calidad</b>		
<b>Entradas</b>	<b>Herramientas y Técnicas</b>	<b>Salidas</b>
<p><i>Documentos del proyecto</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Mediciones de control de calidad: verificación de los resultados para la validación de las medidas tomadas.</li> <li>· Métricas de calidad: indicadores en Economía Circular.</li> </ul>	<p><i>Análisis de datos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Análisis de documentos: informes de calidad, informes de pruebas, informes de desempeño y análisis de variación, puede señalar y centrarse en los procesos que pueden estar fuera de control y poner en peligro el cumplimiento de los requisitos especificados o las expectativas de los interesados.</li> <li>· Análisis de procesos: identifica oportunidades para mejoras en los procesos y optimizar el modelo de Economía Circular.</li> </ul> <p><i>Toma de decisiones</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Análisis de decisiones con múltiples criterios: compatibles con Economía Circular.</li> </ul> <p><i>Métodos de mejora de la calidad:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Reducción reprocesos y retrabajo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Informes de calidad, documentos de prueba y evaluación, respaldo del impacto en la incorporación de un modelo de producción circular.</li> </ul>

Tabla 4-7. Proceso de Controlar la Calidad. Fuente: Elaboración propia.

<b>Controlar la Calidad</b>		
<b>Entradas</b>	<b>Herramientas y Técnicas</b>	<b>Salidas</b>
<p><i>Plan de gestión de la calidad optimizado</i></p> <p><i>Documentos del proyecto</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Registro de lecciones aprendidas: Cambios, errores, correcciones, etc., para identificar las posibles mejoras.</li> <li>· Métricas de calidad: Definidas según modelos de negocio.</li> <li>· Documentos de prueba y evaluación: Evaluar logros de Calidad.</li> </ul> <p><i>Factores ambientales de la empresa</i></p>	<p><i>Análisis de datos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Revisiones del desempeño</li> <li>· Análisis de causa raíz</li> </ul> <p>Pruebas/evaluaciones de productos</p>	<p><i>Mediciones de control de calidad: Efecto de articular proyecto a principios de Economía Circular.</i></p> <p><i>Entregables verificados.</i></p> <p><i>Información de desempeño del trabajo.</i></p> <p><i>Plan de gestión de la calidad.</i></p> <p><i>Registro de lecciones aprendidas.</i></p> <p><i>Registro de riesgos.</i></p> <p><i>Documentos de prueba y evaluación.</i></p>

En la Figura 4-12 se muestra un esquema de los puntos clave para gestionar la calidad del proyecto bajo el modelo económico circular.



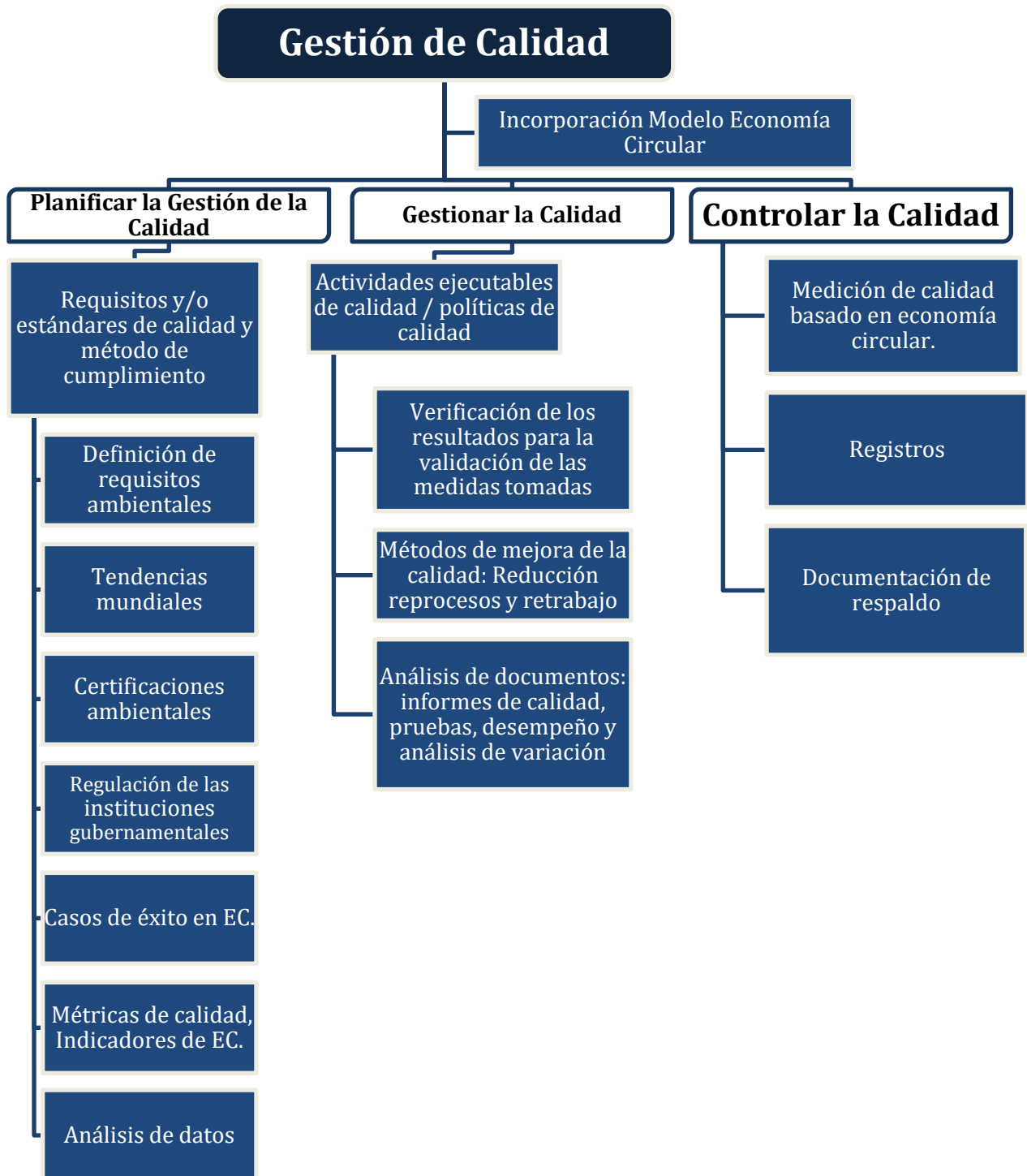


Figura 4-12. Gestión de Calidad.  
Fuente: Elaboración propia.

### 4.2.2 Gestión de los Costos

Las investigaciones y análisis asociados a nuevos modelos de producción estiman que, bajo un escenario de economía circular, la posibilidad de ahorros netos anuales significativos en costos de materias primas en los proyectos. En la Tabla 4-8 se muestran los procesos de la gestión de costos definidos por el PMBOK.

Tabla 4-8. Procesos de la Gestión de Costos. Fuente: Elaboración propia.

Procesos	Lineamiento PMBOK	Oportunidades Economía Circular
Planificar la Gestión de los Costos	Es el proceso de definir cómo se han de estimar, presupuestar, gestionar, monitorear y controlar los costos del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Creación de valor.</li> <li>· Ahorros netos en los costos de materias primas.</li> <li>· Reducción de desperdicios.</li> <li>· Innovación.</li> <li>· Gestión de materiales para promover la reducción de residuos.</li> </ul>
Estimar el presupuesto	Es el proceso de desarrollar una aproximación de los recursos monetarios necesarios para completar el trabajo del proyecto.	
Determinar el Presupuesto	Es el proceso que consiste en sumar los costos estimados de las actividades individuales o paquetes de trabajo para establecer una línea base de costos autorizada.	
Controlar los Costos	Es el proceso de monitorear el estado del proyecto para actualizar los costos del proyecto y gestionar cambios a la línea base de costos.	

Aplicando un enfoque de economía circular, el objetivo es reducir el efecto de los costos recurrentes posteriores de utilizar, mantener y dar soporte al producto, servicio o resultado del proyecto. El planteamiento puede distinguir cuatro niveles de aplicación de un diseño circular (Balboa & Domínguez, 2014), influyendo directamente en la gestión de costos:

- Nivel 1. Mejora del producto: mejora progresiva e incremental.
- Nivel 2. Rediseño del producto: nuevo producto sobre la base de otro existente.
- Nivel 3. Nuevo producto en concepto y definición: innovación radical del producto.
- Nivel 4. Definición.

Analizando el proceso de planificación de la gestión de los costos, se pueden identificar los siguientes puntos para buscar el enfoque deseado. (ver Tabla 4-9).

Tabla 4-9. Proceso de Planificar la Gestión de los Costos. Fuente: Elaboración propia.

<b>Planificar la Gestión de los Costos</b>		
<b>Entradas</b>	<b>Herramientas y Técnicas</b>	<b>Salidas</b>
<p><i>Plan de gestión de los riesgos:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Identificar, analizar y monitorear los riesgos por implementación de cambios.</li> </ul> <p><i>Factores ambientales de la empresa:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Regulación de las instituciones gubernamentales.</li> <li>· Certificaciones ambientales: LEED, Cradle to Cradle, etc.</li> <li>· Tendencias mundiales.</li> <li>· Las condiciones del mercado: apertura a proyectos verdes.</li> </ul> <p><i>Activos de los procesos de la organización:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Políticas, procedimientos y guías.</li> </ul>	<p><i>Juicio de expertos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Consultoría de profesionales en Economía circular que puedan aportar con políticas en el tema.</li> </ul> <p><i>Análisis de datos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Análisis de alternativas, revisión de opciones estratégicas de financiación.</li> <li>· Beneficios económicos por proyectos sostenibles.</li> </ul>	<p><i>Plan de gestión de los costos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Optimizado, ahorro por incorporación del modelo,</li> </ul>

En la Figura 4-13 se muestra un esquema de los puntos clave para gestionar los costos del proyecto bajo el modelo económico circular.

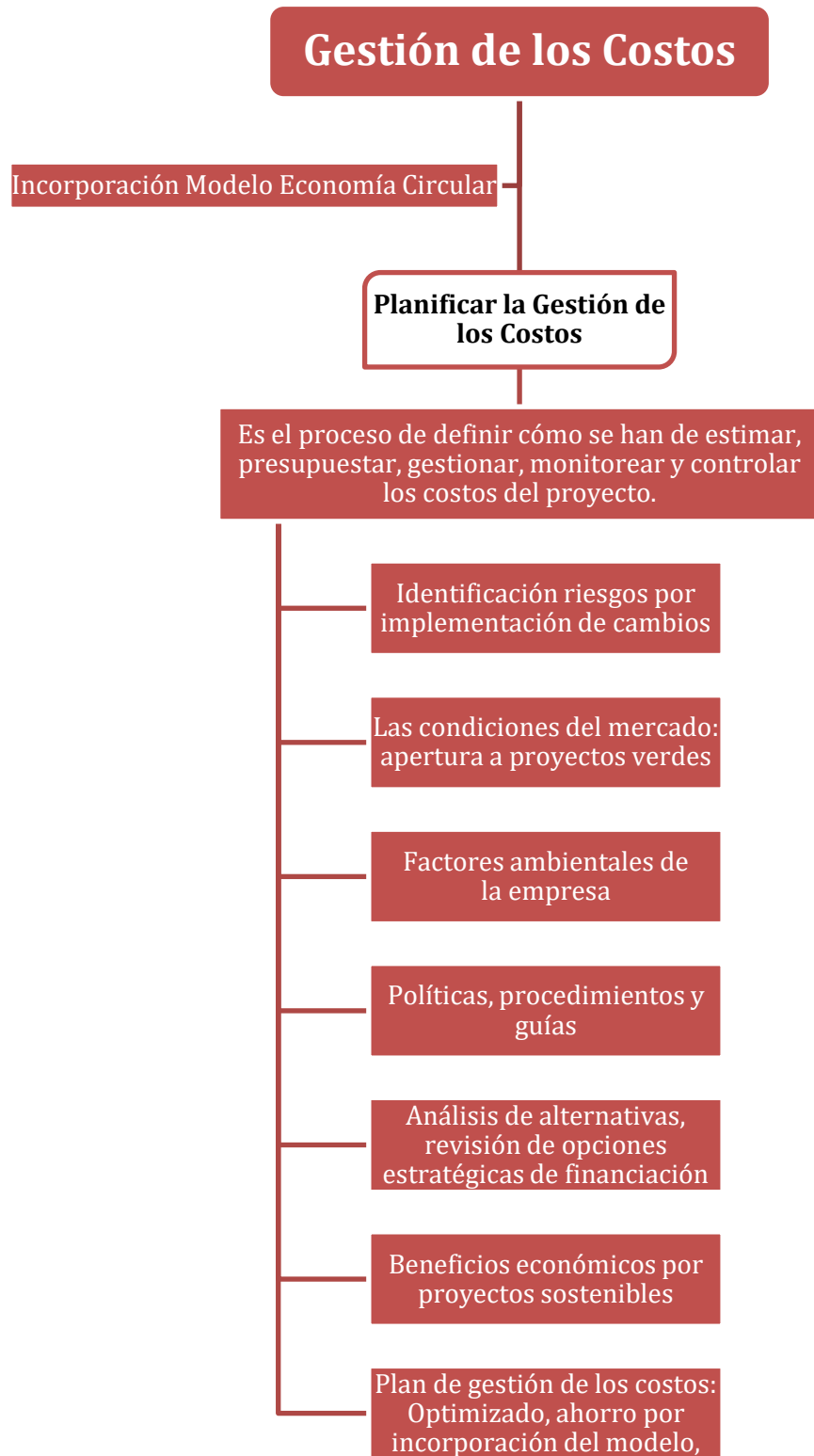


Figura 4-13. Gestión de Costos.  
Fuente: Elaboración propia

### 4.2.3 Gestión de los Recursos

La gestión de los recursos abarca los recursos físicos que incluyen el equipamiento, los materiales, las instalaciones y la infraestructura y los recursos del equipo o de personal que se refieren a los recursos humanos. En esta investigación, se analizó la gestión de los recursos físicos. El PMBOK propone seis procesos para llevar a cabo la gestión de los recursos, en la Tabla 4-10 se muestran los cuatro procesos que involucran la gestión de los recursos físicos.

Tabla 4-10. Procesos de la Gestión de Recursos. Fuente: Elaboración propia.

Procesos	Lineamiento PMBOK	Oportunidades Economía Circular
Planificar la Gestión de Recursos	Definir cómo estimar, adquirir, gestionar y utilizar los recursos físicos y los recursos del equipo del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Procesado y recuperación de materias primas.</li> </ul>
Estimar los Recursos de las Actividades	Estimación de los recursos del equipo y el tipo y las cantidades de materiales, equipamiento y suministros necesarios para ejecutar el trabajo del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Gestión de materiales, residuos y recursos.</li> </ul>
Adquirir Recursos	Obtener instalaciones, equipamiento, materiales, suministros y otros recursos necesarios para completar el trabajo del proyecto.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Oportunidades de valorización.</li> <li>· Métodos sostenibles de producción.</li> </ul>
Controlar los Recursos	Garantizar que los recursos asignados y adjudicados al proyecto están disponibles tal como se planificó, así como de monitorear la utilización de recursos planificada frente a la real y realizar acciones correctivas según sea necesario.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Tecnologías avanzadas para la explotación, clasificación, procesado, de materias primas.</li> </ul>

Se considera que es el proceso de planificar la gestión de recursos, puede influir en mayor medida en la incorporación de los objetivos del modelo de economía circular (ver Tabla 4-11). En primera instancia, la planificación de recursos va ligada al plan de gestión de calidad, los recursos se van a adquirir bajo el cumplimiento de los requisitos propuestos.

Tabla 4-11. Procesos de Planificar la Gestión de Recursos. Fuente: Elaboración propia.

<b>Planificar la Gestión de Recursos</b>		
<b>Entradas</b>	<b>Herramientas y Técnicas</b>	<b>Salidas</b>
<p><i>Plan para la dirección del proyecto:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Plan de gestión de la calidad alineado a economía circular.</li> <li>· Línea base del alcance</li> </ul> <p><i>Documentos del proyecto:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Documentación de requisitos adoptados al modelo.</li> <li>· Registro de interesados</li> </ul> <p><i>Factores ambientales de la empresa</i></p> <p><i>Activos de los procesos de la organización</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Revisión del papel en materia de sostenibilidad.</li> </ul>	<p><i>Juicio de expertos</i></p> <p><i>Representación de datos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Matriz de asignación de responsabilidades: encargados de búsqueda de organizaciones con productos y servicios sostenibles.</li> </ul>	<p><i>Plan de gestión de los recursos: enfocado en productos y materiales sostenibles.</i></p>

En la Figura 4-14 se muestra un esquema de los puntos clave para gestionar los recursos del proyecto bajo el modelo económico circular.

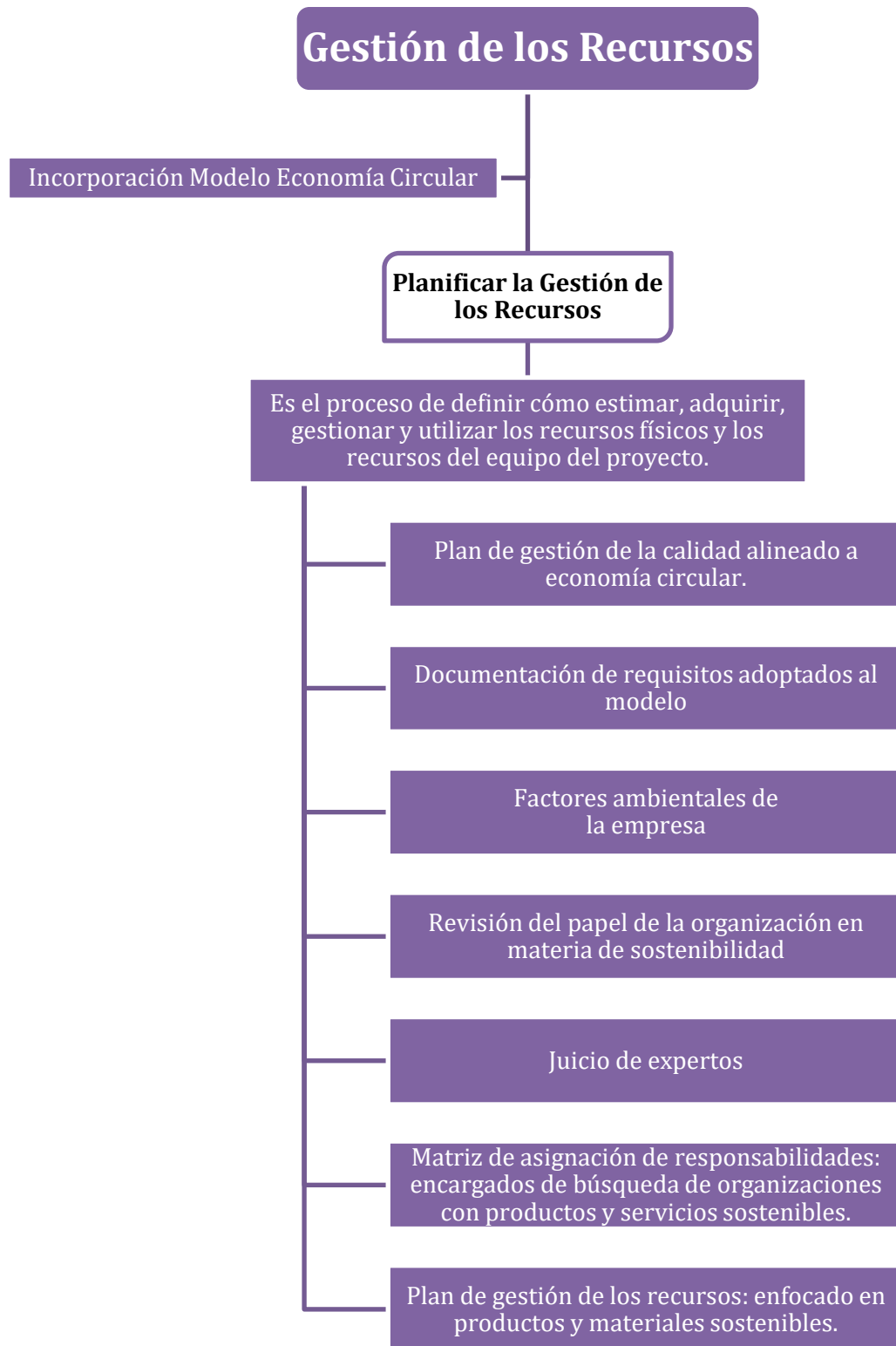


Figura 4-14. Gestión de Recursos.

Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2.4 Gestión de Interesados

En la gestión de interesados se identifican aquellas personas, grupos y/o organizaciones que pueden tener un papel importante dentro del proyecto. Los procesos pretenden analizar las expectativas, identificar el rol de cada uno y desarrollar estrategias para la incorporación de estos al proyecto. Los procesos corresponden:

Tabla 4-12. Procesos de la Gestión de Interesados. Fuente: Elaboración propia

Procesos	Lineamiento PMBOK	Oportunidades
Identificar a los Interesados	Identificar periódicamente a los interesados del proyecto, analizar y documentar información relevante.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Intervención de los interesados desde las primeras fases.</li> <li>· Representación de los principales agentes del sector de la construcción.</li> <li>· Aportar una visión conjunta del futuro del sector.</li> </ul>
Planificar el Involucramiento de los Interesados	Desarrollar enfoques para involucrar a los interesados del proyecto.	
Gestionar el Involucramiento de los Interesados	Comunicarse y trabajar con los interesados para satisfacer sus necesidades y expectativas.	
Monitorear el Involucramiento de los Interesados	Monitorear las relaciones de los interesados del proyecto y adaptar las estrategias.	

El traspaso de conocimientos e información entre los profesionales que actúan en cada fase no siempre existe; es fundamental identificar a los interesados en el desarrollo de un proyecto del sector construcción con un enfoque sostenible, utilizando los principios del modelo de economía circular. El proceso inicial debe identificar a todos los interesados, los principales:

- Empresas constructoras: tomadores de decisión en todo el proyecto. Son los interesados más importantes.



- Administraciones públicas: pueden interferir en las distintas fases del proyecto, y varían, pueden ser de tipo estatal, local. El impulso de las entidades públicas es transcendental en materia de economía circular, canalizar las tendencias en sostenibilidad y crear puentes para la creación de proyectos. La administración pública dispone de recursos para promover desde diferentes instrumentos (ver Figura 4-15):



Figura 4-15. Aportes desde las administraciones públicas.

Fuente: Elaboración propia.

- Profesionales: este grupo abarca desde los colegios profesionales de las carreras, quienes realizan un papel de gestión y supervisión de proyectos, visados, certificados; así como

una importante labor de difusión, asesoría y formación; hasta los técnicos e investigadores con diferentes perfiles que aportan desde su experticia.

- *Extractores de materias primas:* existen una gran variedad de industrias que aportan materias primas a los proyectos constructivos. Son los responsables de gestionar y transformar los recursos.
- *Asociaciones de fabricantes e industriales:* involucra un conglomerado de industrias muy heterogéneo, que aportan en el proceso de fabricación de todos los elementos y componentes utilizados durante el proceso de construcción tanto de edificios como de infraestructuras, así como los utilizados durante la vida útil de las construcciones.
- *Transportistas:* están presentes en todo el ciclo de vida de la construcción, en distintos puntos. Su influencia en la economía circular es muy importante, pues una buena gestión del transporte reduce directamente la emisión de CO<sub>2</sub> asociado tanto a la huella de carbono de materiales, productos y al total del proceso de construcción. La buena gestión del transporte requiere diseño y planificación en acciones como la reducción del volumen de los embalajes (paquetes más planos para poder transportar más en el mismo vehículo), la optimización de rutas de reparto o aplicación de logística inversa (Fundación Conama, 2018).
- *Universidades y centros de formación:* tienen un rol fundamental en la migración a un modelo económico con principios de circularidad, les corresponde gran parte del cambio cultural y la transmisión del concepto de modelo de producción y consumo sostenible, promover un pensamiento sistémico del entorno desde el uso de los recursos a los impactos, estrategias y soluciones.
- *Empresas promotoras:* los encargados de impulsar el uso y la venta de las edificaciones funcionan como puente entre quienes construyen y los usuarios. Sus aportes deben adquirir una versión de sostenibilidad, que busque lograr un cambio de mentalidad de los usuarios.
- *Usuarios:* el involucramiento de los usuarios que tendrán acceso al producto y/o al servicio requieren un papel más relevante, difundir el desarrollo de la economía circular va acompañado de guías de mantenimiento, rehabilitación y reparación, y quienes al final las aplican son los usuarios.

- Certificadores: en materia de sostenibilidad, la responsabilidad del certificador es velar por el cumplimiento de aspectos de calidad, medio ambiente, responsabilidad social, especificaciones técnicas, entre otros. Las certificaciones de esta índole brindan a las empresas diversos beneficios.
- Gestores de residuos de construcción y demolición (RCD): juegan un papel fundamental, deben estar alineados a los principios de economía circular.

Tomando a los grupos de los interesados anteriormente mencionados, la gestión de los interesados se vuelve más completa y esto logra alineación para la gestión exitosa del proyecto. En la Tabla 4-13 se muestra los puntos importantes a considerar en la identificación de los interesados.

En la Figura 4-16 se muestra un esquema de los puntos clave para gestionar los interesados del proyecto bajo el modelo económico circular.

Tabla 4-13. Proceso Identificar de Interesados. Fuente: Elaboración propia

<b>Identificar a los Interesados</b>		
<b>Entradas</b>	<b>Herramientas y Técnicas</b>	<b>Salidas</b>
<p><i>Documentos de negocio</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Plan de gestión de beneficios, identificación de individuos y grupos que se beneficiarán con la entrega de los resultados del proyecto, que se rige bajo un modelo de economía circular.</li> </ul> <p><i>Plan para la dirección del proyecto</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Plan de gestión de las comunicaciones</li> <li>· Plan de involucramiento de los interesados.</li> </ul> <p><i>Documentos del proyecto</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Registro de cambios: pueden surgir nuevos grupos de interés, por ser proyectos pioneros.</li> <li>· Documentación de requisitos.</li> </ul> <p><i>Factores ambientales de la empresa</i></p>	<p><i>Juicio de expertos</i> Desarrolladores de modelos de producción circular, proyectos sostenibles, líderes en medio ambiente.</p> <p><i>Recopilación de datos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· <i>Cuestionarios y encuestas: medir interés de las partes.</i></li> <li>· <i>Tormenta de ideas</i></li> </ul> <p><i>Análisis de datos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· <i>Análisis de Interesados</i></li> <li>· <i>Análisis de documentos</i></li> </ul> <p><i>Representación de datos</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· <i>Mapeo/representación de interesados</i></li> </ul> <p><i>Reuniones</i></p>	<p><i>Registro de interesados</i></p> <p><i>Actualizaciones al plan para la dirección del proyecto</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>· Plan de gestión de los requisitos</li> <li>· Plan de gestión de las comunicaciones: identificación de interacciones clave.</li> <li>· Plan de involucramiento de los interesados</li> </ul>

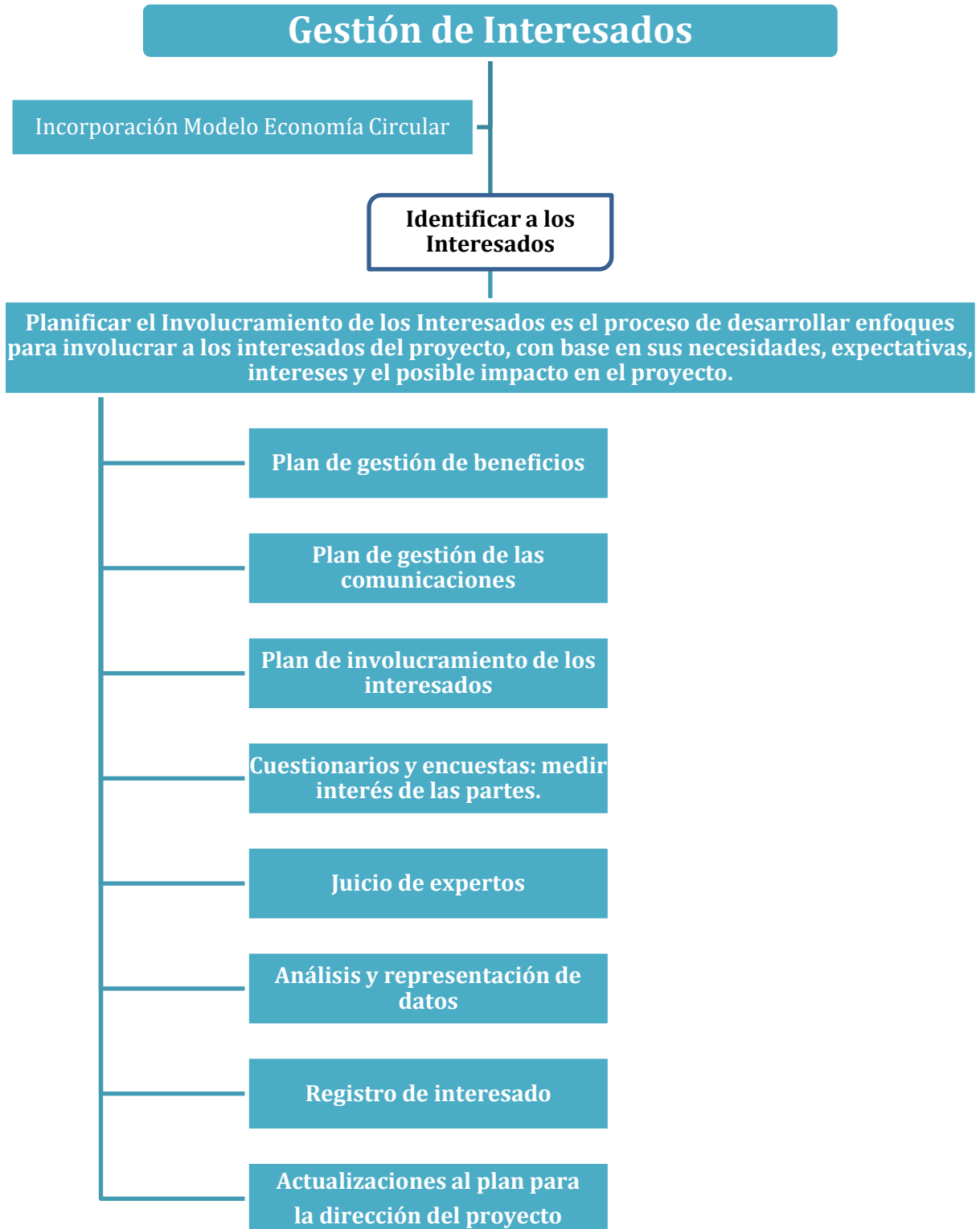


Figura 4-16. Gestión de los interesados.

Fuente: Elaboración propia.

#### ***4.2.5 Gestión de proyectos de salud, seguridad, protección y medio ambiente (HSSE)***

El plan de gestión HSSE del proyecto define la estrategia o metodología que adoptará la organización ejecutora para llevar a cabo la gestión de HSSE y el cumplimiento de los requisitos del proyecto. Orientado a la gestión de protección y medio ambiente, cada proyecto de construcción generalmente se ubica en un sitio con un conjunto único de características ambientales que requiere análisis, planificación, seguimiento y control.

Varios aspectos del medio ambiente deben ser considerados, incluyendo (PMI, 2016): Reciclaje, gestión de residuos, manejo de residuos peligrosos, limpieza ambiental, vigilancia del ruido, control acústico, planificación de recursos culturales, impactos ambientales, drenaje del sitio, control de polvo, traspaso de luz, gestión del tráfico, y requisitos de permisos del gobierno.

La política de seguridad y medio ambiente difiere de la política de calidad en la definición de los requerimientos en las actividades de construcción desde una perspectiva de seguridad y medio ambiente. La política de seguridad y gestión ambiental también incluye el compromiso de responsabilidad social de la organización y los problemas de conservación ambiental, y puede tener un impacto importante en la efectividad de un programa de seguridad y medio ambiente (PMI, 2016). La revisión de estos requisitos del proyecto incluye una evaluación y determinación de (ver Tabla 4-14):

Tabla 4-14. Requisitos de Gestión de proyectos de salud, seguridad, protección y medio ambiente. Fuente: Elaboración propia.

Requisitos	Detalle	Oportunidades Economía Circular
Características y criterios de actividades y productos.	Las características y criterios de cada actividad y/o producto del proyecto, y cómo satisfacerlos. Estos son a veces incorporados en evaluaciones de riesgo de actividad.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Implementación de estrategia en generación de residuos.</li> </ul>
Criterios de verificación.	Se cumplen los criterios de verificación aplicables, incluidos los necesarios para demostrar la aceptación y las características de rendimiento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Inscripción del proyecto a programas como Bandera Azul Ecológica, etc.</li> </ul>
Revisión y selección de alternativas.	Cada proceso requiere requisitos específicos de seguridad y medioambientales.	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Requisitos ambientales internos del proyecto.</li> </ul>

El foco central en esta área de conocimiento es el desarrollo del plan de gestión de residuos. La mayoría de los proyectos de construcción producirán cierto grado de desperdicio, el principio de la economía circular es reducir la cantidad de residuos al mínimo, por lo que para esta industria representa un reto importante lograr una estrategia que maximice el uso de los materiales empleados en el proyecto y que los desperdicios sean mínimos.

El plan de gestión de residuos del proyecto detalla los controles que se aplicarán a cada categoría particular de residuos, que van desde residuos generales de oficina (papel, etc.), residuos alimenticios (de comedores), residuos sanitarios (desde instalaciones de bienestar del sitio) hasta los diferentes categorías de residuos generados por procesos de construcción (excavaciones, metales, embalajes, madera, etc.) (PMI, 2016).

La adecuada gestión de los residuos deberá incluir el análisis de los sitios autorizados para la disposición de los residuos, es una oportunidad para valorar toda la gama de posibilidades para darle otro uso a los residuos, ya sea en el mismo proyecto o futuros. Desde el punto de vista del manejo de residuos, se pueden considerar algunas circunstancias positivas (ver Tabla 4-15):

Tabla 4-15. Causas para la definición del modelo de economía circular en sistemas de aprovechamiento de residuos. Fuente: Jaron & Bergs, 2013.

<b>CAUSAS</b>	<b>DETALLE</b>
Ambientales	Cuidado de suelo, agua y aire
Recursos	Residuos de materiales y energía
Climáticas	Reducción de gases de efecto invernadero (GEI)
Económicas	Disponibilidad de servicios de aprovechamiento de residuos
	Competencia regulada para oferta de servicios de residuos
	Creación de empleos, inversiones públicas y privadas, tecnología

El efecto del cambio climático puede mitigarse considerablemente con algunas medidas en el sector de los residuos sólidos: alternativas tecnológicas para la disposición final de residuos, el cambio de comportamiento (reciclaje y separación en la fuente) y otras estrategias que incluyen una gestión adecuada de residuos sólidos. Por lo tanto, el sector construcción juega un papel muy importante en el tema de gestión de residuos.



## Capítulo 5 Conclusiones y Recomendaciones

### 5.1 Conclusiones

El sector construcción impulsa la economía de un país, pero al mismo tiempo se caracteriza por ser una de las industrias más contaminantes. Por tanto, deberá adecuarse a las necesidades actuales de recuperación del medio, ya que los efectos negativos como el cambio climático, están comprometiendo la salud de una gran parte de la población.

Una línea de acción viable es incorporar en la gestión de los proyectos algunos requisitos, principios, conceptos e ideas del modelo de economía circular, que logren mitigar el daño producido al medio ambiente, y que también permita obtener beneficios a las empresas, tales como mayor eficiencia en los procesos y a su vez una mayor productividad, uso de energías limpias, nuevos modelos de negocio que se traduce en nuevas fuentes de ingreso, mayor responsabilidad social y sostenibilidad ambiental en sus proyectos. Existen múltiples aplicaciones y beneficios de la economía circular, en el sector de la construcción, lo que contribuye innovar en una de las industrias más ineficientes a nivel mundial.

Empresas con Geocycle, Grupo Pedregal, Schneider Electric, industrias proveedoras de materiales para la construcción, implementan muchas de las características y principios de la economía circular que han logrado modelos de negocios rentables y amigables con el ambiente.

La gestión de Calidad puede tener una gran influencia en el proyecto con la adaptación del modelo de economía circular, los requisitos y estándares pueden enfocarse al modelo de economía circular; los indicadores pueden definirse en términos del progreso de la implementación de políticas de economía circular en la gestión de calidad que permitan aplicar el modelo de mejora continua. Adicionalmente, se puede implementar de estrategias de control que evidencien los impactos positivos de la implementación del modelo de economía circular.

Elementos de la economía circular en la gestión de proyectos puede generar un efecto importante en la gestión de Costos, la posibilidad de ahorros netos anuales significativos en costos de materias primas, creación de valor, reducción de desperdicios, una estimación de los costos puede reflejarse en el costo neto de incorporar una nueva metodología en los proyectos.

La gestión de Recursos demanda especial atención en las oportunidades de valorización de los materiales, en el procesado y recuperación de materias primas, estrategias de métodos sostenibles

de producción, búsqueda de tecnologías avanzadas para la explotación y clasificación de materias primas.

La identificación de todos los interesados en proyectos sostenibles, con principios en economía circular, es clave para el éxito del proyecto, ya que permite la interacción más armonizada, no solo con quienes aprueba, financian y compran el producto o servicio, sino también aquellas organizaciones interesadas en promover proyectos sostenibles. Los canales de información entre los profesionales que actúan en cada fase no siempre existen, y muchas veces esto limita las posibilidades de obtener mejores resultados, además de apertura entre las diferentes instituciones.

Un plan en la gestión de los residuos en los proyectos de construcción es primordial para llevar a cabo una gestión de proyectos bajo una perspectiva circular. El plan abarca controles en cada uno de los tipos de residuos, desde los residuos generales a nivel administrativos hasta los propios de la actividad de construcción.

Se identificaron posibles integraciones entre economía circular y las áreas del conocimiento de la Guía PMBOK, incluyendo su Extensión para la Construcción

## **5.2 Recomendaciones**

Es urgente impulsar una política a favor del desarrollo de proyectos sostenibles bajo un modelo de economía circular. En este sentido, se necesitan más medidas para desarrollar el mercado de gestión de residuos, financiamiento de proyectos amigables con el ambiente, asesorías, entre otros. Costa Rica juega un papel importante en la biodiversidad del planeta, su compromiso con el medio ambiente debe ser parte de los temas prioritarios a nivel gobierno. Para lograr el impulso adecuado es imprescindible fomentar sus beneficios y posibles aplicaciones por parte de las administraciones.

Los centros de formación pueden influir a gran escala en la concientización de los profesionales, promover la economía circular, instruir en temas de diseño para recuperar materiales, diseño para desensamblar, diseño para flujos de materiales más limpios, entre otros. Todo esto desencadena mayor importancia en el tema, y más personas interesadas en aprender e incorporar el modelo en sus proyectos.

Los objetivos del proyecto deben promover un enfoque holístico, que considere los intereses sociales, económicos y ecológicos. Lo que conlleva nuevos enfoques en el diseño de organizaciones, Gareis et. al (2009) sugiere la integración, la asociación y potenciación, como una

gestión de proyectos participativa e integral que mejorará la calidad de las relaciones con los entornos en los que se desarrollan los proyectos.

## Referencias Bibliográficas

- Anink, D., Boonstra, C., & Mak, J. (1996). *Handbook of Sustainable Building. An Environmental Preference Method for Selection of Materials for Use in Construction and Refurbishment*. Londres.
- Arias, F. (2006). *El Proyecto de Investigación, 5ta Edición*. Venezuela: Editorial Episteme.
- Bakouros, Y., & Kelessidis, V. (2000). *Project Management*. Tesalia: EC funded project.
- Balboa, C., & Domínguez, M. (2014). *Economía Circular, marco para el Ecodiseño: modelo ECO-3*. España.
- Barrantes, R. (1999). *Investigación: Un camino al conocimiento un enfoque*. San José: EUNED.
- Bautista, M. (2007). *Gerencia de proyectos de construcción inmobiliaria. Fundamentos para gestión de la calidad*. Bogotá: Editorial Javeriana.
- Bogner, J. M. (2007). *Waste. Management, In Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- Circle Economy. (2018). *The Circularity Gap Report*. Circle Economy.
- Commission, E. (2015). *Circular Economy. Closing the loop. An Ambitious EU circular economy package*. Obtenido de <https://ec.europa.eu/commission/sites/beta-political/files/circular->
- Ellen Macarthur, F. (2018). Obtenido de Kalundborg Symbiosis: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/case-studies/effective-industrial-symbiosis>
- Espaliat, M. (2017). *Introducción a los principios de la economía circular y de la sostenibilidad*. España: Instituto Técnico Español de Limpieza.
- FOMIN. (2017). *Más allá del reciclaje: un modelo de economía circular para América Latina y el Caribe*.
- Fundación Conama. (2018). *Economía Circular en el sector de la construcción*. Madrid, España: Congreso Nacional del Medio Ambiente 2018.

- Fundación EC. (2017). *Por qué y cómo desarrollar estrategias de economía circular en el ámbito regional*. España.
- Gareis, R., Heumann, M. and Martinuzzi, A. (2009) *Relating Sustainable Development and Project Management*. IRNOP IX, Berlin.
- Garrido, D., & Ramírez, J. (2010). *Análisis comparativo de metodologías de proyectos en una empresa de tecnología*. Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada.
- Gido, J., & Clements, J. (2012). *Administración exitosa de proyectos*. México: Cengage Learning Editores, S.A.
- Gómez, M. (2006). *Introducción a la metodología de la investigación científica*. . Córdoba: Editorial Brujas.
- Grazian, P. (2018). *Economía circular e innovación tecnológica en residuos sólidos: Oportunidades en América Latina*. Corporación Andina de Fomento.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2006). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill.
- Huamán, D. (2011). *Fuentes de Información*. Perú: Organización Panamericana de la Salud.
- IPMA. (2015). *Individual Competence Baseline for Project, Programme, Portfolio Management*. Switzerland: International Project Management Association .
- IT Governance Institute . (2008). *Aligning CobiT® 4.1, ITIL®V3 and ISO/IEC 27002 for Business Benefit*. Illinois: IT Governance Institute.
- Krausman. (2017). *Global socioeconomic material stocks rise 23-fold over the 20th century and require half of annual resource use*. PNAS, vol. 114, no 8.
- La Torre, A., Del Rincón, D., & Arnal, J. (2003). *Bases metodológicas de la Investigación Educativa*. Barcelona: Experiencia.
- Landeau, R. (2007). *Elaboración de Trabajos de Investigación*. Caracas: Editorial ALFA.

- Leandro H., A. G. (2007). *Administración y manejo de los desechos en los proyectos de construcción*. Cartago: Centro de Investigaciones en vivienda y construcción CIVCO.
- López, V. L. (12 de Enero de 2013). *Estudio y evaluación de impacto ambiental en ingeniería civil*. ProQuest Ebook Central. Obtenido de ProQuest Ebook Central: <http://ebookcentral.proquest.com/lib/itcrsp/detail.action?docID=3213582>
- MacArthur, F. E. (2014). *Hacia una economía circular*. Cows, Reino Unido: McKinsey & Compañía.
- Mather, A., & Chapman, K. (1995). *Environmental Resources*. Longman Scientific & Technical. England.
- Mena, F. (15 de Enero de 2014). *Comparación de metodologías de gerencia de proyectos PRINCE 2 y PMBOK5*. Obtenido de <https://www.scribd.com/>
- Méndez, C. (2001). *Metodología, diseño y desarrollo del proceso de investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Münch, L., & Ángel, E. (1991). *Métodos y Técnicas de Investigación para Administración e Ingeniería*. México: Triallas.
- Palacio, J., & Ruata, C. (Enero de 2011). *Scrum Manager Gestión de Proyectos*. Obtenido de [scrummanager.net](http://www.scrummanager.net): <http://www.scrummanager.net>
- PMI. (2016). *Construction Extension to the PMBOK® Guide*. PMI.
- Porrás Barajas, N. (2017). Una mirada a la sostenibilidad en la gestión de proyectos. *International Journal of Good Conscience*, 12(3)328-344.
- Prieto Sandoval, V., Jaca, C., & Ormazabal, M. (2017). Economía circular: Relación con la evolución del concepto de sostenibilidad y estrategias para su implementación. *Memoria Investigaciones en Ingeniería, Número 15*, 85-96.
- Project Management Institute. (2013). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge*. PMI® Publications.
- Project Management Institute. (2017). *PMBOK*. Pennsylvania, U.S.A.: PMI.

- Quiencey, J. (2018). *Why a World Without Waste is Possible*. Medium Environment.
- Rivera, F. (2010). *Administración de Proyectos. Guía para el Aprendizaje*. México: Prentice Hall.
- Sampieri, R. H. (2014). *Metodología de la Investigación. 6. ed.* Mexico D.F: McGraw-Hill.
- Turley, F. (2009). *Introduction to PRINCE2*. London: Project Smart.
- Val Román, J. (2018). *Industria 4.0: la transformación digital de la industria*. CODDii.
- Villanueva D., L. (2005). *Las tres edades de la construcción*. España: Universidad Politécnica de Madrid.
- Wadel, G., Avellaneda, J., & Cuchí. (2010). *Sustainability in industrialized architecture: closing the materials cycle*. Informes de la Construcción.
- Wathern, P. (1988). *Environmental impact assessment. Theory and practice*. London: Unwin Hyman.
- WBCSD. (2017). *Circular Economy and Environmental Priorities for Business*. Ecofys.
- WCED. (1987). *Report of the World Commission on Environment and Development: Our*. Oxford; New York: Oxford University Press.
- Zamarrón, I., Búlmer, E., & Peralta, A. (2017). *Nuevos Enfoques sobre la Gestión de Residuos y su Problemática Actual*. EAE Business School.





## ANEXO 1: OBJETIVOS DESARROLLO SOSTENIBLE

<p><b>1</b>  <b>Objetivo 1: Poner fin a la POBREZA</b> Poner fin a la pobreza en todas sus formas en todo el mundo.</p> <p><b>2</b>  <b>Objetivo 2: HAMBRE Cero</b> Poner fin al hambre, lograr la seguridad alimentaria y la mejora de la nutrición y promover la agricultura sostenible.</p> <p><b>3</b>  <b>Objetivo 3: Buena SALUD</b> Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades.</p> <p><b>4</b>  <b>Objetivo 4: EDUCACIÓN de calidad</b> Garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos.</p> <p><b>5</b>  <b>Objetivo 5: IGUALDAD de género</b> Lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y niñas.</p> <p><b>6</b>  <b>Objetivo 6: AGUA limpia y saneamiento</b> Garantizar la disponibilidad de agua y su gestión sostenible y el saneamiento para todos.</p> <p><b>7</b>  <b>Objetivo 7: ENERGÍA asequible y sostenible</b> Garantizar el acceso a una energía asequible, segura, sostenible y moderna para todos.</p> <p><b>8</b>  <b>Objetivo 8: TRABAJO decente y crecimiento económico</b> Promover el crecimiento económico sostenido, inclusivo y sostenible, el empleo pleno y productivo y el trabajo decente para todos.</p> <p><b>9</b>  <b>Objetivo 9: INDUSTRIA, innovación, infraestructura</b> Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización inclusiva y sostenible y fomentar la innovación.</p> <p><b>10</b>  <b>Objetivo 10: Reducir INEQUIDADES</b> Reducir la desigualdad en y entre los países.</p>	<p><b>11</b>  <b>CIUDADES Y COMUNIDADES SOSTENIBLES</b></p>  <p>Conseguir que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.</p> <p><b>Objetivo 12: CONSUMO responsable y producción</b> Garantizar modalidades de consumo y producción sostenibles.</p> <p><b>Objetivo 13: Acción CLIMÁTICA</b> Adaptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.</p> <p><b>Objetivo 14: Vida MARINA</b> Conservar y utilizar en forma sostenible los océanos, los mares y los recursos marinos para el desarrollo sostenible.</p> <p><b>Objetivo 15: Vida en la TIERRA</b> Proteger, restablecer y promover el uso sostenible de los ecosistemas terrestres, efectuar una ordenación sostenible de los bosques, luchar contra la desertificación, detener y revertir la degradación de las tierras y poner freno a la pérdida de diversidad biológica.</p> <p><b>Objetivo 16: Paz, JUSTICIA e instituciones fuertes</b> Promover sociedades pacíficas e inclusivas para el desarrollo sostenible, facilitar el acceso a la justicia para todos y crear instituciones eficaces, responsables e inclusivas a todos los niveles.</p> <p><b>Objetivo 17: ALIANZAS para los objetivos</b> Fortalecer los medios de ejecución y revitalizar la alianza mundial para el desarrollo sostenible.</p>
--	---

En la Cumbre para el Desarrollo Sostenible celebrada en septiembre de 2015, los Estados Miembros de la ONU aprobaron la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, que incluye un conjunto de 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) para poner fin a la pobreza, luchar contra la desigualdad y la injusticia, y hacer frente al cambio climático.

Los ODS, también conocidos como Objetivos Mundiales, se basan en los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), pero van mucho más allá. La incorporación de la necesaria mejora de los espacios urbanos como Objetivo número 11 ha sido uno de los logros más aplaudidos desde ONU Habitat.