



UNIVERSIDAD
NACIONAL
DE COLOMBIA

Aproximación a un Modelo *Green Lean* integrando el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) con el *Value Stream Mapping* (VSM): Estudio de caso sector construcción

Diego Andrés Hernández Atehortúa

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Artes, Escuela de Arquitectura y Urbanismo
Bogotá, Colombia

2017

Aproximación a un Modelo *Green Lean* integrando el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) con el *Value Stream Mapping* (VSM): Estudio de caso sector construcción

Diego Andrés Hernández Atehortúa

Tesis o trabajo de investigación presentada(o) como requisito parcial para optar al título
de:

Magister en Construcción

Director (a):

D.I. Paulo Andrés Romero Larrahondo MSc, PhD.

Línea de Investigación:

Sostenibilidad y Administración

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Artes, Escuela de Arquitectura y Urbanismo
Bogotá, Colombia

2017

Este trabajo se lo dedico a mi familia

Diego A. Hernández A.

*“We are what we repeatedly do
Excellence then, is not an act
but a habit”*

Aristóteles

Agradecimientos

De manera especial quiero agradecer a mi madre Ángela Marina Atehortúa González por su amor y dedicación en mi vida, quien es responsable de la persona que soy hoy en día. A mi padre Diego Javier Hernández Rendón por su mensaje de desarrollo profesional y personal junto con su ejemplo de emprendimiento en el sector de la construcción en Colombia, quien me transmitió el interés en este sector. A mi hermana Ángela María Hernández Atehortúa quien me ha acompañado a lo largo de toda mi vida con su permanente motivación y ejemplo, demostrándome que el esfuerzo y dedicación es la base para el éxito y felicidad en la vida. También quiero agradecer a la familia Atehortúa González quienes me acogieron dentro de su familia y a quienes infinitamente les doy gracias por su cariño y amor, y a Carolina Bernal Velilla por ser esa mujer especial en mi vida la cual me demuestra todos los días su apoyo, comprensión y sobretodo su amor.

Por supuesto a mi director Paulo Andrés Romero Larrahondo, por su gran dedicación y motivación para lograr que a través de sus críticas constructivas llegara a un feliz término esta investigación y que con sus enseñanzas se ha convertido en un gran amigo para la vida. También a los profesores de la facultad de Ingeniería Civil y la Maestría en Construcción de la Universidad Nacional de Colombia – Bogotá, quienes a través de su formación en mi pregrado de Ingeniería Civil y Magister en Construcción, lograron despertar mi interés y compromiso con la construcción junto con las implicaciones técnicas, éticas y sostenibles en busca del desarrollo del País.

Finalmente quisiera agradecer a las empresas participantes en esta investigación, quienes permitieron acceder a su información con el fiel compromiso de aportar al desarrollo del sector de la construcción en el país, especialmente a los ingenieros Daniel Giraldo Cáceres (Presidente) y Leonardo Ávila Álvarez (Vp. de Proyectos) y a los arquitectos Jorge Hernán Pinto Sánchez (Vp. de Construcción) y Pedro Valenzuela (Vp. de Diseño), los anteriores miembros de AR CONSTRUCCIONES S.A.S.

Resumen

A partir de los resultados y análisis profundo de una investigación cualitativa llevada a cabo a través de un estudio de caso holístico simple, se construyó la aproximación de un modelo que se enmarca dentro de la filosofía *Green Lean* en el campo de la construcción a un nivel gerencial en la ciudad de Bogotá. De este modo, el trabajo realizado articuló conceptualmente las principales herramientas de dicha filosofía, el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y el *Value Stream Mapping* (VSM), buscando brindar una herramienta que permita mejorar el desempeño de los procesos de una empresa constructora a un nivel ambiental. Las proposiciones de este estudio fueron validadas a través de un estudio de caso llevado a cabo dentro del grupo directivo y gerencial de AR CONSTRUCCIONES S.A.S. y que permiten asegurar que el modelo propuesto puede generar ventajas competitivas siempre y cuando se integren las Partes Interesadas de los procesos y se soporte la implementación de la propuesta dentro de la innovación organizacional convirtiéndose en una estrategia medioambiental proactiva. Cabe resaltar que a través de la revisión de literatura realizada se evidenció que la temática abordada en esta investigación está en auge, y es un campo poco explorado en el sector de la construcción en Colombia.

Palabras clave: Construcción, Análisis de Ciclo de Vida (ACV), *Lean Construction*, *Value Stream Mapping* (VSM), Ventajas competitivas, Estudio de Caso, *Green Lean*, innovación, Integración de Partes Interesadas, Visión de la Firma Basada en Recursos Naturales (VFBRN).

Abstract

From the results and deep analysis of a qualitative research carried out through a simple holistic case study, it was built the approach of a model framed within the Green Lean philosophy in the construction field in a managerial level in Bogotá city. In this way, this work articulated conceptually the main tools of this philosophy, Life Cycle Assessment (LCA) and Value Stream Mapping (VSM), seeking to provide a tool to improve the performance of the processes of a construction company at an environmental level. The proposals of this study were validated through a case study carried out within the managerial group of AR CONSTRUCCIONES S.A.S. and that allow to assure that the proposed model can generate competitive advantages as long as the stake holders involve in the processes and supports within the organizational innovation becoming in an environmental proactive strategy. It should be noted that through the review of literature, it was evidenced that the topic addressed in this research is booming, and is a little explored field in the construction field in Colombia.

Keywords: Construction, Life Cycle Assessment (LCA), Lean Construction, Value Stream Mapping (VSM), Competitive Advantages, Case study, Green Lean, innovation, Stake holder Theory, Natural Resource Based View of the Firm (NRBV).

Contenido

	Pág.
Resumen	VII
Abstract	VIII
Lista de figuras	XII
Lista de tablas	XV
Lista de Símbolos y abreviaturas	XVI
Introducción	1
1. Planteamiento del Problema	7
1.1 Justificación	7
1.1.1 Problemas asociados a la industria de la construcción en términos ambientales.....	8
1.1.2 Falta de desarrollo teórico y práctico en el desarrollo de temáticas <i>Green Lean</i> en la industria de la construcción.....	15
1.1.3 El uso de Estudios de caso en el desarrollo de investigaciones dentro de la industria de la construcción	20
1.2 Preguntas de investigación	23
1.3 Objetivos.....	24
1.3.1 Objetivo General	24
1.3.2 Objetivos Específicos	24
1.4 Carácter propositivo de la investigación.....	24
2. Marco Teórico	27
2.1 El modelo y la innovación organizacional aplicable a una empresa de construcción	29
2.1.1 La innovación cómo herramienta de competitividad de una empresa de construcción.....	33
2.2 Enfoque <i>Green</i> de esta investigación: El desarrollo sostenible y el sector de la construcción	35
2.3 Visión de la Firma Basada en Recursos Naturales (VFBRN)	40
2.3.1 Tutelaje del producto.....	43
2.3.2 Integración de partes interesadas (IPI) y su conexión con estrategias proactivas medioambientales	46
2.3.3 Capacidades y Capacidades dinámicas	51
2.4 Análisis de Ciclo de Vida (ACV).....	56
2.4.1 Análisis de Ciclo de Vida para el sector de la construcción	63

2.4.2	Herramientas para calcular el Análisis de Ciclo de Vida (ACV).....	67
2.5	Filosofía <i>Lean</i>	68
2.5.1	<i>Lean Construction</i>	71
2.5.2	<i>Value Stream Mapping</i> (VSM)	72
2.6	Relaciones conceptuales de <i>Green</i> y <i>Lean</i>	75
2.6.1	<i>Green Lean</i> y la competitividad.....	78
2.7	Sistemas de Gestión Ambiental y de la Calidad como soporte del modelo....	80
3.	Metodología (diseño del estudio)	85
3.1	La investigación cualitativa	87
3.1.1	Enfoques y generalizaciones de una investigación cualitativa	88
3.2	Consideraciones generales del estudio de caso.....	89
3.3	Justificación del estudio de caso	91
3.4	Diseño del estudio de caso	92
3.4.1	Pregunta de investigación.....	93
3.4.2	Unidad de Análisis	93
3.4.3	Proposiciones	95
3.4.4	Diseño de instrumentos	98
3.4.5	Recolección de datos.....	101
3.4.6	Compilación de datos	102
3.4.7	Fragmentación - Codificación de datos.....	103
3.4.8	Reorganización de los datos.....	104
3.4.9	Interpretación y análisis de los datos	105
3.4.10	Pruebas de diseño.....	109
3.4.11	Principios éticos.....	110
3.4.12	Resumen del diseño del estudio	111
4.	Resultados	113
4.1	Descripción del caso	113
4.1.1	Generalidades	114
4.1.2	Empresa Piloto - Inversiones y proyectos en construcción HR Ltda..	116
4.1.3	Empresa analizada - AR CONSTRUCCIONES S.A.S.....	116
4.2	Estructura de la Unidad de Análisis	117
4.2.1	Vicepresidencia de Construcción.....	118
4.2.2	Vicepresidencia de Diseño.....	119
4.2.3	Vicepresidencia de Proyectos.....	121
4.2.4	Gerencia	122
4.3	Datos recolectados y su codificación.....	123
4.3.1	Consolidación de los datos	128
4.4	Descripción e interpretación	129
4.4.1	Resultados según la Categoría de Sistemas de Gestión	130
4.4.2	Resultados según la Categoría <i>Green Lean</i>	135
4.4.3	Resultados según la Categoría Alta Gerencia	140
4.4.4	Resultados según la Categoría Implementación	148
4.4.5	Resultados según la Categoría Proyecto	157
4.4.6	Resultados para la Unidad de Análisis según categorías.....	164
4.4.7	Resultados asociados a la Proposición 1	168
4.4.8	Resultados asociados a la Proposición 2.....	169
4.4.9	Resultados asociados a la Proposición 3.....	171
4.4.10	Resultados asociados a la Proposición 4.....	172

5. Discusión	174
5.1 Discusión.....	174
5.1.1 La implementación del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y el <i>Value Stream Mapping</i> (VSM) pueden ser incluidas dentro de los proyectos para generar ventajas competitivas al integrarse con partes interesadas (IPI) - Proposición 1	175
5.1.2 La implementación de estrategias <i>Green Lean</i> (ACV+VSM) deberían estar soportadas con un Sistema de Gestión de Calidad y Ambiental - Proposición 2	178
5.1.3 La implementación de estrategias <i>Green Lean</i> está justificada principalmente en los requerimientos del mercado y el costo - Proposición 3 ..	181
5.1.4 La creación de un modelo <i>Green Lean</i> de esta naturaleza requiere ir más allá de la normativa y la ley siendo proactivos e innovadores para superar los impedimentos encontrados -Proposición 4	183
5.2 Descripción del modelo.....	185
5.2.1 Manual de implementación del modelo	188
6. Conclusiones, recomendaciones y futura investigación	195
6.1 Conclusiones	196
6.1.1 El uso del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y el <i>Value Stream Mapping</i> (VSM) dentro de un proyecto puede generar ventajas competitivas al integrarse con partes interesadas (IPI).	196
6.1.2 Fundamentos PHVA del Sistema de Gestión de la Calidad y ambiental soportan estrategias <i>Green Lean</i> (ACV+VSM).	198
6.1.3 El mercado y el costo son los principales requerimientos para el desarrollo y uso de estrategias <i>Green Lean</i> , pero no son los únicos.	199
6.1.4 La creación de un modelo <i>Green Lean</i> de esta naturaleza requiere ir más allá de la normativa y la ley siendo proactivos e innovadores para superar los impedimentos encontrados.	200
6.2 Recomendaciones y futura investigación	202
A. Anexo 1: Entrevista Semi-estructurada T-01: Gerencia	203
B. Anexo 2: Entrevista Semi estructurada T-02: Dirección	205
C. Anexo 3: Revisión bibliométrica de <i>Green Lean</i> en la construcción	207
Bibliografía	209

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1-0: Esquema del desarrollo de la investigación. Elaboración propia.	4
Figura 1-1: Planteamiento del problema destacando los tres ejes temáticos. Elaboración propia.	8
Figura 1-2: Documentos indexados por año a Scopus de <i>Green Lean</i> en construcción. Fecha de generación: Marzo de 2017.	17
Figura 1-3: Métodos de investigación, adaptación de Robert Yin, (Yin, 2009, p. 8). Elaboración propia.	21
Figura 2-1: Mapa de literatura del marco teórico de esta investigación. Elaboración propia.	28
Figura 2-2: Integración de Innovación y modelo. Elaboración propia.	29
Figura 2-3: Integración de Innovación y aproximación de modelo <i>Green Lean</i> . Elaboración propia.	34
Figura 2-4: Enfoque <i>Green</i> y desarrollo del concepto de la sostenibilidad adaptado de (Chang et al., 2017, p. 49). Adaptado por el Autor.	36
Figura 2-5: Relación entre los principales postulados que relacionan los atributos principales que permiten generar una ventaja competitiva (Barney, 1991; Romero, 2016, p. 29). Adaptado por el Autor.	41
Figura 2-6: Visión de la Firma Basada en Recursos Naturales (Hart & Dowell, 2011). Adaptado por el Autor.	43
Figura 2-7: Tutelaje de producto (Hart, 1995; Hart & Dowell, 2011). Adaptado por el Autor.	46
Figura 2-8: Integración de partes interesadas y su relación con estrategias proactivas medio ambientales y venta competitiva. Elaboración propia.	51
Figura 2-9: Capacidades y capacidades dinámicas, y su relación con ventajas competitivas. Elaboración propia.	55
Figura 2-10: Adaptación metodología del Análisis de Ciclo de Vida en la construcción (Abd Rashid & Yusoff, 2015).	58
Figura 2-11: Adaptación Ciclo de Vida de una construcción en la metodología ACV (Abd Rashid & Yusoff, 2015; Khasreen et al., 2009).	60
Figura 2-12: Categorías de impacto usadas comúnmente en el sector de la construcción (Khasreen et al., 2009). Adaptado por el Autor.	62
Figura 2-13: Filosofía <i>Lean</i> (Huovila & Koskela, 1998; Koskela, 1992). Adaptado por el Autor.	69
Figura 2-14: Implementación de la Filosofía <i>Lean</i> dentro de una empresa (Garvin, 2015). Adaptado por el Autor.	71

Figura 2-15: Proceso de Value Stream Mapping para el sector de la construcción. Adaptado de (Rother et al., 2013).	74
Figura 2-16: Esquema básico de un <i>Value Stream Mapping</i> . Elaboración propia.	75
Figura 2-17: Adaptación relaciones entre los paradigmas de <i>Green</i> y <i>Lean</i> (Garza-Reyes, 2015; Ng et al., 2015). Adaptado por el Autor.....	76
Figura 2-18: Adaptación relaciones conceptuales entre Lean y sostenibilidad (Bae & Kim, 2007). Adaptado por el Autor.....	78
Figura 2-19: Sistemas de gestión ambiental y de calidad como soporte del modelo. Elaboración propia.	83
Figura 3-1: Desarrollo de la investigación. Elaboración propia.....	86
Figura 3-2: Delimitación del problema de investigación. Elaboración propia.	87
Figura 3-3: Pasos del estudio de caso. Elaboración propia.....	91
Figura 3-4: Unidad de Análisis del estudio de caso de la investigación. Elaboración propia.	94
Figura 3-5: Actividades de recolección de datos (Creswell, 2012). Adaptado por el Autor.	102
Figura 3-6: Espiral del análisis de datos (Creswell, 2012). Adaptado por el Autor...106	
Figura 3-7: Pruebas de diseño para un estudio de caso (Yin, 2009). Adaptado por el Autor.	110
Figura 4-1: Ciclo PHVA Vicepresidencia de Construcción. Adaptado por el Autor. .119	
Figura 4-2: Ciclo PHVA Vicepresidencia de Diseño. Adaptado por el Autor.....120	
Figura 4-3: Ciclo PHVA Vicepresidencia de Proyectos. Adaptado por el Autor.122	
Figura 4-4: Ciclo PHVA Gerencia. Adaptado por el Autor.123	
Figura 4-5: Relaciones de los Códigos descriptivos definidos desde las proposiciones.	126
Figura 4-6: Relaciones en los Códigos descriptivos definidos en la codificación <i>in vivo</i> y desde las proposiciones.	127
Figura 4-7: Resultados por Unidad de Análisis según la categoría: Sistemas de Gestión y códigos descriptivos. Elaboración propia.....	131
Figura 4-8: Resultado Consolidado según la categoría: Sistema de Gestión. Elaboración propia.	132
Figura 4-9: Nube de palabras según la categoría: Sistemas de Gestión. Elaboración propia.	134
Figura 4-10: Resultados por Unidad de Análisis según la categoría: <i>Green Lean</i> y códigos descriptivos. Elaboración propia.....	135
Figura 4-11: Resultado Consolidado según la categoría: <i>Green Lean</i> . Elaboración propia.	137
Figura 4-12: Nube de palabras según la categoría: <i>Green Lean</i> . Elaboración propia.	140
Figura 4-13: Resultados por Unidad de Análisis según la categoría: Alta Gerencia y códigos descriptivos. Elaboración propia.....	142
Figura 4-14: Resultado Consolidado según la categoría: Alta Gerencia. Elaboración propia.	143
Figura 4-15: Nube de palabras según la categoría: Alta Gerencia. Elaboración propia.	148
Figura 4-16: Resultados por Unidad de Análisis según la categoría: Implementación y códigos descriptivos. Elaboración propia.....	150

Figura 4-17:	Resultado Consolidado según la categoría: Implementación. Elaboración propia.	152
Figura 4-18:	Nube de palabras según la categoría: Implementación. Elaboración propia.	157
Figura 4-19:	Resultados por Unidad de Análisis según la categoría: Proyecto y códigos descriptivos. Elaboración propia.	158
Figura 4-20:	Resultado Consolidado según la categoría: Proyecto. Elaboración propia.	160
Figura 4-21:	Nube de palabras según la categoría: Proyecto. Elaboración propia....	163
Figura 4-22:	Resultados por categorías según la Unidad de Análisis. Elaboración propia.	164
Figura 4-23:	Comparativo nubes de palabras según las unidades de Análisis. Elaboración propia.	167
Figura 5-1:	Discusión Proposición 1. Elaboración propia.....	177
Figura 5-2:	Discusión Proposición 2. Elaboración propia.....	180
Figura 5-3:	Discusión Proposición 3. Elaboración propia.....	183
Figura 5-4:	Discusión Proposición 4. Elaboración propia.....	185
Figura 5-5:	Aproximación del modelo <i>Green Lean</i> usando el ACV y el VSM dentro de la constructora evaluada. Elaboración propia.....	193
Figura 5-6:	Herramienta <i>Green Lean</i> usando el ACV y el VSM. Adaptado de (Faulkner & Badurdeen, 2014).	194
Figura 6-1:	Cantidad de documentos publicados por Jornal a través de los años para los últimos 10 años.	207
Figura 6-2:	Cantidad de documentos publicados por país para los últimos 10 años.	208
Figura 6-3:	Porcentaje de incidencia de <i>Green Lean</i> por áreas de conocimiento. ..	208

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1-1: Tabla de síntesis: Problemas asociados a la industria de la construcción en términos ambientales.	14
Tabla 1-2: Tabla de síntesis: Falta de desarrollo teórico y práctico en el desarrollo de temáticas <i>Green Lean</i> en la industria de la construcción.....	19
Tabla 2-1: Propositiones sobre las que se desarrolla el estudio de caso.....	61
Tabla 3-1: Propositiones sobre las que se desarrolla el estudio de caso.....	98
Tabla 3-2: Diseño del estudio de caso de la presente investigación.....	111
Tabla 4-1: Generalidades de las empresas, empresa piloto y empresa analizada. ...	115
Tabla 4-2: Actividades realizadas en el Estudio de caso Holístico Simple.....	115
Tabla 4-3: Tipo de entrevistas realizadas en la investigación.....	115
Tabla 4-4: Actividades de campo empresa caso piloto.....	116
Tabla 4-5: Actividades de campo empresa caso analizado.	117
Tabla 4-6: Palabras clave identificadas en la codificación <i>in vivo</i> inicial.	124
Tabla 4-7: Códigos de las Propositiones sobre las que se desarrolla el estudio de caso.	125
Tabla 4-8: Códigos descriptivos definidos según Categorías y Subcategorías (Códigos).	128
Tabla 4-9: Totales Códigos descriptivos definidos. Categorías y Subcategorías.....	129
Tabla 4-10: Respuestas destacadas en relación con la categoría: Sistemas de Gestión.	133
Tabla 4-11: Respuestas destacadas en relación con la categoría: <i>Green Lean</i>	137
Tabla 4-12: Respuestas destacadas en relación con la categoría: Alta Gerencia. ...	143
Tabla 4-13: Respuestas destacadas en relación con la categoría: Implementación.....	153
Tabla 4-14: Respuestas destacadas en relación con la categoría: Proyecto.	160
Tabla 4-15: Respuestas destacadas en relación a la Proposición 1.	168
Tabla 4-16: Respuestas destacadas en relación a la Proposición 2.	170
Tabla 4-17: Respuestas destacadas en relación a la Proposición 3.	171
Tabla 4-18: Respuestas destacadas en relación a la Proposición 4.	173

Lista de Símbolos y abreviaturas

Abreviaturas

ABREVIATURA	TÉRMINO
ACV	Análisis de Ciclo de Vida (ISO, 2006)
VSM	<i>Value Stream Mapping</i> (Koskela, 1992)
VFBRN	Visión de la Firma Basada en Recursos Naturales (Hart & Dowell, 2011)
VFBR	Visión de la Firma Basada en Recursos (Hart, 1995)
IPI	Integración de partes interesadas (Sharma & Vredenburg, 1998)
PHVA	Ciclo Planear, Hacer, Verificar, Actuar
SGA	Sistema de Gestión Ambiental (ISO, 2015a)
SGC	Sistema de Gestión de la Calidad (ISO, 2015b)
CED	Comité de Desarrollo Económico (por sus siglas en inglés)
EPA	Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (por sus siglas en inglés)
OCDE	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico

Introducción

La presente investigación se refiere a la construcción de la aproximación de un modelo teórico de implementación *Green Lean*, que buscó dar respuesta a la pregunta: ¿Cómo puede definir una constructora ventajas competitivas a partir de un modelo *Green Lean* que trabaje de manera conjunta el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y el *Value Stream Mapping* (VSM)?

Esta pregunta de investigación partió desde el interés percibido en empresas constructoras colombianas de la ciudad de Bogotá, en torno a temas de construcción eficiente evitando pérdidas que no generan valor agregado al producto final y que el cliente no percibe, y en paralelo se evidenció el interés en torno a la concientización ambiental de las empresas del sector de la construcción que se ha venido ganando respecto a los impactos de la acción humana y la industria.

A partir de dicho interés y de la revisión de literatura se encontraron declaraciones como la expuesta por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, por sus siglas en inglés), quien expone que al incentivar el desempeño de sistemas de producción se pueden disminuir los residuos ambientales y viceversa (*Environmental Protection Agency*, 2011). Basado en lo anterior, se identificó en la literatura que ha surgido un desarrollo de investigaciones documentadas que refleja que la industria de la construcción aún no está tomando en consideración la sinergia existente entre la filosofía *Green y Lean*, o la sostenibilidad y la eficiencia respectivamente, aun cuando la literatura demuestra los posibles beneficios de su integración (Bae & Kim, 2007; Dhingra, Kress, & Upreti, 2014; Faulkner & Badurdeen, 2014; Ogunbiyi, Oladapo, & Goulding, 2014).

La importancia y aporte de esta investigación fue la búsqueda de construir la aproximación de un modelo *Green Lean* que pueda brindar información estratégica sobre los impactos medioambientales en la cadena de valor de los procesos de construcción, dando una

herramienta que genere ventajas competitivas dentro de esta industria en Colombia. Para lograr lo planteado, se recurrió al desarrollo de un marco conceptual que permitió el desarrollo teórico y metodológico de esta propuesta de integración en el ámbito de la construcción, el cual fue evaluado y validado a través de un estudio de caso holístico simple (Yin, 2009) en la ciudad de Bogotá.

De acuerdo a lo expuesto, se propuso la aproximación a un modelo organizacional que permitiera generar ventajas competitivas al implementar acciones derivadas de conceptos *Green Lean*, producto de la utilización de las principales herramientas de esta filosofía, tales como el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y el *Value Stream Mapping* (VSM), según la revisión de literatura realizada (Banawi & Bilec, 2014; Dhingra et al., 2014; Ng, Low, & Song, 2015; Sertyesilisik, 2014b; Vinodh, Ben Ruben, & Asokan, 2015).

Ahora bien, como se mencionó, las dos herramientas clave dentro de las filosofías *Green Lean*: La primera, dentro del pensamiento *Green* es el Análisis de Ciclo de Vida (ACV), que es reconocido internacionalmente como una herramienta que mejora el procedimiento de identificación de los impactos medioambientales y que en la actualidad tiene como una línea de referencia la norma ISO 14040 (ISO, 2006). La segunda herramienta dentro del pensamiento *Lean Construction* es el *Value Stream Mapping* (VSM), que busca un mejoramiento de una construcción al reducir la generación de desechos y al mismo tiempo incrementar la productividad, evitando reprocesos, mejorando el trabajo continuo y minimizando los errores, lo cual genera valor agregado (Koskela, 1992; Sertyesilisik, 2014a).

El desarrollo de la presente investigación se planteó desde un enfoque cualitativo y tomó el estudio de caso holístico simple (Yin, 2009) como estrategia para poder resolver la pregunta de investigación mencionada. El alcance de esta investigación en el ámbito colombiano es innovador, ya que a través de la revisión de literatura realizada no se encontró una propuesta similar en la industria de la construcción nacional, y su aplicación depende del interés que las empresas constructoras posean en la implementación y generación de ventajas competitivas a partir de prácticas eficientes y sostenibles. Por otro lado, la investigación, en un ámbito internacional, se puede proyectar como un complemento a la teoría de *Green Lean* en el sector de la construcción, donde buscó

resolver preguntas por resolver para complementar la teoría acerca del tema (Banawi & Bilec, 2014; Garza-Reyes, 2015).

Por otra parte, la visión de innovación de esta investigación se enfoca el desarrollo del modelo de esta investigación dentro de lo que se conoce como innovación organizacional, la cual corresponde a la introducción de nuevos métodos que organicen rutinas y procedimientos de gestión de los trabajos (OCDE y Eurostat, 2005). Así, siguiendo dicha línea de innovación, en la investigación se llegó a plantear un método mejorado en las prácticas internas de la empresa constructora AR CONSTRUCCIONES S.A.S, el cual se enmarca dentro de la introducción de un método que no ha sido utilizado antes por una empresa constructora y que permite tomar decisiones estratégicas por parte de la dirección de la misma. Lo anterior entendido como un referente de validación del resultado de la investigación cuyo eje es el método mejorado mencionado.

En la Figura 1-0 se representa el diseño de la presente investigación para contextualizar al lector. Se muestra la industria de la construcción como el sector dentro del cual fue seleccionado el caso junto con su unidad de análisis, que será explicada en detalle en el capítulo de metodología. Además, se presentan las herramientas principales de las filosofías *Green Lean*, el ACV y el VSM respectivamente, con la idea y propósito de buscar integrarlas en un modelo. Esto fue posible a través de un estudio de caso que permitió entender la generación de ventajas competitivas de una empresa constructora, lo que será analizado y presentado dejando abierta la posibilidad de continuar con esta línea de investigación en Colombia.

Figura 6-0: Esquema del desarrollo de la investigación. Elaboración propia.



Este documento está estructurado de la siguiente manera:

- **Capítulo 1:** Se presenta el planteamiento del problema el cual expone la justificación del mismo desde varios enfoques que es el soporte para la proposición de la pregunta de investigación realizada que define el enfoque y planteamiento de objetivos de este trabajo.
- **Capítulo 2:** Se presenta el marco teórico, que es la base en la cual se desarrollan las teorías y conceptos abordados tomando como referencia los objetivos planteados. Los temas abordados en el Capítulo 2 buscan profundizar de manera específica y en conjunto los conceptos relacionados con la filosofía *Lean Construction* y la Filosofía *Green*. Con respecto a la Filosofía *Lean*, se presenta la herramienta VSM que permite identificar la cadena de valor de los procesos para identificar las áreas a optimizar y respecto de la filosofía *Green* se desarrolla el tutelaje de producto y su principal herramienta que es el ACV para identificar los impactos medioambientales de un proceso o producto enmarcado en un ámbito empresarial a través de la Visión de la Firma Basada en Recursos Naturales (VFBRN).

- **Capítulo 3:** Se presenta la metodología de investigación cualitativa y el estudio de caso holístico simple (Yin, 2009), como la forma adecuada de realizar la investigación y dar respuesta a los objetivos planteados, mostrando en este capítulo cual es la unidad de análisis, las proposiciones, el diseño del estudio, la preparación y recolección de los datos y finalmente como se deberían analizar los mismos para esta investigación.
- **Capítulo 4:** Se presentan los resultados obtenidos en la investigación al aplicar unas entrevistas semiestructuradas, observación no participante y análisis de documentos dentro de la unidad de análisis escogida, para llevar a cabo la investigación, se consideraron el Presidente, los Vicepresidentes y los directores del área de Construcción, Diseño y Proyectos.
- **Capítulo 5:** Se expone el análisis realizado a los datos obtenidos que fueron presentados en el capítulo 4 y que fue explicado cómo se iban a analizar en el capítulo 3. Al final de este capítulo se presenta la propuesta del modelo *Green Lean* planteada a partir del desarrollo de esta investigación que integra el ACV y el VSM.
- **Capítulo 6:** Presenta las conclusiones que se obtuvieron a partir de los resultados y el análisis de la información recolectada a través del estudio de caso holístico simple dando respuesta a los objetivos planteados en la presente investigación.

En resumen la investigación partió de las particularidades y la realidad del sector de la construcción en la ciudad de Bogotá, se concentró en un caso y se realizó un estudio de caso holístico simple (Yin, 2009) que permitió construir la aproximación de un modelo *Green Lean* que integró la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y el *Value Stream Mapping* (VSM), buscando que el mismo genere ventajas competitivas.

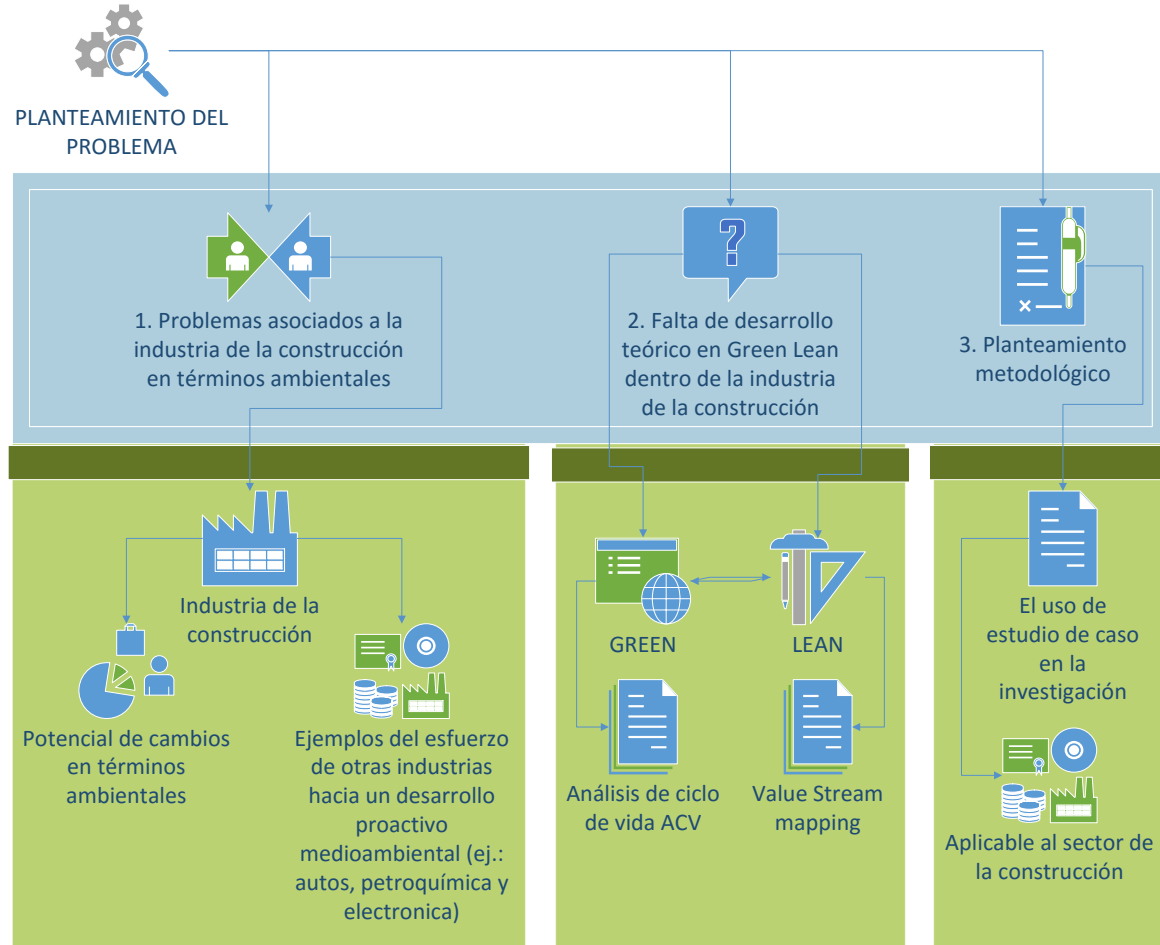
1. Planteamiento del Problema

Atendiendo al planteamiento del problema desde lineamientos metodológicos de una investigación cualitativa (Creswell, 2012; Yin, 2011) y de dichas referencias, en este capítulo se presenta la justificación, se enuncian las preguntas de investigación y finalmente se presentan los objetivos de la investigación.

1.1 Justificación

El problema de investigación se enmarca en tres ejes temáticos que justificaron el desarrollo del presente trabajo y que permitieron encontrar la pertinencia del desarrollo de la investigación respecto a conceptos de *Green Lean* integrando el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) con el *Value Stream Mapping* (VSM). Los ejes trabajados en esta sección serán presentados y desarrollados específicamente en cada subcapítulo. En la Figura 1-1 se muestra un esquema gráfico que permite relacionar los componentes del planteamiento del problema de la investigación los cuales son en primer lugar evidenciar los problemas asociados a la industria de la construcción en términos ambientales, en segundo lugar se plantea la falta de desarrollo teórico en *Green Lean* dentro de la industria de la construcción, y finalmente se presenta el planteamiento metodológico de esta investigación como una base para futuras investigaciones de tipo cualitativo que usen la metodología de estudio de caso (Yin, 2009).

Figura 1-1: Planteamiento del problema destacando los tres ejes temáticos. Elaboración propia.



1.1.1 Problemas asociados a la industria de la construcción en términos ambientales

El primer componente para sustentar la justificación del trabajo realizado considera las relaciones negativas entre la industria de la construcción y el medio ambiente, cuyas mediciones y cifras fueron identificadas en la literatura en diversos mercados globales (Junnila & Horvath, 2003; Suzuki & Oka, 1998). De este modo a continuación se presentarán los argumentos planteados para comprender como la industria de la construcción posee un gran potencial de mejora en términos medio ambientales.

Como se mencionó en el capítulo introductorio, uno de los componentes que justificó el planteamiento del problema propuesto es el de entender que la industria de la construcción es una de las más grandes e importantes, pero al mismo tiempo es una de las que más contamina (Bae & Kim, 2007; Horvath, 2004). Investigaciones realizadas en torno al medio ambiente resaltan la industria de la construcción como un consumidor a nivel mundial del 40% de los materiales y un generador entre el 40 y 50% de emisiones de dióxido de carbono y de agentes de lluvia ácida (California Integrated Waste Management Board, 2000; Raynsford, 1999).

Así, en la literatura se afirma que la industria de la construcción es aquella que soporta el continuo crecimiento de la población junto con el desarrollo social y económico (Bae & Kim, 2007; Horvath, 2004; Solís-Guzmán, Marrero, Montes-Delgado, & Ramírez-de-Arellano, 2009). Complementando la idea anterior, se encontró que la industria de la construcción es fundamental en el desarrollo de sociedades, esto debido a que es un sector directamente relacionado con la creación de infraestructura de vivienda, transporte, entre otros. Finalmente, destacando la importancia del sector a nivel internacional y también nacional para enmarcar el problema de investigación, se puede corroborar que la influencia del sector de la construcción en la economía mundial, por ejemplo en 2007, generó 4.7 trillones de dólares, lo cual representa el 10% del producto interno bruto (PIB) mundial, y se menciona que el mismo sector genera entre el 5 y el 10 % de los empleos y aporta entre el 5 y 15% del PIB de un país, cifras dentro de las cuales se ve representado Colombia (Acevedo Agudelo, Vásquez Hernández, & Ramírez Cardona, 2012).

Argumentando la información final del párrafo anterior, se presentan las cifras que se tienen del sector de la construcción dentro de la economía nacional, las cuales evidencian que este sector es uno de los principales factores que repercuten positivamente en el PIB de Colombia, además es un sector que representa el 6.4% del empleo nacional (Camacol, 2016). Además, la construcción a un nivel residencial registró ventas acumuladas en el 2016 con un crecimiento del 6.8%, junto con un crecimiento del 3% en solicitud de licencias de construcción de vivienda (Camacol, 2016). Dentro de ese desarrollo del sector de la construcción se presenta la problemática ligada con los residuos y que está asociada a la degradación ambiental que a nivel nacional alcanza un 3.7% del PIB por año, y esto es el reflejo de los aumentos de desastres naturales y la degradación del suelo (Acevedo Agudelo et al., 2012; Bedoya Montoya, 2011). Así, se demuestra entonces que

investigaciones como la realizada están relacionadas con temáticas de importancia a nivel nacional y que como esta busca brindar herramientas para mejorar estos problemas de eficiencia ambiental.

Además, localmente, el papel de las empresas constructoras, visto desde indicadores económicos, permite reconocer la importancia del sector de la construcción dentro del desarrollo económico del país. La Cámara Colombiana de la Construcción dentro de sus estudios presentó que el sector de la construcción tuvo un crecimiento del 12.7% en el tercer trimestre de 2014 y ocupó a 1,445,335 trabajadores en el sector, cifra que representa un 6.5% del empleo nacional para diciembre del 2014 (Camacol, 2014), lo cual lo posesiona como un sector líder en la economía colombiana.

Otra relación negativa que se puede encontrar dentro del sector de la construcción y que es una de las principales problemáticas existentes a nivel mundial es la generación de desechos y residuos, además de que el sector de la construcción está asociado a la extracción intensiva de materia prima renovable y no renovable (Bedoya Montoya, 2011). Dentro de dicha relación negativa cabe resaltar que los edificios consumen globalmente hasta un 40% de la energía y son responsables de la mitad de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial (Abd Rashid & Yusoff, 2015). Además de la gran cantidad de materia y energía usada para la construcción, esta industria es responsable también de polución y generación de desperdicios (Hendrickson & Horvath, 2000), lo que se convierte en evidencia de la importancia que podría llegar a tener la disminución de los impactos medioambientales de esta industria. Ahora bien, en la problemática vista desde un nivel local como Bogotá, se posee información de la producción de cerca de 15 millones de Toneladas al año en residuos de construcción, siendo un problema de gran impacto ambiental en la capital de la nación, lo que ha llevado a las autoridades locales implementar esfuerzos y recursos para mejorar la gestión de dichos residuos, como lo son normas y regulaciones (Lasso & Misle, 2012).

En la revisión de literatura realizada sobre la relación entre la construcción y el medio ambiente, se menciona que la industria de la construcción no solamente debería cumplir con las reglamentaciones ambientales establecidas y las regulaciones, sino ir más allá de las mismas, ser proactivo e interiorizar un desarrollo medioambiental en un sentido similar

a como lo han hecho otras industrias de la economía (Horvath, 2004). La industria de los vehículos, la electrónica y la manufactura química son tres grandes sectores que han realizado un progreso significativo en reducir su huella medioambiental y existen documentos prueba de este esfuerzo (Graedel & Allenby, 2003). Como ejemplo de proactividad en términos medioambientales (Romero, 2016; Sharma & Vredenburg, 1998), que están enfocando sus esfuerzos hacia un diseño, ingeniería y manejo verde en los últimos años. Sin embargo, las empresas constructoras a un nivel general no están preparadas para afrontar los problemas medioambientales y lidiar con ellos, lo que lleva a disminuir las ganancias y utilidades de la empresa (Horvath, 2004).

Para entender la magnitud de la relación existente entre la construcción y el uso de recursos naturales, se tiene como ejemplo que en Estados Unidos el sector de la construcción ha sido el consumidor de materiales documentado más grande del último siglo (Horvath, 2004). Además, existen estudios realizados con respecto al consumo de materiales de construcción en Estados Unidos los cuales muestran que desde 1950 hasta el año 2000 se ha incrementado por tres veces el consumo de cemento y por siete veces los agregados de construcción (Kelly & Matos, 2014).

Además de la información del párrafo precedente, que presenta la magnitud de los impactos de la industria de la construcción en uno de los países más representativos del mundo, se encontró en la revisión de literatura que existen diversos estudios a nivel internacional que permiten dimensionar el consumo de materiales y recursos naturales por parte de la industria de la construcción a nivel mundial. Por ejemplo, existe un estudio de Finlandia donde se calculó el consumo de material para la construcción de un edificio de oficinas típico dando como resultado el consumo de 1.307 Toneladas por metro cuadrado construido y un consumo adicional de 0.133 Toneladas por metro cuadrado en la etapa de operación y mantenimiento para un periodo y vida útil de 50 años (Junnila & Horvath, 2003). Otra investigación muestra que el consumo de materiales para la construcción de casas nuevas en Japón fue estimado en 0.45 Toneladas por metro cuadrado de materiales y 5.8 Giga Julios de energía por metro cuadrado en promedio (Suzuki & Oka, 1998) entre otros.

Dentro de la industria colombiana, el sector de la construcción es una industria tradicional que casi exclusivamente consume recursos no renovables, donde la extracción masiva de estos materiales junto con los procesos de fabricación, tienen ligado a ellos el deterioro del medio ambiente ya que el ciclo de vida de dichos productos demanda grandes cantidades de energía y gases de efecto invernadero (Acevedo Agudelo et al., 2012).

Desde un enfoque empresarial, la revisión de literatura realizada permitió encontrar que administradores de diversas industrias objetan que la implementación del Análisis de Ciclo de Vida (ACV), herramienta *Green* empleada dentro de la propuesta del presente trabajo, impone costos inaceptables al negocio y además provee un valor limitado adicional al mismo (Moreno et al., 2015). Esto se debe a la falta de desarrollo en la integración de medidas de sostenibilidad dentro de las rutinas de decisión de una empresa (O'Rourke, 2014).

Por su parte, los factores que por el contrario si llevan a una empresa a implementar metodologías que permitan conocer los impactos ambientales relacionados con sus cadenas de producción están dados por las presiones ejercidas por gobiernos, presiones competitivas entre empresas del sector, reputación e imagen de la empresa y riesgos asociados a la cadena de abastecimiento (O'Rourke, 2014). Entonces, la percepción y reputación de una empresa puede llegar a ser considerada como una fortaleza o por el contrario una amenaza, y esta percepción viene dada por el público en general, el cual ha venido cambiando su mentalidad respecto a las implicaciones de la industria de la construcción con respecto al medio ambiente, creando cierta oposición hacia los proyectos de gran escala (Horvath, 2004).

Aun así, la construcción residencial se ha fortalecido en los países industrializados dada la constante búsqueda de renovación y segregación urbana. En los últimos años como fue mencionado la examinación del público ha venido incrementando hacia la industria de la construcción, volviendo más duro el negocio, ya que además de la sobreoferta de contratistas y constructores en el mercado, los retos ambientales se han sumado a los problemas del negocio de la construcción (Horvath, 2004). Por consiguiente, las empresas han empezado a buscar información de sus cadenas de abastecimiento, buscando un dinamismo que permite incorporar la sostenibilidad en las decisiones de una compañía

(O'Rourke, 2014). De esta manera, se justifica la necesidad de realizar estudios que permitan examinar la influencia corporativa de variables como los impactos ambientales y los índices de sostenibilidad dentro de una visión de la firma basada en recursos (Aragón Correa & Sharma, 2003).

Teniendo en cuenta el enfoque empresarial se poseen guías que permiten determinar y asociar los principales objetivos que permitan proporcionar un marco de referencia sistemático para proteger el medio ambiente respondiendo a las condiciones actuales mediante la especificación de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) que posibilita mejorar el desempeño ambiental (ISO, 2015a, p. 6). El éxito de un sistema de gestión ambiental bajo la aplicación de herramientas como el ACV dependen del compromiso de todas las funciones y niveles de la organización con el apoyo de la alta dirección, lo que debería resultar en reducir o eliminar los impactos ambientales lo que conlleva a implicaciones estratégicas y de competitividad (ISO, 2015a).

Así, en Colombia dentro del sector de la construcción actualmente se han visto referencias y llamados respecto a la preocupación existente, incentivando a la investigación, en cuanto al desarrollo de estándares y códigos de construcción sostenibles que sean aplicables al contexto local, permitiendo de esta manera estructurar y desarrollar proyectos a nivel nacional destacando que el Plan Nacional de Desarrollo 2010-2014 incorporaba temáticas del cambio climático como un eje central de la política pública (Téllez, Villareal, Armenta, Ponsen, & Bremer, 2014).

De acuerdo a lo anterior, es importante notar que existen recomendaciones en la literatura que convocan a la toma de conciencia con respecto a la industria de la construcción como una actividad sustentable, buscando alternativas, que disminuyan las problemáticas ya mencionadas en esta sección, y que generen nuevos mecanismos que sean oportunos para la disposición final (Solís-Guzmán et al., 2009). Teniendo en cuenta las problemáticas planteadas, una manera de ver dichos problemas es correlacionarlos con el potencial de cambio que poseen entonces estas situaciones para mejorar, y es lo que efectivamente en la revisión de la literatura se evidencia, donde se estimó en el año 2004 que solo el uso de tecnologías eficientes y comerciales en el sector de la construcción podría resultar en una reducción del 30 al 50%, sin incurrir en gastos inviables (Lasso & Misle, 2012).

De esta manera, la búsqueda e implementación de estrategias que logren disminuir estos problemas mencionados en este aparte le permitiría generar ventajas competitivas sostenibles a la empresa desde el enfoque de la Visión de la Firma Basada en Recursos Naturales (VFBRN). Es así como se puede correlacionar los temas a tratar en este trabajo de investigación donde se da evidencia que a partir de los problemas que posee la industria de la construcción podrían tener una solución al aplicar herramientas como el VSM y el ACV, y que finalmente representen una ventaja competitiva para la empresa. A continuación se presenta una tabla síntesis de los aspectos relevantes de esta sección.

Tabla 1-1: Tabla de síntesis: Problemas asociados a la industria de la construcción en términos ambientales.

Descripción	Referencias	Aspecto
Es una de las más grandes e importantes, pero al mismo tiempo es una de las que más contamina.	(Bae & Kim, 2007; Horvath, 2004)	Negativo
Es un consumidor a nivel mundial del 40% de los materiales y, un generador entre el 40 y 50% de emisiones de dióxido de carbono y de agentes de lluvia ácida.	(California Integrated Waste Management Board, 2000; Raynsford, 1999).	
Está asociada a la degradación ambiental que a nivel nacional alcanza un 3.7% del PIB por año, y esto es el reflejo de los aumentos de desastres naturales y la degradación del suelo.	(Acevedo Agudelo et al., 2012; Bedoya Montoya, 2011).	
Los edificios consumen globalmente hasta un 40% de la energía y son responsables de la mitad de las emisiones de gases de efecto invernadero a nivel mundial.	(Abd Rashid & Yusoff, 2015).	
Vista desde un nivel local como Bogotá, produce cerca de 15 millones de Toneladas al año en residuos de construcción.	(Lasso & Misle, 2012).	
Administradores de diversas industrias objetan que la implementación del Análisis de Ciclo de Vida (ACV), impone costos inaceptables al negocio y además provee un valor limitado adicional al mismo.	(Moreno et al., 2015).	
Los factores que por el contrario si llevan a una empresa a implementar metodologías que permitan conocer los impactos ambientales relacionados con sus cadenas de producción están dados por las presiones ejercidas por gobiernos, presiones competitivas entre empresas del sector, reputación e imagen de la empresa y riesgos asociados a la cadena de abastecimiento.	(O'Rourke, 2014).	Positivo
Las empresas han empezado a buscar información de sus cadenas de abastecimiento, buscando un dinamismo que permite incorporar la sostenibilidad en las decisiones de una compañía.		

Descripción	Referencias	Aspecto
El sector de la construcción aporta entre el 5 y 15% del PIB de un país, cifras dentro de las cuales se ve representado Colombia.	(Acevedo Agudelo et al., 2012).	
Es un sector que representa el 6.4% del empleo nacional.	(Camacol, 2016).	
La industria de la construcción no solamente debería cumplir con las reglamentaciones ambientales establecidas y las regulaciones, sino ir más allá de las mismas, ser proactivo e interiorizar un desarrollo medioambiental en un sentido similar a como lo han hecho otras industrias de la economía.	(Horvath, 2004).	

1.1.2 Falta de desarrollo teórico y práctico en el desarrollo de temáticas *Green Lean* en la industria de la construcción

El segundo componente corresponde a complementar el desarrollo teórico y su evaluación en la práctica que son caminos propuestos en la revisión de literatura realizada en el presente documento, que toma como base el estado del arte en la temática *Green Lean* realizada por el centro de cadenas de abastecimiento de la Universidad de Derby (Garza-Reyes, 2015), buscando contribuir al desarrollo del *Green Lean* en la construcción y lo que llevo a desarrollar un marco teórico que permitiera enriquecer y sustentar la discusión y desarrollo de esta investigación.

Ahora bien, a través de la revisión de literatura realizada, se menciona la existencia de un gran potencial para futuras investigaciones en las áreas relacionadas con la identificación de la relación entre ambiente y finanzas (Hart & Dowell, 2011). De esta afirmación se procedió a profundizar conceptualmente los conceptos de ventajas competitivas para una empresa y por otro lado herramientas clave para la aplicación de las filosofías *Green* y *Lean*, específicamente el ACV y el VSM, respectivamente. *Green Lean* es una teoría aun por investigar y que fue un factor motivante para el desarrollo de la investigación, buscando aportar a dichos vacíos teóricos propuestos.

De igual forma, en la literatura se encontró que existe una generación de conciencia entre las organizaciones con respecto a los impactos negativos sobre el medio ambiente, lo cual está relacionado con los recientes accidentes medioambientales como lo fue el derrame de petróleo en el Golfo de México por parte de la British Petroleum en el 2010 (Delgado-Ceballos, Aragón-Correa, Ortiz-de-Mandojana, & Rueda-Manzanares, 2012). Además, se

evidenció la existencia de caminos para futuras investigaciones a desarrollar respecto a cómo los acercamientos de las filosofías *Green* y *Lean* pueden ser aplicados o adaptados a diferentes procesos o industrias (Garza-Reyes, 2015), y que para el caso de esta investigación fue el sector de la construcción. Así, se consideró aportar a dichas futuras investigaciones planteadas en la teoría, aplicando los conceptos de ACV y VSM en el sector de la industria de la construcción, específicamente con un modelo *Green Lean* desarrollado con base a una constructora en la ciudad de Bogotá.

A través de la revisión y recolección de información en la literatura sobre las herramientas VSM y ACV, se destaca según una revisión sistemática del estado del arte de los conceptos de *Green* y *Lean*, realizada por el *Centre for Supply Chain Improvement* de la Universidad de Derby, la necesidad de complementar y aportar a los vacíos y posibles líneas de investigación de la integración de sectores como la construcción (Garza-Reyes, 2015).

Por otro lado, una evidencia clara que demuestra el desarrollo de temáticas *Green* y *Lean* es el análisis bibliométrico que muestra la tendencia de desarrollo del tema en publicaciones indexadas en Scopus que es la base de datos más grande de citas revisada por pares del mundo. Esta gráfica es el resultado de realizar un conteo de publicaciones indexadas a la base de datos filtrando por palabras clave. La primera palabra clave usada para realizar la búsqueda fue el concepto de *Green Lean*, el cual es el concepto teórico que abarca tanto el ACV como el VSM, y para delimitar la búsqueda de información con respecto al espectro tan amplio de este tema se procedió a filtrar los resultados con una segunda palabra clave que fue: Construcción. La segunda palabra usada para filtrar los resultados permite delimitar los conceptos a los objetivos y marco de esta investigación, ver Figura 1-2.

Figura 1-2: Documentos indexados por año a Scopus de *Green Lean* en construcción. Fecha de generación: Marzo de 2017.



En la figura se evidencia el interés académico por desarrollar temas *Green Lean* dentro de la industria de la construcción, ya que los resultados presentados en la Figura y lo expuesto en la revisión del estado del arte realizada por la Universidad de Derby respecto al mismo tema (Garza-Reyes, 2015), indican de manera similar que la temática de integrar estos conceptos a nivel teórico o práctico ha ganado interés dentro de las publicaciones indexadas las cuales son una referencia académica que permiten enmarcar conceptualmente nuevos desarrollos teóricos y que plantean caminos para futuras líneas de investigación, las cuales fueron la base del presente trabajo. Es importante evidenciar que si bien es cierto que se ve una tendencia de aumento, la cantidad de artículos publicados por año es relativamente poca. Otro factor que respalda la temática *Green Lean* como un campo en desarrollo es la tendencia de las organizaciones de buscar implementar tecnologías y estrategias *Green* debido a las presiones ejercidas por los clientes finales de los productos o las presiones gubernamentales (Digalwar, Tagalpallewar, & Sunnapwar, 2013).

A partir de la revisión sistemática de la literatura y evaluando los caminos planteados de futuras investigaciones, se decidió abordar la aproximación de un modelo de integración de *Green* y *Lean* dentro de la construcción de vivienda por parte de empresas constructoras establecidas en la ciudad de Bogotá D.C. específicamente para esta

investigación, lo cual busca retribuir de manera positiva dinamizando económicamente el negocio y reduciendo los impactos ambientales negativos de este sector.

Para abordar el tema de la falta de desarrollo teórico o práctico de *Green Lean* dentro de un enfoque empresarial se vinculó el desarrollo del modelo propuesto de esta investigación con la innovación organizacional, ya que como se expone en la literatura, las organizaciones realizan vínculos con la investigación con el propósito de adquirir conocimientos especializados, lo cual orienta y acerca a la empresa basada en estas prácticas hacia a una economía basada en el conocimiento (OCDE y Eurostat, 2005), de este modo lo que se busca a partir de la innovación organizacional fue la implementación de un modelo que implemente las herramientas ACV y VSM (herramientas principales de *Green Lean*) que genere ventajas competitivas. El concepto de innovación será desarrollado a profundidad en el marco teórico (ver sección 2.1).

Por otra parte, como complemento a la justificación y como ya fue mencionado, desde el componente de la falta de desarrollo teórico de *Green Lean* en la industria de la construcción, en el panorama nacional Colombiano, se encontró que la implementación de conceptos del ACV en los productos ha sido abordada por compañías colombianas de diferentes sectores de la industria (Moreno et al., 2015), pero en la revisión de literatura no se encontró una propuesta metodológica a nivel nacional que sea aplicada en el sector de la construcción desde parámetros *Green* (que para el caso de esta investigación se asume desde un ACV) y *Lean Construction* (VSM) al mismo tiempo.

Buscando reafirmar el camino propuesto para futuras investigaciones en el área de *Green Lean*, se encuentran coincidencias en la revisión de literatura realizada con respecto a desarrollar de manera específica investigaciones en torno al tutelaje de producto (Hart & Dowell, 2011), el cual será un concepto explicado en el marco teórico, pero que de manera preliminar se puede definir como la capacidad estratégica de una empresa que le permite generar ventajas competitivas a partir del conocimiento de los impactos ambientales del ciclo de vida de un producto.

En el recorrido de la literatura es claro que existe una tendencia emergente en el desarrollo de estas filosofías, aún incipiente, pero valioso para el sector de la construcción, en

particular en el contexto colombiano. Un aporte en este sentido se proyecta desde esta investigación, hacia opciones concretas desde la teoría hacia la vida práctica. Así, la implementación de este tipo de herramientas en conjunto podría representar a la empresa que las aplique en conjunto una ventaja competitiva.

Finalmente, según la revisión de literatura realizada en bases de datos indexadas, se observa que las principales fuentes de información que trabajan el tema de la implementación de estas dos filosofías en la construcción son los siguientes *Journals*: *Journal of Cleaner Production*, *Journal of Green Building*, *Benchmarking*, *Advanced Materials Research*, *Applied Mechanics and Materials* y *el International Journal of Lean Six Sigma* y se poseen diversos tipos de información dentro de los mismos, Ver Anexo 3 para ver el análisis bibliométrico realizado en Scopus.

Tabla 1-2: Tabla de síntesis: Falta de desarrollo teórico y práctico en el desarrollo de temáticas *Green Lean* en la industria de la construcción

Descripción	Referencias	Aspecto
Gran potencial para futuras investigaciones en las áreas relacionadas con la identificación de la relación entre ambiente y finanzas.	(Hart & Dowell, 2011).	Teórico
Se evidenció la existencia de caminos para futuras investigaciones a desarrollar respecto a cómo los acercamientos de las filosofías <i>Green</i> y <i>Lean</i> pueden ser aplicados o adaptados a diferentes procesos o industrias.		
Se destaca según una revisión sistemática del estado del arte de los conceptos de <i>Green</i> y <i>Lean</i> , realizada por el <i>Centre for Supply Chain Improvement</i> de la Universidad de Derby, la necesidad de complementar y aportar a los vacíos y posibles líneas de investigación de la integración en sectores como la construcción.	(Garza-Reyes, 2015)	Teórico – práctico
Generación de conciencia entre las organizaciones con respecto a los impactos negativos sobre el medio ambiente, lo cual está relacionado con los recientes accidentes medioambientales como lo fue el derrame de petróleo en el Golfo de México por parte de la British Petroleum en el 2010.	(Delgado-Ceballos et al., 2012).	Práctico
Otro factor que respalda la temática <i>Green Lean</i> como un campo en desarrollo es la tendencia de las organizaciones de buscar implementar tecnologías y estrategias <i>Green</i> debido a las presiones ejercidas por los clientes finales de los productos o las presiones gubernamentales.	(Digalwar et al., 2013).	
En la industria de la construcción, en el panorama nacional colombiano, se encontró que la implementación de conceptos del ACV en los productos ha sido abordada por compañías colombianas de diferentes sectores de la industria.	(Moreno et al., 2015).	

1.1.3 El uso de Estudios de caso en el desarrollo de investigaciones dentro de la industria de la construcción

El tercer componente de la justificación es el desarrollo metodológico, ya que desde el planteamiento metodológico expuesto en el Capítulo 3 del presente documento, futuros investigadores podrán tener otra base para desarrollar investigaciones de tipo cualitativo a través de la aplicación del estudio de caso en el sector de la construcción en Colombia.

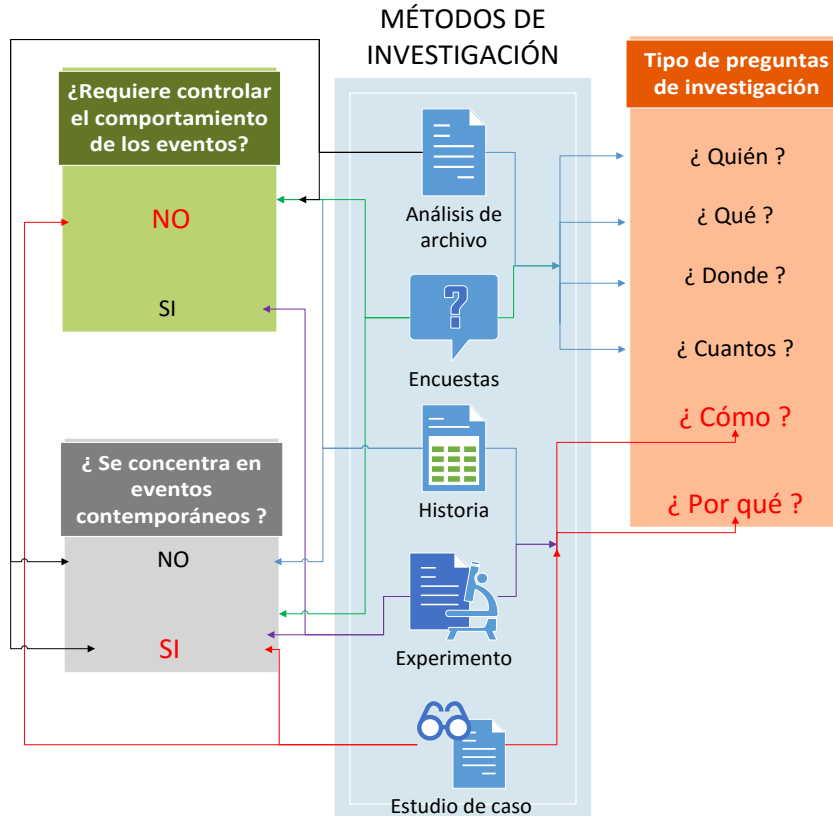
Aunque será presentado en detalle el desarrollo metodológico de la investigación en el Capítulo 3 de este documento, la razón existente para considerar que el tercer componente de la justificación es el uso de la metodología de estudio de caso en una investigación dentro de la industria de la construcción, es buscar que futuros investigadores puedan tener una base metodológica para desarrollar investigaciones de tipo cualitativo desde los hallazgos estructurados desde un estudio de caso.

Así, teniendo en cuenta la metodología como componente de justificación, se considera necesario mencionar que el estudio de caso permite y busca proveer descripciones, probar teorías o generar teorías (Eisenhardt, 1989; Eisenhardt & Graebner, 2007; Yin, 2009). Además, el estudio de caso se convierte en una metodología cualitativa que se relaciona muy bien si el propósito de la investigación está asociado a resolver preguntas del tipo ¿Cómo? o ¿Por qué?, y que requiere una investigación muy detallada y profunda para describir el fenómeno estudiado (Yin, 2009).

Dentro de la teoría sobre investigaciones existen diversos métodos para llevar a cabo la misma, como lo son el experimento, las encuestas, el análisis de archivos e historias, donde cada uno de estos posee una manera distinta de recolectar y analizar la evidencia, y son estas diferencias las que deben ser analizadas al momento de definir el tipo de método a emplear dentro de la investigación, sin olvidar que estos métodos pueden ser aplicados para los tres propósitos existentes en la teoría, que son: exploratorio, descriptivo y explicativo (Yin, 2009). Es necesario entender que el estudio de caso es un método de investigación que según la teoría, sirve para todo tipo de situaciones, dentro de las cuales se encuentran aportar al conocimiento de un fenómeno individual, grupal, organizacional,

social y político (Yin, 2009). A continuación se presenta una figura, ver Figura 1-3, que es el resumen gráfico de las condiciones planteadas para el desarrollo de una investigación.

Figura 1-3: Métodos de investigación, adaptación de Robert Yin, (Yin, 2009, p. 8). Elaboración propia.



Para poder llevar a cabo la investigación a partir de un estudio de caso, se poseen las siguientes condiciones expuestas por Robert Yin para aplicar esta metodología y asegurar que el uso del mismo fue el más adecuado para la resolución del problema planteado, y de esta manera poder tener un marco de referencia para la implementación del mismo en la industria de la construcción. La primera condición en el estudio de caso es el tipo de preguntas que se resuelven, (mencionadas en el párrafo anterior). La segunda condición es no requerir el control del comportamiento de los eventos como si fuera un experimento en laboratorio bajo condiciones controladas. Finalmente, la tercera condición es que el estudio de caso se concentra en el desarrollo de eventos contemporáneos (Yin, 2009). De acuerdo a lo anterior, el desarrollo de una investigación dentro de la industria de la

construcción puede ser llevado a cabo a partir de esta metodología, y será explicado en el siguiente párrafo.

A partir del planteamiento hecho, se pueden relacionar las tres condiciones que requiere un estudio de caso con situaciones y problemas que podrían asociarse con el sector de la construcción y así demostrar la utilidad del estudio de caso, ya que dependiendo de la estructuración de la investigación se podría orientar la pregunta de investigación para poder cumplir la primera condición, lo que significa que la investigación debería buscar solucionar preguntas del tipo ¿Cómo? y ¿Por qué?

Ahora, buscando relacionar la segunda condición, referida a que el comportamiento de los eventos no puede ser controlado, es algo inherente al desarrollo de cualquier actividad que no se desarrolle en un laboratorio bajo condiciones controladas, por lo que también esta condición se cumpliría para el sector de la construcción. La última condición que posee el estudio de caso, y que puede ser relacionada con la construcción, es el enfoque en eventos contemporáneos, y que al ser la industria de la construcción un sector donde los proyectos se desarrollan constantemente, el desarrollo de las actividades dentro de cualquier etapa dentro del ciclo de vida en la industria podría ser considerado como un evento contemporáneo. Es así, como puede ser verificada la pertinencia, compatibilidad y utilidad del estudio de caso dentro del desarrollo de una investigación dentro del sector de la construcción, ya que, de acuerdo al cumplimiento de las tres condiciones ya justificadas, el método de investigación es adecuado.

Existen críticas como por ejemplo asumir que los resultados de un estudio de caso son incorrectos cuestionando la validez interna y si los resultados llegaran a ser correctos se critica que los mismos son una representación de la idiosincrasia particular el caso y fenómeno, además un estudio de caso podría resultar en una investigación muy detallada pero que carece de simplicidad y perspectiva (Eisenhardt, 1989).

En respuesta a dichas críticas se presentan las siguientes fortalezas que el estudio de caso brinda a una investigación y que en el caso de este documento están dentro del sector de la construcción: 1. Crear teorías a partir del estudio de caso es el resultado creativo de la yuxtaposición de la evidencia, lo cual no es limitado por los pre conceptos que tiene un

investigador, sino todo lo contrario ya que el constante enfrentamiento entre las realidades del estudio y sus evidencias generan menos vicio en la deducción axiomática. 2. La segunda fortaleza de un estudio de caso y que puede ser usada dentro del sector constructor es que los resultados del estudio de caso, por ejemplo, una teoría emergente o un modelo como el propuesto en esta investigación puede ser testeado con constructos e hipótesis que pueden ser medidas y probadas, lo cual convierte los resultados en datos que pueden ser sujetos de verificación. 3. La tercera fortaleza es que la teoría resultante o los resultados de un estudio de caso poseen una validez empírica (Eisenhardt, 1989; Eisenhardt & Graebner, 2007).

De acuerdo a lo anteriormente expuesto, se considera que el desarrollo de investigaciones a partir de estudios de caso dentro del sector de la construcción es una posible metodología útil para poder resolver las preguntas relacionadas con el mismo, y se deja la invitación a evaluar el Capítulo 3 de este documento, donde se desarrolla la metodología implementada para el desarrollo de la presente investigación para observar todos los pasos que deberían desarrollarse para dar feliz término a una investigación cualitativa.

1.2 Preguntas de investigación

De acuerdo con los tres componentes planteados para justificar la investigación, según la literatura consultada, se debe plantear la pregunta de investigación que surge del análisis preliminar de la recolección de información de la literatura, la cual orientara los objetivos de la investigación.

Pregunta principal:

- ¿Cómo puede definir una constructora ventajas competitivas a partir de un modelo *Green Lean* que trabaje de manera conjunta el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y el *Value Stream Mapping* (VSM)?

Sub-preguntas:

- ¿Cómo los resultados y análisis derivados de un estudio de caso pueden evidenciar en empresas constructoras la generación de ventajas competitivas a partir de la aplicación o proyección de la aplicación de un modelo *Green Lean*?

1.3 Objetivos

A partir del planteamiento del problema y su pregunta de investigación, se definieron los siguientes objetivos, que fue la base para poder definir el tipo de investigación a realizar, la cual es expuesta en profundidad en el Capítulo 3.

1.3.1 Objetivo General

Describir los elementos fundamentales de un modelo *Green Lean*, que integre el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) con el *Value Stream Mapping* (VSM), que pueda generar ventajas competitivas para una constructora en la ciudad de Bogotá.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar los conceptos clave que permitan implementar el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y el *Value Stream Mapping* (VSM) como generadores de ventajas competitivas.
- Validar elementos de Gestión Ambiental y Calidad empresarial desde un modelo *Green Lean*, aplicable en el campo de las empresas constructoras de Bogotá.
- Construir la aproximación de un modelo *Green Lean* desde un estudio de caso holístico simple que use el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y el *Value Stream Mapping* (VSM).

1.4 Carácter propositivo de la investigación

El carácter propositivo de la presente investigación a partir de los tres ejes temáticos presentados anteriormente, viene dado con el aporte al conocimiento dentro de la teoría *Green Lean* de la aproximación de un modelo que da continuidad a una línea de investigación planteada por el *Centre for Supply Chain Improvement* de la Universidad de Derby quien en el año 2015 realizó el estado del arte de esta teoría y planteó la posibilidad de aportar y complementar los vacíos existentes en la aplicación de las principales

herramientas de dichas filosofías, ACV y VSM, en sectores industriales como el de la construcción (Garza-Reyes, 2015, p. 27).

De manera complementaria se adoptó la línea de investigación sobre la integración de medidas de sostenibilidad dentro de las rutinas de decisión de una empresa (Aragón Correa & Sharma, 2003; O'Rourke, 2014) y dicho complemento permitió proponer un modelo de tipo organizacional buscando integrar las principales herramientas del *Green Lean* articulándose de tal manera que se obtuvo un nuevo método que organiza rutinas y gestiona los trabajos (OCDE y Eurostat, 2005) en torno a temas de productividad y sostenibilidad, lo cual permite tomar decisiones estratégicas por parte de la dirección de la empresa.

Lo anteriormente expuesto es un enfoque innovador que puede proveer ventajas competitivas a la empresa constructora analizada y que puede ser asociado con la definición de innovación organizacional (Ver sección 2.1) y que se convierte en un caso con un propósito revelador para su entorno (Yin, 2009), lo cual le puede representar al proyecto desarrollado bajo el modelo producto de esta investigación una deducción tributaria del 125% del valor invertido (Congreso de Colombia, 2016; Departamento Nacional de Planeación, 2015) logrando vincular la academia con la industria de la construcción.

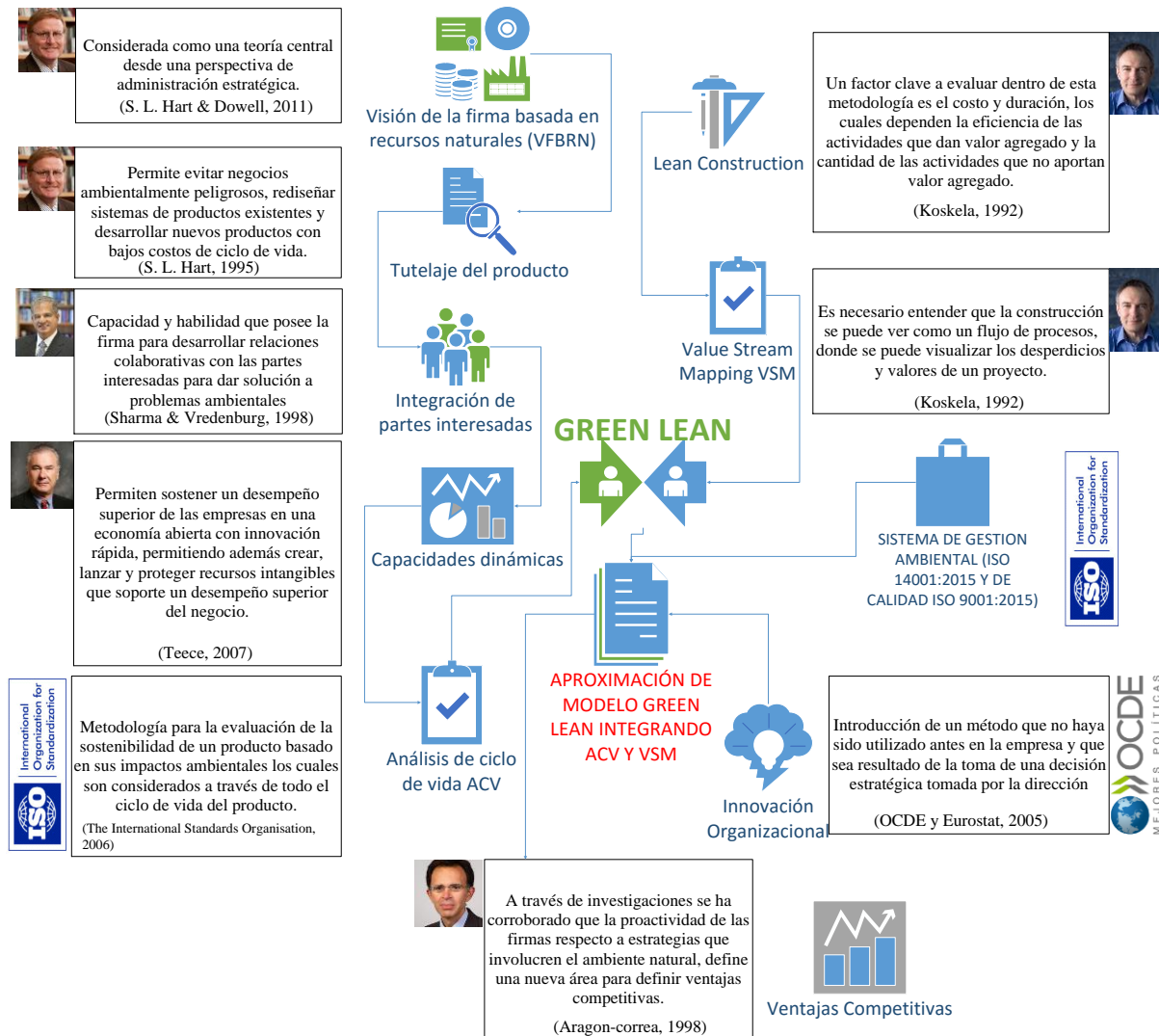
Cabe resaltar que de la revisión de literatura realizada se evidenció que aun cuando la industria de la construcción es una de las más grandes e importantes pero que al mismo tiempo es una de las que más contamina (Acevedo Agudelo et al., 2012; Bae & Kim, 2007; Horvath, 2004), dentro de la industria colombiana según el estado del arte ni el análisis bibliométrico realizado en Scopus (Ver Anexo 3), no se encontró una sola propuesta científica indexada a bases de datos acerca de las temáticas de integración de ACV con el VSM dentro de una innovación organizacional que permita generar ventajas competitivas dentro de la industria de la construcción en el país. Esto destaca el carácter propositivo al evidenciar que existen vacíos teóricos en la teoría general de *Green Lean* a nivel teórico y que esta investigación busca complementar al proponer la aproximación de un modelo que permite implementar las principales herramientas de estas filosofías dentro del sector de la construcción.

2. Marco Teórico

Como fue expuesto en la sección de justificación, para el problema de investigación del presente documento se consideró necesario contextualizar el marco de referencias de las filosofías *Green* y *Lean*, abordadas por el planteamiento del problema y el objetivo buscado. Lo anteriormente expuesto se complementa al presentar también cuales son las relaciones entre ambas filosofías y sus principales herramientas, como lo es el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y el *Value Stream Mapping* (VSM). Todo lo anterior es el contexto y base para poder desarrollar la propuesta del presente trabajo de investigación y así dar respuesta a los objetivos planteados.

En la siguiente Figura (ver Figura 2-1) se muestra el mapa de literatura del marco teórico de este documento, que permite identificar los temas y conceptos clave a desarrollar en la presente investigación, de este modo es una herramienta ilustrativa que permite visualizar como se interrelacionan los conceptos desarrollados en este capítulo.

Figura 2-1: Mapa de literatura del marco teórico de esta investigación. Elaboración propia.



2.1 El modelo y la innovación organizacional aplicable a una empresa de construcción

En primer lugar, teniendo en cuenta que dentro de los objetivos del presente trabajo se propuso la construcción de la aproximación de un modelo que integre las filosofías *Green* y *Lean*, se consideró necesario la explicación de lo que se entiende por modelo en el contexto de esta investigación, y además se describe su relación con la innovación dentro de una organización, como fue mencionado en la justificación.

En la Figura 2-2 se hace una ilustración gráfica que resume el contenido de esta sección, donde se muestran las interrelaciones conceptuales entre la innovación y un modelo, teniendo en cuenta las herramientas *Green Lean* a implementar y además cuales son las características que sustentan la implementación y desarrollo de ambos conceptos dentro de una empresa constructora.

Figura 2-2: Integración de Innovación y modelo. Elaboración propia.



La primera definición que se presenta en este documento respecto a “modelo”, para comenzar enmarcando el desarrollo de dicho concepto, es la definición dada por la Real Academia Española, la cual lo define como un esquema teórico de un sistema o de una realidad compleja, que se elabora para facilitar la comprensión y el estudio de su comportamiento (Española, 2014). A partir de la definición presentada se vislumbra el modelo como un esquema para poder comprender el comportamiento de un sistema.

Otra definición del concepto de modelo para complementar la definición anterior, es que el mismo puede ser entendido como una analogía de los sistemas reales, la cual no son un simple conjunto de afirmaciones, pero cuya validación científica y teórica tiene un análisis lógico que posee relaciones con las evidencias observables que constituyeron el soporte del modelo (Mujica Chirinos & Rincón González, 2011). Teniendo ya una idea general, es necesario entender que los modelos no son descripciones exactas de la realidad, sino que dentro de sus componentes y características puede ser entendido como una representación mediante la cual se accede al conocimiento sin describir todo acerca de un tema (Barrera Morales, 2007).

En la filosofía de las ciencias el término modelo se utiliza en diversos sentidos, pero de la revisión realizada queda claro que son construcciones racionales que se forman apriorísticamente a partir de otros conceptos y no necesariamente de la observación de la realidad, siendo un paso intermedio entre las hipótesis y la teoría de un tema, es decir que es una seudoteoría o un paso previo para alcanzarla (Mujica Chirinos & Rincón González, 2011). De acuerdo a estos planteamientos y definiciones, los modelos no pueden ser tomados como descripciones exactas sino como analogías, así se convierte el modelo en un resultado complejo producto de ideas, experiencias y prácticas correlacionados a un contexto definido con la intención de conocer, donde las ideas que lo soportan varían con el tiempo (Mujica Chirinos & Rincón González, 2011).

Ahora ya definido el concepto de modelo, para poder entender en profundidad la aproximación de modelo planteado en el presente documento, se debe tener en cuenta el ámbito de la innovación y es justo lo que será expuesto a continuación. La innovación como concepto fue introducido dentro de la teoría de desarrollo económico, propuesta por Joseph Schumpeter quien desarrollo su propuesta teórica continuando con la investigación económica de Adam Smith, David Ricardo y Marx, donde una de las causas del desarrollo económico para este economista era la innovación (Suárez, 2004). La innovación dentro de la teoría propuesta por Schumpeter no puede ser relacionada con la invención, y al tener en cuenta esta oposición, la innovación es vista como un factor interno distintivo de cambio y que fue definido como la base de una nueva función de producción (Schumpeter, 1939, p. 84).

La innovación que se presenta con el modelo planteado en esta investigación la localiza dentro de una innovación organizacional dentro del sector de la construcción. Para poder entender la relación del modelo planteado con la innovación se expone en la literatura que las organizaciones realizan vínculos con la investigación con el propósito de adquirir conocimientos especializados, lo que orienta y acerca a la empresa basada en estas prácticas hacia a una economía basada en el conocimiento (OCDE y Eurostat, 2005).

Así, se entiende por innovación como la introducción de un significativamente mejorado producto o un nuevo método organizativo en las prácticas internas de una empresa (OCDE y Eurostat, 2005). Ahora bien, en el presente documento el modelo planteado se enfoca en una innovación organizacional, tomando como caso una empresa del sector de la construcción, que corresponde con la introducción de un nuevo método organizativo en las prácticas y relaciones exteriores de la empresa, como se podrá deducir y observar en el desarrollo del modelo *Green Lean* de este documento. Lo que distingue a la innovación organizacional es la introducción de un método que no haya sido utilizado antes en la empresa y que sea resultado de la toma de una decisión estratégica tomada por la dirección (OCDE y Eurostat, 2005).

La base para entender como la investigación se relaciona con la innovación se da cuando se abordan los desarrollos teóricos o prácticos desde una perspectiva basada en el conocimiento, donde estos son creados a partir de la investigación y se ponen en práctica dentro y fuera de las empresas. La razón por la cual una empresa busca innovar es para mejorar sus resultados ya que puede aumentar la demanda o puede reducir sus costos de operación o producción (OCDE y Eurostat, 2005).

Trabajos realizados demuestran que las empresas innovan con el objetivo de mantener su posición actual con relación a los competidores y además generar nuevas ventajas competitivas (OCDE y Eurostat, 2005), ya que la innovación le permite adaptarse a las condiciones del mercado, lo que podría considerarse como una capacidad dinámica de la empresa (Teece, 2007; Teece, Pisano, & Shuen, 1997). Uno de los grandes inconvenientes que se presentan en el momento de tomar la decisión de emplear la innovación en una empresa y modelos como el propuesto en este documento es la incertidumbre asociada al posible progreso que se pueda obtener y los costos asociados a la investigación. La solución planteada por esta investigación a dicho problema

encontrada a través de la revisión de literatura, que encontrarían las empresas colombianas en la actualidad consiste en las deducciones tributarias de proyectos enfocados en ciencia, tecnología e innovación (Departamento Nacional de Planeación, 2015).

La solución mencionada en el párrafo anterior, específicamente se aplica a través de las deducciones tributarias las cuales están reguladas por el Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) número 3834 del 2 de julio de 2015. El CONPES 3834: 2015 es un instrumento de intervención indirecta usado por el Gobierno Colombiano para promover la inversión privada en actividades de investigación, desarrollo tecnológico e innovación empresarial, que consiste en la renuncia fiscal del Estado para disminuir los costos asociados a dichas actividades, facilitando la vinculación del sector productivo con la investigación (Departamento Nacional de Planeación, 2015).

El marco conceptual del CONPES 3834: 2015, se refiere a las deducciones tributarias por inversión en ciencia, tecnología e innovación, que se descuentan de los ingresos y que afectan la utilidad, generando un menor impuesto a pagar por parte de la empresa contribuyente al invertir en proyectos de ciencia, tecnología e innovación. El objetivo de esto es fomentar las actividades de investigación, desarrollo e innovación, convirtiéndose en un instrumento indirecto de financiación pública que apoya la competitividad empresarial en el país (Departamento Nacional de Planeación, 2015).

Ya explicada la manera como el Gobierno nacional ha buscado dar solución a uno de los grandes inconvenientes que poseían las empresas colombianas para implementar la innovación en las industrias, se debe tener en cuenta que la estructura organizativa de la empresa puede influir en la eficiencia de la implementación de innovación en sus procesos o productos. Por ejemplo, se plantea que un esquema organizacional con un alto nivel de integración, puede mejorar la coordinación, planificación y puesta en marcha de estrategias de innovación (OCDE y Eurostat, 2005).

Se declara que el potencial para desarrollar nuevos productos y métodos de funcionamiento más productivos, es por medio del conocimiento creado y difundido a partir de la innovación (OCDE y Eurostat, 2005), lo cual lleva a validar esfuerzos como el

planteado en esta investigación. Como se puede evidenciar en la presente sección, el modelo propuesto por la presente investigación corresponde a uno categorizado en la literatura expuesta como organizacional, que junto con la innovación, se convierte en una herramienta dentro de una empresa constructora que busca mejorar la cadena de valor de los productos buscando disminuir pérdidas de tiempo e impactos medioambientales y de esta manera generar ventajas competitivas.

2.1.1 La innovación cómo herramienta de competitividad de una empresa de construcción

En busca de una relación más directa entre la innovación y el desarrollo de esta investigación, a través de la revisión de literatura realizada, es necesario contextualizar y tener en cuenta que las dinámicas en las que se desenvuelven las empresas es la constante búsqueda de soluciones a través de la innovación, debido a que las empresas dentro del mercado global son producto de presiones de toda clase de competidores, clientes y reguladores (Porter & Van der Linde, 1995).

Desde una visión macro respecto al tema sostenible y ambiental, según la revisión realizada, se menciona que los legisladores, líderes empresariales y ambientalistas se han concentrado en el costo estático de los impactos de las regulaciones medioambientales y han olvidado los beneficios de dinámicas que mejoran la productividad a través de la innovación (Porter & Van der Linde, 1995, p. 128). Lo anterior se complementa con la visión expuesta dentro de la VFBRN, donde diversos estudios han identificado que se tiene un mejor desempeño financiero y medioambiental si la firma posee capacidades fuertes de innovación, particularmente las que están relacionadas con el desarrollo continuo (Hart & Dowell, 2011).

En respuesta al problema destacado en el párrafo anterior, se desarrolla en la teoría el concepto de productividad del recurso, el cual deja de lado una visión estática de la legislación medioambiental, permitiendo abordar de una manera diferente los costos de todo el sistema y sus valores asociados a los productos (Porter & Van der Linde, 1995).

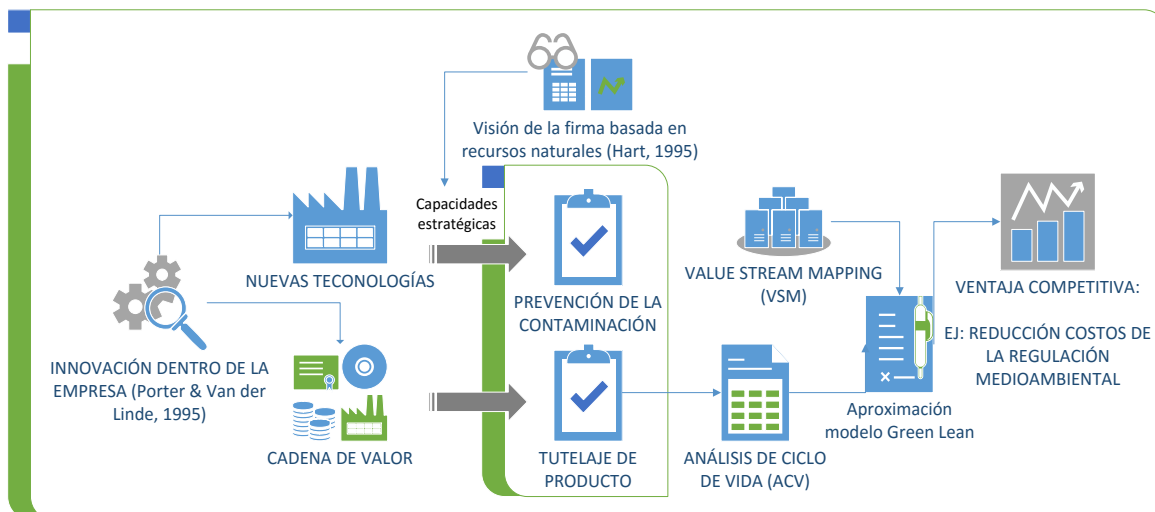
La importancia de la innovación y su relación con el mejoramiento de la productividad ha sido demostrado en una serie de estudios de caso a nivel internacional que comprenden diversas industrias y sectores, y de los cuales se concluye con datos claros que los costos

de la regulación medioambiental para una empresa pueden ser reducidos a través de la innovación, y que además dicha innovación también es capaz de ofrecer otros beneficios competitivos para el desarrollo de una empresa (Porter & Van der Linde, 1995, p. 125; Pujari, Wright, & Peattie, 2003, p. 659).

La innovación en términos ambientales, aplicable dentro de una organización, se divide en dos categorías: la primera categoría corresponde a nuevas tecnologías y acercamientos que minimizan el costo de lidiar con la polución ya emitida, la segunda categoría rastrea en la cadena de valor y el ciclo de vida de los productos la causa de la polución y busca mejorar la productividad de los recursos en los procesos identificados, resultando en un eficiente uso de la materia prima (Porter & Van der Linde, 1995).

Las dos categorías presentadas pueden ser relacionadas dentro de la VFBRN, ver Sección 2.3, con las dos primeras capacidades estratégicas que son la prevención de la contaminación y el tutelaje del producto, lo cual es un complemento que liga la innovación con las organizaciones (Hart & Dowell, 2011, p. 1466). De lo anteriormente expuesto dentro de esta investigación, la relación que se da entre la innovación complementando a la expuesta en el apartado anterior, basados en el ACV que es una de las herramientas parte del modelo planteado, está dada por las capacidades estratégicas de la VFBRN que se relacionan con los tipos de innovación planteados para una empresa (ver Figura 2-3).

Figura 2-3: Integración de Innovación y aproximación de modelo *Green Lean*. Elaboración propia.



Lo que se ha mencionado anteriormente es una visión de lo que se puede llegar a lograr a través de la innovación frente a las regulaciones medioambientales, pero en la literatura también es evidenciable (Porter & Van der Linde, 1995) que los negocios en general gastan demasiado dinero en regulaciones medioambientales y no lo suficiente en encontrar soluciones reales, lo que va en contra de la competitividad. Aun cuando se tiene planteado dicho panorama, las compañías que adopten un marco de trabajo basado en la productividad del recurso, que ya ha sido mencionado en este documento, obtendrán grandes beneficios a nivel competitivo.

A partir de lo expuesto se evidencia que todos los conceptos expuestos sobre innovación y competitividad pueden ser aplicados a una empresa del sector de la construcción, ya que si una empresa de este sector busca mejorar sus procesos internos a partir de una innovación organizacional, ésta podrá recuperar su inversión a partir de deducciones tributarias incentivadas por el gobierno nacional, pero que además dicho proceso de innovación está directamente relacionado con el tutelaje de producto que es una las herramientas *Green Lean* propuestas por esta investigación para un modelo que genere ventajas competitivas a través del Análisis de Ciclo de Vida.

2.2 Enfoque *Green* de esta investigación: El desarrollo sostenible y el sector de la construcción

En segunda instancia, ya abordado el desarrollo teórico del concepto de modelo y su relación con la innovación organizacional, se presenta a continuación la definición y contextualización de ciertos conceptos relacionados con la temática *Green* del presente trabajo, es por esto que se expone en este aparte del documento lo que se entiende por sostenibilidad según la revisión de literatura realizada, y al final se exponen las relaciones de la misma con la industria de la construcción.

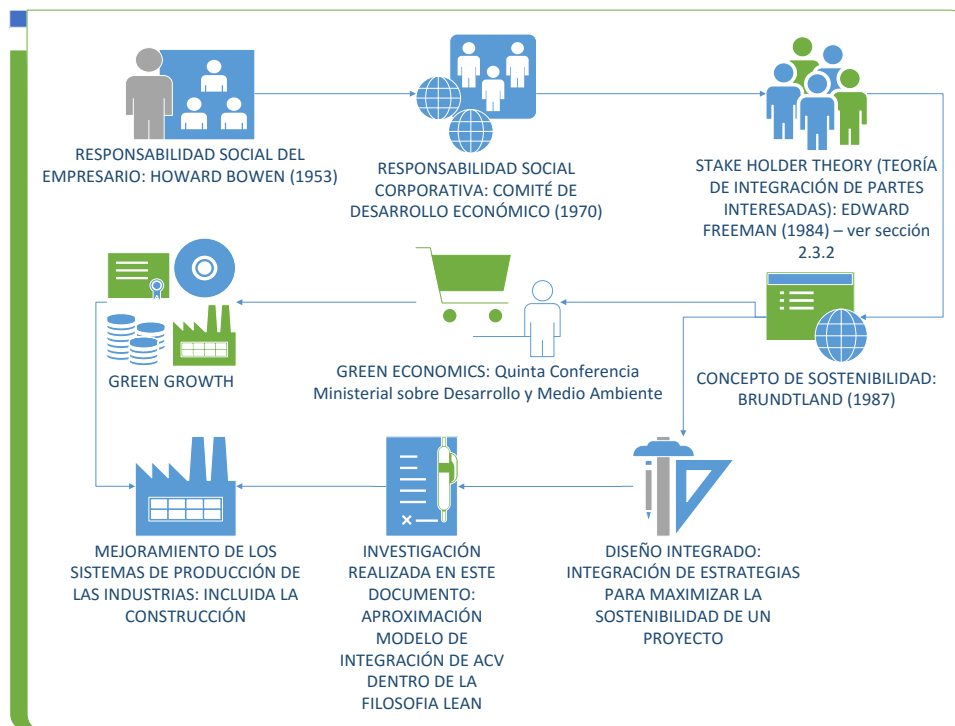
Según la revisión de literatura, la globalización ha llevado al mundo hacia energías y estrategias *Green*, donde las fuentes posean menores impactos en términos ambientales comparados con la tecnología tradicional. Ejemplos en la industria de la energía muestran como los sistemas pueden implementar esquemas planeados que lleven hacia un

desarrollo sostenible, convirtiéndose en una estrategia de toma de decisión que permite optimizar las técnicas actuales (Bhowmik, Bhowmik, Ray, & Pandey, 2017).

Ahora bien, desde un enfoque estratégico, el concepto *Green* puede ser asociado con una estrategia ambientalmente proactiva que posee una integración moderadamente positiva para integrar las capacidades de compra con los proveedores externos enmarcada dentro de la Visión de la Firma Basada en Recursos Naturales (VFBRN), que será expuesta en detalle más adelante en este capítulo, enfocándose en las capacidades de integración de las partes interesadas (Liu, Zhu, & Seuring, 2017).

A continuación, se presenta la síntesis de los temas mostrados en este apartado, donde la figura resume los conceptos desarrollados alrededor del enfoque *Green* que correlaciona los conceptos de sostenibilidad y desarrollo sostenible, Integración de Partes Interesadas (IPI), mejoramiento de los sistemas de producción dentro de industrias como la construcción y su relación con el desarrollo de la presente investigación, ver Figura 2-4.

Figura 2-4: Enfoque *Green* y desarrollo del concepto de la sostenibilidad adaptado de (Chang et al., 2017, p. 49). Adaptado por el Autor.



Si bien la sostenibilidad es un término que actualmente es de gran importancia, no siempre se comprende en su totalidad todo aquello que abarca. La sostenibilidad es un concepto bastante amplio y complejo, por lo cual se debe abordar dicho concepto desde una visión sistémica que permita entender la importancia del mismo.

La primera referencia que se tiene de la sostenibilidad es el concepto que considera la posibilidad de obtener un progreso que satisfaga las necesidades actuales sin comprometer la habilidad de cumplir las necesidades de demanda de futuras generaciones expuesto en la comisión mundial del desarrollo y medio ambiente convocada por la asamblea general de las Naciones Unidas (Brundtland, 1987). De acuerdo al concepto descrito, se puede asociar la sostenibilidad con un límite, donde se busca el constante progreso sin afectar la fuente de recursos naturales.

Ahora bien, para tener datos respecto a la sostenibilidad se tiene la evaluación de la sostenibilidad, la cual tiene en cuenta que cualquier producto está directamente ligado con todos aquellos procesos que lo preceden, desde la extracción de los recursos naturales necesarios para su producción, así como los procesos que lo proceden hasta el momento de su disposición final. El concepto de desarrollo sostenible más conocido a nivel mundial contiene dos factores clave: el concepto de las necesidades, que en particular corresponden a las necesidades de las personas pobres en el mundo a las cuales se les debe dar prioridad, y la idea de las limitaciones impuestas por la tecnología y las organizaciones sociales sobre la habilidad que posee el medio ambiente para satisfacer las necesidades del presente y del futuro (Brundtland, 1987).

La declaración respecto a la relación del medio ambiente con el mundo expuesta por la Comisión Mundial para el Medio Ambiente y Desarrollo, estableció que era posible construir un futuro próspero, justo y seguro, donde la posibilidad de lograrlo dependía de que todos los países adoptarán los objetivos de desarrollo sostenible como una meta y prueba para la política nacional e internacional (Khasreen, Banfill, & Menzies, 2009). De este modo, poder orientar y desarrollar investigaciones que permitan implementar el desarrollo sostenible podría ser asociado con el cumplimiento de esa política nacional e internacional propuesta desde 1987.

El desarrollo del concepto de sostenibilidad y su relación con las firmas es la base teórica que ha llevado a que hoy día se maneje el concepto de *Green economics*; Cuyo desarrollo teórico comienza con la responsabilidad social del empresario propuesta por Howard Bowen (1953), dicho concepto fue la base de la responsabilidad social corporativa que cobro gran importancia en 1970 gracias al Comité de Desarrollo Económico (CED por sus siglas en inglés) al demostrar que si el entorno social de una firma se deteriora entonces la misma perdería su estructura de soporte (Chang et al., 2017, p. 50). La *Stakeholder Theory* (Teoría de Integración de Partes Interesadas -IPI) de Freeman (1984), que será expuesta en detalle más adelante en la sección 2.3.2., fue la teoría que introdujo un nuevo rol a las firmas argumentando que las empresas debían entender sus relaciones no solo con los actores normales de la cadena como los son el proveedor o el cliente sino también incluir grupos no tradicionales como los gobiernos y ambientalistas lo que llevo a que las firmas estuvieran sujetas a responder por las presiones ejercidas por dichos actores o partes interesadas (Chang et al., 2017, pp. 50–51).

Desde el concepto expuesto en el reporte de Brundtland de 1987, la sostenibilidad se convirtió en un área de investigación importante y además juega un rol crítico en la creación de políticas que esta soportado de manera crucial por las empresas, y que usualmente es operada o implementada a partir de la triple línea base, donde el desarrollo sostenible no sólo se enfoca en el ambiente sino también tiene en cuenta el desarrollo de políticas y prácticas que cubran lo económico y lo social (TBL por sus siglas en inglés) (Chang et al., 2017, p. 49,51; Harmon, 2015), el enfoque de esta investigación sin embargo solo aborda la sostenibilidad ambiental.

A partir del recuento hecho anteriormente se llega a *Green economics*, la cual en los últimos años ha jugado un papel crucial en la realización de políticas de sostenibilidad, el cual fue el producto de introducir el concepto de *Green growth* dentro del contexto de discusiones intergubernamentales y que fue expuesto por primera vez en la Quinta Conferencia Ministerial sobre Desarrollo y Medio Ambiente (MCED por sus siglas en inglés), llevado a cabo en Asia y el Pacífico en el año 2005 (Chang et al., 2017). El Programa de Ambiente de las Naciones Unidas define el concepto de *Green economics* como una economía que brinda una mejor calidad de vida a la humanidad mientras reduce

significativamente los riesgos e impactos ambientales y ecológicos, donde el *Green growth* es un prerrequisito para construir dicha economía (Chang et al., 2017).

Es así como se encuentra la relación entre sostenibilidad y el concepto *Green*, donde el desarrollo de este tipo de economía resulta de la inversión y mejoramiento de los sistemas de producción de las industrias a nivel mundial, donde entra el sector evaluado en esta investigación: la construcción, y que tiene como pilares y guías las publicaciones de la OCDE como *Towards Green Growth* (2011) o *Europe 2020* publicada por la comisión de la Unión Europea (Chang et al., 2017, p. 52).

Existen también otro tipo de relaciones que se pueden dar entre el sector de la construcción y la sostenibilidad, dentro de las cuales está el diseño integrado, el cual es un método crítico para la construcción sostenible, donde el mismo corresponde a un método que integre materiales verdes, tecnologías y estrategias en la construcción para maximizar la sostenibilidad del proyecto, buscando reducir el uso de energía de los equipos y recursos (Bae & Kim, 2007), de modo que esta investigación haría parte de las estrategias en la construcción que buscan maximizar la sostenibilidad del proyecto.

La preocupación sobre la situación medioambiental a nivel local y global ha venido incrementando en todo el mundo debido en gran parte al calentamiento global, que es la consecuencia de la generación de una capa de gases de efecto invernadero los cuales provocan que la temperatura global aumente; artículos académicos han demostrado que la industria de la construcción es el mayor contribuyente de los gases de efecto invernadero a nivel mundial aportando el 50% de las emisiones de dióxido de carbono a nivel global (California Integrated Waste Management Board, 2000; Raynsford, 1999). Teniendo en cuenta dichas cifras, se evidencia la magnitud y responsabilidad que la industria de la construcción posee sobre el calentamiento global, y que por tanto puede justificar la motivación de buscar métodos y prácticas que lleven a reducir dichas cifras, comenzando a nivel local como lo intenta esta investigación.

De acuerdo a los conceptos desarrollados en esta sección, se puede evidenciar el impacto de la industria de la construcción dentro del desarrollo sostenible al ser la industria que más contamina y consumen materiales a nivel mundial como se ha expuesto anteriormente. Es por esto que, junto con lo expuesto en el planteamiento del problema y

su justificación (ver sección 1.1), se consideró pertinente complementar la teoría de *Green Lean* dentro de la construcción, buscando brindar a una importante empresa constructora a nivel nacional de un modelo que genere ventajas competitivas al introducir dentro de sus procesos el ACV y el VSM como herramientas para reducir pérdidas y generar valor a través de la identificación de los impactos ambientales dentro de los proyectos de la misma.

2.3 Visión de la Firma Basada en Recursos Naturales (VFBRN)

La aproximación del modelo planteado en esta investigación puede ser contextualizado dentro de la Visión de la Firma Basada en Recursos Naturales (VFBRN), ya que la vinculación del modelo se da al tener en cuenta el tutelaje de producto, el cual expone como herramienta principal el Análisis de Ciclo de Vida (ACV), y cuyo recurso clave para generar ventajas competitivas es la Integración de Partes Interesadas (IPI).

La Visión de la Firma Basada en Recursos Naturales (VFBRN) considera los elementos fundamentales de la Visión de la Firma Basada en Recursos (VFBR), la cual se fundamenta en la perspectiva que afirma que los recursos son valiosos, y que los recursos como las capacidades son costosos para ser copiados, donde las capacidades son los recursos que proveen una ventaja competitiva sostenida (Barney, 1991; Hart, 1995; Romero, 2016, p. 33).

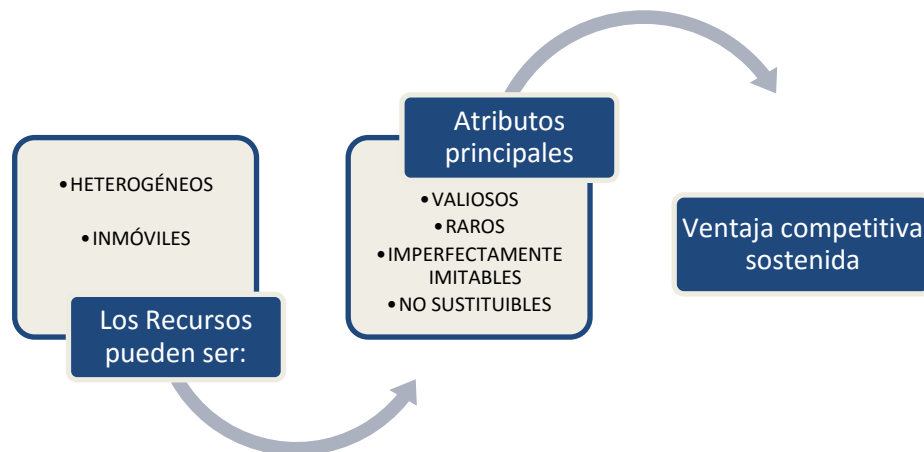
La VFBRN es considerada como una teoría central desde una perspectiva de administración estratégica, la cual busca desarrollar una estrategia desde un enfoque interno dentro de la firma que conlleve a tener una ventaja competitiva y sostenida (Hart & Dowell, 2011). De este modo al tener esta base teórica se posee un sustento teórico que será contrastado en el estudio de caso, para determinar si el método de ACV, que se deriva de la Visión de la Firma Basada en Recursos Naturales, junto al VSM genera ventajas competitivas para la empresa constructora analizada.

En relación con lo ya expuesto en el párrafo anterior, los recursos que establecen esas ventajas competitivas es algo que la firma posee y que puede ser del ámbito físico, financiero, humano o de procesos organizacionales (Hart & Dowell, 2011). De estos

recursos mencionados, el desarrollo del modelo planteado en esta investigación puede ser correlacionado dentro de esta teoría ya que el mismo se convierte en un recurso para los procesos organizacionales de una empresa constructora y que además se integra con una innovación organizacional como ya fue expuesto en este capítulo anteriormente (ver sección 2.1).

Los recursos para generar una ventaja competitiva sostenible como fue mencionado en el párrafo anterior deben poseer cuatro atributos: 1) debe ser valioso, 2) debe ser raro, 3) debe ser imperfectamente imitable, y 4) no debe existir sustitutos estratégicos para el recurso (Barney, 1991; Romero, 2016, p. 29). A continuación se presenta la relación existente entre los conceptos ya mencionados para poder generar una ventaja competitiva, ver Figura 2-5.

Figura 2-5: Relación entre los principales postulados que relacionan los atributos principales que permiten generar una ventaja competitiva (Barney, 1991; Romero, 2016, p. 29). Adaptado por el Autor.



De acuerdo con los conceptos ya mencionados que permiten generar una ventaja competitiva, es pertinente mencionar sobre los recursos que el valor se encuentra si el recurso incrementa el deseo de los clientes por comprar o si disminuye los costos, además hay que tener en cuenta que la rareza brinda a las firmas de un potencial de liderar el mercado, y que finalmente la ventaja competitiva de no poder ser sustituido puede emerger de la complejidad social que tenga los recursos (Barney, 1991; Hart & Dowell, 2011).

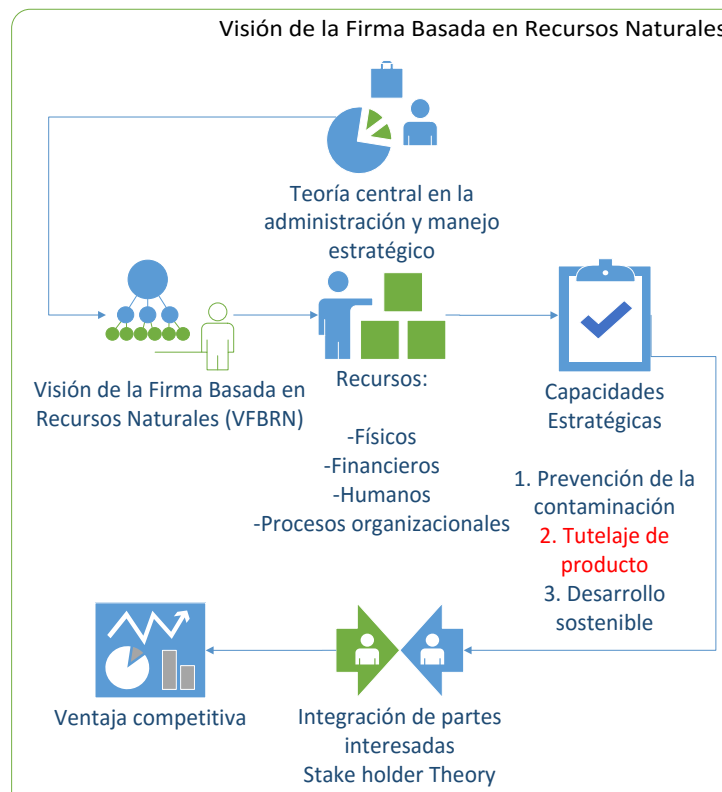
Ahora bien, la estrategia VFBRN, a través de los años identificó y propuso que debía ser incluida la interacción de la organización y su entorno natural, dando paso a tres capacidades estratégicas que son clave para facilitar una ventaja sostenible (Hart & Dowell, 2011). Las tres capacidades son: la prevención de la contaminación, el tutelaje del producto y el desarrollo sostenible, estas tres etapas corresponden a una estrategia medioambiental proactiva y establecen un desarrollo corporativo sostenible, generando ventajas competitivas para la empresa (Hart & Dowell, 2011). De estas tres capacidades, en esta investigación el tutelaje del producto es la base teórica de la cual se deriva el uso del ACV como principal herramienta para buscar junto al VSM la creación de ventajas competitivas.

Dentro de las capacidades antes mencionadas, como ya fue expuesto, el tutelaje del producto es el factor clave dentro del cual se encuentra el Análisis de Ciclo de Vida del producto (ACV), el cual es uno de los componentes integrado en el modelo propuesto por la presente investigación. Según la teoría, al incluir las partes interesadas se puede integrar efectivamente el diseño del producto y su desarrollo (Hart & Dowell, 2011). Además, el tutelaje del producto por ejemplo crea un potencial de ventajas competitivas a través de compras con beneficios estratégicos asegurando acceso exclusivo a recursos.

A través de la revisión de literatura se puede establecer que de las capacidades que generan dichas ventajas competitivas, la primera capacidad que es la prevención de la contaminación ha sido el foco de atención en el desarrollo de la Visión de la Firma Basada en Recursos Naturales (Hart & Dowell, 2011), por lo que se identifica que el tutelaje de producto y modelos asociados al mismo son un área por desarrollar e investigar, lo cual complementa la pertinencia y justificación del desarrollo de investigaciones en torno a estas áreas y donde el presente documento se enfocó en el desarrollo del tutelaje de producto usando su principal herramienta que es el ACV.

En la siguiente Figura se presenta un esquema grafico que hace un resumen corto de la teoría de la VFBRN mostrando la relación entre los recursos, las capacidades estratégicas y la ventaja competitiva lograda a partir de la integración de partes interesadas.

Figura 2-6: Visión de la Firma Basada en Recursos Naturales (Hart & Dowell, 2011). Adaptado por el Autor.



2.3.1 Tutelaje del producto

Basados en la Visión de la Firma Basada en Recursos Naturales (VFBRN), como ya fue expuesto, una de las tres capacidades que puede generar ventajas competitivas dentro de una empresa es el tutelaje del producto y que según la revisión de literatura realizada es un campo por desarrollar, ya que es una de las capacidades menos estudiadas junto con el desarrollo sostenible (Hart & Dowell, 2011). Esta línea de investigación ve este concepto como una capacidad estratégica que permite integrar a partes interesadas en el ciclo de vida de un producto para generar ventajas competitivas.

Teniendo en cuenta el planteamiento anterior, para introducir el concepto de tutelaje de producto se debe destacar que las actividades realizadas a través del ciclo de vida de un producto poseen impactos ambientales que ciertamente deben ser incluidos e

internalizados en la cadena de valor (Hart, 1995). Ahora bien, según la teoría se puede encontrar que dentro del tutelaje del producto el ACV es considerado como la herramienta clave para que las consideraciones ambientales sean incorporadas, reafirmando que la prevención de la contaminación posee un avance mayor sobre el tutelaje de producto, por lo cual este requiere de mayor investigación (Romero, 2016, p. 34).

Así, la investigación buscó utilizar una herramienta o método que permita internalizar los impactos medio ambientales en la cadena de valor, y es con base a esta afirmación que se encuentra una razón de integrar el ACV con el VSM, ya que el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es una metodología de evaluación de la sostenibilidad y principal herramienta del tutelaje del producto, y por otro lado el *Value Stream Mapping* (VSM) es una herramienta que puede ser aplicada en la construcción que permite conocer la cadena de valor de un producto, ver sección 2.5.2.

Para entender la aplicación e importancia del pensamiento derivado de la capacidad estratégica conocida como tutelaje de producto, se tiene evidencia de lo sucedido en los años 90, donde diversos países adoptaron esta capacidad estratégica como la base de propuestas de leyes ambientales. El motivo de las leyes antes mencionadas buscaban permitir a los clientes de industrias seleccionadas el derecho de devolver los productos al fabricante sin ningún costo, y por otro lado dichas leyes brindaban incentivos que buscaban enseñar a los productores diseñar e investigar pensando en el re uso, compostaje o reciclaje de sus productos, todo esto con el fin de evitar la disposición en rellenos las cuales generaban altas tarifas (Hart, 1995).

De este modo, el tutelaje de producto puede llevar a una empresa a obtener los siguientes beneficios a través de capacidades que permiten evitar negocios ambientalmente peligrosos: rediseñar sistemas de productos existentes y desarrollar nuevos productos con bajos costos de ciclo de vida (Hart, 1995). El tutelaje de producto es una capacidad estratégica que implica que la organización no sólo posea una coordinación funcional entre los grupos de la firma sino que integre las perspectivas de las partes interesadas clave como por ejemplo los ambientalistas, líderes de comunidad, medios de comunicación, para ser asociado con un desempeño ambiental corporativo (Hart, 1995), estableciendo reputación y reduciendo los costos ambientales de producción (Hart & Dowell, 2011). El

desarrollo teórico de la integración de partes interesadas es expuesto más adelante en este documento, ver sección 2.3.2.

Además, se tiene evidencia de que las firmas que adoptan el tutelaje de producto dentro de sus estrategias promueven la inclusión de actores externos en el desarrollo y planeación del proceso (Hart, 1995; Hart & Dowell, 2011). Investigaciones realizadas en torno a esta capacidad estratégica han encontrado que compañías petroleras que han sido proactivas en estrategias medioambientales tuvieron una gran integración de las capacidades de los actores involucrados (Hart & Dowell, 2011; Sharma & Vredenburg, 1998).

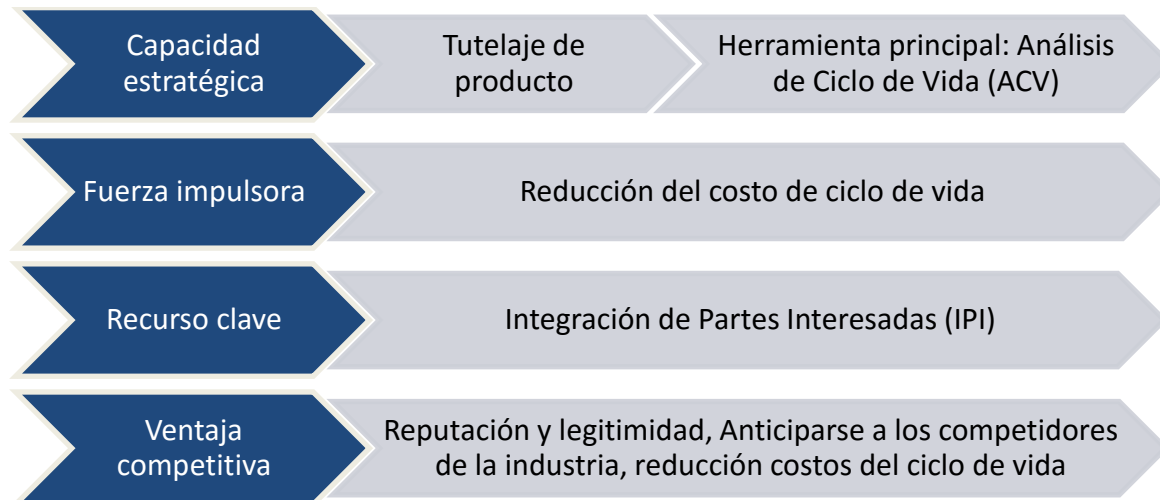
Como se ha venido mencionando a través del desarrollo del documento, el modelo planteado entraría dentro de las estrategias enmarcadas dentro del tutelaje del producto que dentro de la teoría de Hart estaría dentro de las estrategias verdes separado de las estrategias más allá de lo verde como lo son las tecnologías limpias y el desarrollo sostenible. El tutelaje del producto se convierte en una capacidad estratégica que es impulsada por la integración de las partes interesadas, buscando reducir el costo del ciclo de vida del producto determinando así una reputación y legitimidad que conlleva a ventajas competitivas frente a otros además de poder anticiparse a los competidores de la industria (Hart, 1995; Hart & Dowell, 2011; Romero, 2016, p. 35). Se ha encontrado respecto al desarrollo de esta estrategia que la coordinación y manejo de funciones cruzadas es determinante en el desarrollo y desempeño de un producto ambiental exitoso (Pujari et al., 2003).

Dentro de la literatura de esta teoría se evidencia que la legitimidad junto con el fortalecimiento de la reputación son el resultado de implementar estrategias de tutelaje de producto al integrar partes interesadas yendo un poco más allá de los límites organizacionales, catalizando la divulgación de prácticas sostenibles dentro de un negocio (Hart & Milstein, 2003). Además, la administración del ciclo de vida extiende la cadena de valor más allá de los límites tradicionales de una empresa al incluir los costos y beneficios de los productos desde su extracción hasta su producción y disposición final (Hart & Milstein, 2003).

La figura presentada a continuación presenta un resumen del tutelaje de producto visto dentro de la VFBRN, que es la base teórica del ACV como la herramienta *Green* del modelo

de esta investigación junto con la fuente impulsora que a través del recurso clave expuesto genera una ventaja competitiva.

Figura 2-7: Tutelaje de producto (Hart, 1995; Hart & Dowell, 2011). Adaptado por el Autor.



De acuerdo a los planteamientos expuestos respecto al tutelaje del producto, se puede evidenciar que es una capacidad estratégica clave que permite la generación de ventajas competitivas teniendo en cuenta y relacionando las partes interesadas, por lo cual a continuación se presenta el desarrollo teórico de este concepto.

2.3.2 Integración de partes interesadas (IPI) y su conexión con estrategias proactivas medioambientales

Siendo el recurso clave la Integración de Partes Interesadas (IPI) para poder desarrollar la capacidad estratégica del tutelaje del producto, entonces es importante mencionar que la teoría de la integración de partes interesadas ha nacido como una narrativa para entender y remediar tres problemas interconectados de un negocio cualquiera: el primer problema es entender como el valor es creado e intercambiado, el segundo problema es la conexión existente entre la ética y el capitalismo y el problema final es ayudar a los gerentes alcanzar

desarrollar y solucionar los dos primeros problemas (R. E. Freeman, Harrison, Wicks, Parmar, & Colle, 2010, p. 404).

Los orígenes de la teoría de la integración de las partes interesadas aparecen por primera vez en un memorando interno del *Stanford Research Institute* en el año 1963, actualmente conocido como *SRI International Inc.*, donde el término pretendía desafiar la idea de que los accionistas son el único grupo al que la administración o gerencia de una empresa debe responder (R. E. Freeman et al., 2010, p. 405). En la década de 1980, Edward Freeman, en el contexto del manejo estratégico, buscó desarrollar teorías que ayudaran explicar problemas de manejo relacionados con altos niveles de incertidumbre y cambio (R. Freeman & Macvea, 2001).

La teoría de Integración de Partes Interesadas (IPI) sugiere que si se adopta como unidad de análisis las relaciones entre el negocio y los grupos o individuos que pueden afectar o son afectados por el negocio, entonces se tiene un mejor desempeño de lidiar con los tres problemas antes descritos: 1. ¿Cómo se crea y transfiere el valor?, 2. El problema de la ética del capitalismo y 3. El problema de cómo los gerentes deben asumir dichos problemas (R. E. Freeman et al., 2010; R. Freeman & Macvea, 2001). Según esta teoría, los negocios pueden ser entendidos desde las relaciones existentes entre las partes interesadas que tiene que ver con las actividades propias del negocio, de aquí es importante entender entonces como los grupos de compradores, contratistas, empleados y financieros crean e intercambian valor, donde la responsabilidad del grupo ejecutivo es manejar y formar las relaciones que permitan crear el mayor valor posible para las partes interesadas siempre buscando atender en su gran mayoría las peticiones y problemas planteados por las partes (R. E. Freeman et al., 2010).

La integración de las partes interesadas además de convertirse en una manera de que el negocio sobreviva en un sistema capitalista, también se considera como un esfuerzo moral que tiene que ver con los valores y potenciales daños o beneficios de un gran grupo de personas o individuos (Phillips, 2003). La principal idea desarrollada en la teoría de Integración de Partes Interesadas (IPI) es incluir e incorporar más grupos con los cuales los gerentes pueden argumentar sus acciones, yendo más allá de lidiar y defender su actuar frente a solo los accionistas de la empresa (R. E. Freeman et al., 2010).

En el contexto del comportamiento ambiental de las firmas, una estrategia ambiental proactiva es necesaria desde un enfoque ambiental sistemático de la organización que voluntariamente va más allá de las obligaciones legales (Delgado-Ceballos et al., 2012; Romero, 2016, p. 61), así la capacidad de la integración de partes interesadas está relacionada con la habilidad que posee una firma para el desarrollo de relaciones de colaboración en términos económicos y no económicos, buscando soluciones a los asuntos ambientales (Romero, 2016, p. 61).

La integración de partes interesadas es asociada con el alto desempeño financiero de una empresa debido a situaciones estudiadas como las siguientes: 1. El beneficio mutuo existente entre las relaciones que se crean entre las partes interesadas y como esto mejora las utilidades de una empresa, 2. Evitar riesgos o resultados negativos, 3. Mejorar la adaptabilidad de la empresa al incorporar un manejo efectivo a través de contratos multilaterales, 4. Mejorar la flexibilidad y reputación de la empresa mejorando el potencial de mercado y finalmente 5. Algo que se liga con el desarrollo teórico de este documento y es que se convierte en una fuente de ventajas competitivas, ya que le permite a una empresa poseer un gran número de oportunidades a escoger dentro del negocio (R. E. Freeman et al., 2010; Harrison, Bosse, & Philips, 2010).

Según la revisión de literatura, la Integración de Partes Interesadas (IPI) es considerada como un recurso de la empresa que le permite generar ventajas competitivas teniendo en cuenta no solo partes interesadas clave como los son los ambientalistas, los líderes comunales, la prensa y medios de comunicación y entes de regulación sino también del producto de ideas como la preservación del hábitat, manejo de los recursos, reducción de la contaminación y conservación de la energía (Sharma & Vredenburg, 1998, p. 735).

La integración de partes interesadas es un activo de la empresa que se convierte en una capacidad para que las empresas reduzcan su impacto medioambiental al consultar a diversas partes involucradas en el proceso (Hart, 1995; Sharma & Vredenburg, 1998). Una de las razones que llevan a desarrollar capacidades e implementar modelos como el propuesto en este documento tiene que ver con la presión de las partes involucradas en el desarrollo de un producto, las cuales están asociadas a la percepción de los diferentes niveles de eco eficiencia que posea la empresa (Hart & Dowell, 2011). Finalmente, a través

de investigaciones se ha corroborado que la proactividad de las firmas respecto a estrategias que involucren el ambiente natural, define una nueva área para definir ventajas competitivas (Aragon-Correa, 1998) e influye positivamente en el desarrollo de estrategias medioambientales cuando se identifican barreras internas en el desarrollo de dichas estrategias (Delgado-Ceballos et al., 2012).

Las estrategias proactivas medioambientales son definidas en este contexto como un acercamiento sistemático de la compañía hacia temas del ambiente que voluntariamente van más allá de las obligaciones legales de la organización (Delgado-Ceballos et al., 2012). A un nivel ambiental la integración de partes interesadas consiste en una capacidad y habilidad que posee la firma para desarrollar relaciones colaborativas con las partes interesadas para dar solución a problemas ambientales (Sharma & Vredenburg, 1998). Los administradores y Gerentes necesitan desarrollar nuevas capacidades organizacionales para implementar las estrategias medioambientales, lo cual logran a través de conocimiento específico establecido e implementado hacia la proactividad del medio ambiente y su relación con las estrategias (Sharma & Vredenburg, 1998).

Un factor a tener en cuenta en la estrategia y que se menciona en la literatura es la existencia de dos tipos de barreras que restringen el desarrollo de las estrategias medioambientales en una empresa: externas o internas. Las barreras internas son generadas dentro de la misma organización y están relacionadas con la falta de recursos y capacidades organizacionales dentro de la compañía donde la falta de recursos financieros para la inversión del manejo ambiental es la principal barrera interna junto con la falta de valores medioambientales adoptados por los gerentes y trabajadores. Dentro de la teoría respecto al tema se menciona que las barreras externas pueden ser superadas fácilmente si se solucionan primero las barreras internas (Delgado-Ceballos et al., 2012, p. 282; Hart, 1995).

Las estrategias proactivas medioambientales pueden llegar a convertirse en una valiosa capacidad dinámica, concepto clave que será desarrollado más adelante en este documento, ver sección 2.3.3. Al convertirse en una capacidad dinámica, la estrategia depende de la integración de la misma con otras capacidades como el aprendizaje de alto nivel, visión compartida, y mejoramiento continuo (Delgado-Ceballos et al., 2012; Hart, 1995; Sharma & Vredenburg, 1998). Es así, que retomando el concepto de barreras

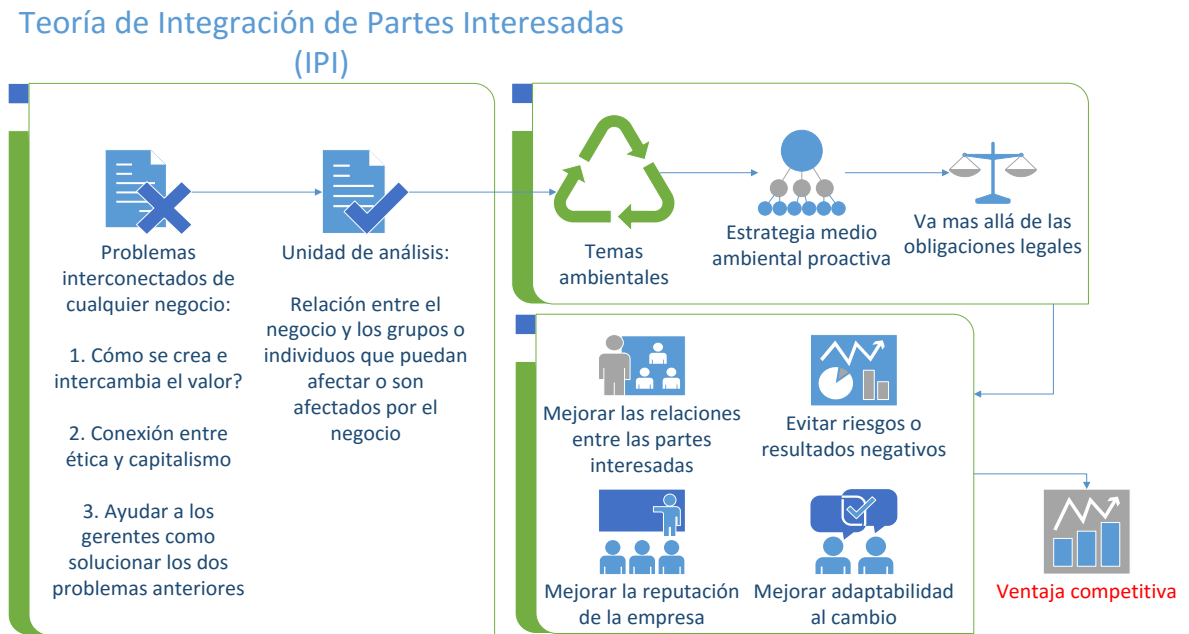
internas, se aclara que si la empresa es incapaz de resolverlas, la implementación de estrategias proactivas medioambientales no serán exitosas, donde el factor clave de implementar estas estrategias por parte de los gerentes y empleados de las empresas es desarrollar valores ambientales (Delgado-Ceballos et al., 2012).

El análisis de diversos estudios sobre el tema de estrategias proactivas medioambientales describen la relación positiva que existe entre la integración de partes interesadas y el desarrollo de este tipo de estrategias, donde se muestra que al implementar estas estrategias las empresas crean y cultivan una relación de confianza entre diversas partes interesadas del negocio y su producto (Delgado-Ceballos et al., 2012, p. 283) lo cual puede ser considerado como una ventaja competitiva.

La integración de partes interesadas según estudios realizados también permite asegurar que los directivos de las industrias generen conciencia y preocupación por los temas medioambientales, lo cual también está soportado por estudios que demuestran que la correlación existente entre decisiones gerenciales respecto a temas de sostenibilidad está dada en un 20% por la influencia de las partes interesadas (Rodríguez-Melo & Mansouri, 2011, p. 548). Además, según un estudio realizado en el sector de la industria de la construcción, se afirma que mantener una buena relación con las partes interesadas en el desarrollo de un proyecto mejora considerablemente la reputación de la empresa, lo cual tiene como consecuencia la generación de nuevos negocios mejorando la rentabilidad de la empresa (Rodríguez-Melo & Mansouri, 2011, p. 547).

La Figura 2-8, presentada a continuación, se representa la relación existente entre la integración de partes interesadas junto a una estrategia proactiva medioambiental, la cual permite obtener una ventaja competitiva al involucrar en las decisiones de gerencia los temas propuestos por las partes interesadas.

Figura 2-8: Integración de partes interesadas y su relación con estrategias proactivas medio ambientales y venta competitiva. Elaboración propia.



Según la revisión de literatura, la integración de las partes interesadas es muy importante para una empresa si quiere mantener sus ventajas en el tiempo y en el negocio de la construcción es relevante que las relaciones entre la industria y las partes interesadas se estrechan ya que en esta unión aceleraría la llegada de una sociedad sostenible (Rodríguez-Melo & Mansouri, 2011, p. 548).

2.3.3 Capacidades y Capacidades dinámicas

En el marco de la VFBRN las capacidades dinámicas son consideradas las capacidades que le permiten a una firma reconfigurar los recursos para ganar ventajas frente a mercados cambiantes (Ferreira & Coelho, 2017; Hart & Dowell, 2011, p. 1473; Zhou, Zhou, Feng, & Jiang, 2017). Las capacidades dinámicas al ser un potencial que permiten extender la VFBRN se ha convertido en uno de los temas de mayor éxito y evolución histórica dentro de la gestión estratégica (Romero, 2016, p. 69). Dentro del campo de la administración estratégica, una de las preguntas más importantes para las empresas es saber cómo se adquieren y sostienen las ventajas competitivas (Teece et al., 1997). En la

literatura se plantea un desarrollo en torno al concepto de capacidades dinámicas, el cual evalúa y analiza las fuentes de creación y mantenimiento de riqueza.

Antes de exponer el concepto de capacidades dinámicas, se considera necesario explicar que se entiende por capacidad dentro de una empresa. La capacidad se desarrolla en el ámbito organizacional, la cual corresponde a una habilidad que posee la organización para poder desarrollar coordinadamente una serie de procesos, utilizando recursos para poder cumplir y alcanzar un resultado y objetivo particular (Helfat & Peteraf, 2003). Complementando el desarrollo anterior, el concepto de capacidades es entendido dentro de la literatura como el factor del manejo estratégico para adaptar, integrar y reconfigurar las destrezas internas y externas de una empresa buscando cumplir con los requerimientos que se presentan en un entorno que cambia constantemente (Ferreira & Coelho, 2017; Teece et al., 1997).

El concepto “dinámica”, es considerado dentro del marco de referencia de estas estrategias empresariales como la capacidad de renovar, reconstruir, integrar y reconfigurar recursos u otras capacidades de una empresa para lograr acoplarse al entorno de negocios cambiante y así satisfacer las necesidades del mercado, (Helfat & Peteraf, 2003; Teece et al., 1997). Así, las capacidades dinámicas son aquellas que permiten sostener un desempeño superior de las empresas en una economía abierta con innovación rápida, capacidades de manufactura e invenciones de fuentes globales que además permiten crear, lanzar y proteger recursos intangibles que soportan un desempeño superior del negocio (Teece, 2007).

En la revisión de literatura se encuentra relacionado el concepto de capacidades dinámicas con el cambio de los campos de investigación o de asesoramiento estratégico de una organización (Loasby, 2010), pero también pueden ser definidas como lo que usan los gerentes para integrar, construir y reconfigurar las competencias internas y externas que acoplan los ambientes que están en constante y rápido cambio (Eisenhardt & Martin, 2000; Teece, 2007; Teece et al., 1997).

Es importante entender que en el entorno de la economía global, los negocios ahora están en constante movimiento, abiertos a una competición global caracterizada por una

dispersión geográfica y organizacional, las empresas requieren capacidades dinámicas difíciles de replicar (Teece, 2007). Las capacidades dinámicas se pueden agrupar en tres categorías. 1. La primera categoría es la capacidad de identificar la creación de oportunidades e identificar amenazas, 2. La segunda categoría es la que mide las oportunidades, y 3. La tercera categoría es la que mantiene la competitividad a través de la combinación de protección y mejoramiento de los recursos tangibles e intangibles de una empresa (Teece, 2007).

Las áreas donde se considera relevante desarrollar capacidades dinámicas están suscritas a cuatro escenarios. El primero de ellos es en un ambiente de comercio internacional totalmente expuesto a oportunidades y amenazas asociadas con el rápido cambio tecnológico, la segunda es el cambio técnico que busca crear productos o servicios que cumplan las necesidades del cliente, el tercer escenario son los mercados globales bien desarrollados que permiten el intercambio de bienes y servicios y finalmente el escenario caracterizado por un pobre desarrollo del mercado en el cual se intercambie información tecnológica o de administración (Teece, 2007).

La innovación es necesaria más no suficiente para el éxito en ambientes competitivos globales, es por esto que se hace necesario como lo menciona A. J. Lafley, CEO of Proctor & Gamble: intentar transformar la innovación en una estrategia y procesos. Además, también se ha identificado que los fundamentos del éxito una empresa trasciende de ser productivos (Teece, 2007). Así, la eficacia de las capacidades organizacionales varían de acuerdo al dinamismo del mercado y el ambiente general del negocio afecta el proceso que permite el desarrollo de capacidades dinámicas (Ferreira & Coelho, 2017; Teece et al., 1997).

Como ya fue mencionado en el desarrollo de este capítulo, las estrategias medioambientales pueden convertirse en una capacidad dinámica que son dependientes de un proceso específico e identificable, como lo pueden llegar a ser la integración de partes interesadas, el continuo proceso de mejoramiento e innovación y un proceso de aprendizaje compartido de alto nivel (Aragón Correa & Sharma, 2003; Hart, 1995).

En la literatura se encuentran posiciones críticas frente al desarrollo de las capacidades dinámicas, argumentando que las capacidades de una empresa, todas poseen un

potencial de adaptarse al cambio sin necesidad de ser “dinámicas”, exponiendo que las capacidades poseen un ciclo de vida que contempla etapas como el crecimiento, la madurez y el declive, dando paso a un concepto de ciclo de vida de las capacidades (Helfat & Peteraf, 2003, p. 3). Siguiendo en la línea de los autores que desarrollan el ciclo de vida de las capacidades, las capacidades pueden ser catalogadas como operacionales o dinámicas, dejando abierta la posibilidad al reconocimiento de otras categorías que puedan servir para futuras líneas de investigación en el tema (Helfat & Peteraf, 2003).

En la VFBR que es la base de la VFBRN como ya se expuso en este documento, se da una explicación de la competitividad heterogénea basados en la premisa: Competidores cercanos poseen diferentes recursos y capacidades (Helfat & Peteraf, 2003, p. 1). Es importante el desarrollo del concepto de las capacidades dinámicas ya que desde la Visión de la Firma Basada en Recursos las ventajas competitivas se adquieren a lo largo de un periodo en el tiempo, y que para poder explicarlas se requiere incorporar la evolución de los recursos y las capacidades (Helfat & Peteraf, 2003).

Las capacidades dinámicas según la teoría son efectivas dependiendo de dos factores, en primer lugar de los elementos que lo constituyen y en segundo lugar de las maneras particulares en que están conectados esos elementos, donde es importante aclarar que la combinación de elementos puede llegar a ser más valiosa que la suma de los mismos (Loasby, 2010). Es así como la aproximación del modelo de esta investigación dentro de la innovación organizacional se puede relacionar con una capacidad organizacional que dispone elementos dentro de un sistema buscando ser apropiado para un propósito particular y que entonces puede ser usado para manejar el negocio (Loasby, 2010).

La relación que se da entre la aplicación del ACV y el VSM con ventajas competitivas se conecta con la idea dentro de la teoría del tema en cuanto se dice que la ventaja competitiva en los próximos años va a tener sus raíces en las capacidades que faciliten la actividad económica que sea ambientalmente sostenible (Hart & Dowell, 2011), de esta manera poder identificar dentro de la cadena de valor a través del VSM cuáles son los procesos que son sujetos de mejora ambiental midiéndolos a partir del ACV, se convierte en un modelo que permitiría acoplarse y ser sustentado como ventaja competitiva dentro de una empresa. La relación que se tiene en la teoría entre capacidades dinámicas y

ventajas competitivas está dada en la implementación de estrategias ambientales proactivas, las cuales pueden influir positivamente en las ventajas competitivas de una empresa (Romero, 2016, p. 73).

A partir del desarrollo teórico expuesto en esta sección a continuación se presenta una figura donde se hace un resumen gráfico de las relaciones existentes entre los conceptos desarrollados en torno a capacidades, capacidades dinámicas y ventajas competitivas (ver Figura 2-9).

Figura 2-9: Capacidades y capacidades dinámicas, y su relación con ventajas competitivas. Elaboración propia.



La aplicación de las herramientas ACV y VSM para poder ser medidas y entrar en un ciclo de mejora continua que permita complementar el modelo planteado deben ser introducidas dentro de la empresa constructora dentro del esquema de las normas de gestión de calidad ISO 9001 e ISO 14001, en las cuales por parte del ACV es un estándar con las normas ISO 14040 e ISO 14044, y el VSM puede ser incluido dentro de la ISO 9001 como un proceso sujeto de mejora continua a partir de la revisión de su implementación en la empresa, ver sección 2.7.

2.4 Análisis de Ciclo de Vida (ACV)

El Análisis de Ciclo de Vida es una metodología para la evaluación de la sostenibilidad de un producto basado en sus impactos ambientales los cuales son considerados a través de todo el ciclo de vida del producto, es decir: “desde la adquisición de materia prima, pasando por la producción, uso, tratamiento final, reciclado, hasta su disposición final” (ISO, 2006). Además el ACV tiene un potencial tanto en el corto como en el largo plazo, ya que esta herramienta permite una mejora desde lo ambiental en los procesos propios de diseño y desarrollo de nuevos productos, complementándose con la generación de dinámicas positivas de integración ambiental en el tiempo (Millet, Bistagnino, Lanzavecchia, Camous, & Poldma, 2007). Así, el ACV permite que un producto alcance bajos costos de vida ambientales si los diseñadores adquieren un pensamiento de ciclo de vida: 1) al minimizar el uso de materiales no renovables obtenidos de la corteza terrestre, 2) al prohibir el uso de materiales tóxicos, 3) empleando recursos renovables de conformidad con su porcentaje de reposición (Hart, 1995).

El Análisis de Ciclo de Vida está definido en la norma ISO 14040 (ISO, 2006), la cual define el ACV como una técnica para medir los impactos potenciales hacia el medio ambiente asociados con un producto compilando un inventario de las entradas y salidas relevantes del mismo, evaluando los impactos medioambientales e interpretando los resultados del análisis de inventario, lo que lo convierte en una herramienta para tomar decisiones y que debería ser parte del proceso de diseño (Khasreen et al., 2009).

Estudios realizados en empresas europeas comenzando este siglo mostraron que existen grandes diferencias entre los países que aplican el ACV como consecuencia del grado de sensibilización ambiental que posea cada país, otra conclusión de dichos estudios es que el pensamiento enfocado en el ciclo de vida de los productos es de gran interés para los países desarrollados aun cuando las empresas en esa época no usaban de manera rutinaria el ACV en el diseño de sus productos, y finalmente los estudios concluían que el ACV es una herramienta que otorga beneficios en el largo plazo donde los empresarios que hicieron parte del estudio se mostraron optimistas con respecto al futuro de la aplicación del análisis de ciclo de vida en el futuro (Chacón Vargas, 2008).

Los problemas que ha encontrado el ACV en América Latina es que dichos estudios requieren de personal experto, datos, tiempo y dinero, además en esta región los países poseen prioridades y preocupaciones enfocados en temas de educación, salud y seguridad, que junto con leyes y regulaciones poco innovadoras, no permiten un escenario para la promoción y adopción del ACV en la industria (Chacón Vargas, 2008). En concordancia con la implementación de políticas públicas para el caso colombiano ya se presentó en este documento una estrategia de gobierno que podría ser la solución para la financiación de este tipo de proyectos en el país con la participación del sector privado, ver sección 2.1.

La metodología de Análisis de Ciclo de Vida se compone de cuatro fases: 1. La definición del objetivo y el alcance, 2. El análisis del inventario, 3. La evaluación del impacto, y 4. La interpretación. Es importante identificar dentro de dicho procedimiento una unidad funcional que permita referir los datos obtenidos de entradas y salidas, de materia y energía, al objeto de estudio. Actualmente el Análisis de Ciclo de Vida es un método de medida que permite evaluar los impactos ambientales de la industria de la construcción, permitiendo a los diseñadores y los que toman las decisiones tener datos analíticos para realizar una evaluación ambiental (Abd Rashid & Yusoff, 2015). El análisis de ciclo de vida permite además incorporar al diseño de un producto el pensamiento sobre las consecuencias ambientales (Chacón Vargas, 2008).

Contextualizando el ACV dentro de la industria de la construcción, en los últimos 10 años investigaciones realizadas en torno a este análisis han venido incrementando y abordando temas como la manufactura de materiales de construcción y los procesos mismos de la construcción (Abd Rashid & Yusoff, 2015). A continuación se presenta una representación gráfica del modelo de trabajo del Análisis de Ciclo de Vida dentro de la industria de la construcción.

Figura 2-10: Adaptación metodología del Análisis de Ciclo de Vida en la construcción (Abd Rashid & Yusoff, 2015).



A continuación se presenta una descripción más detallada de los pasos mostrados en la figura anterior y que son en conjunto la metodología de Análisis de Ciclo de Vida (ACV):

- **Primer paso, Definición de objetivos:**

El primer paso en el Análisis de Ciclo de Vida es determinar los objetivos y el alcance del estudio, identificando los límites del sistema y la unidad funcional a evaluar. La unidad funcional es crítica ya que a ella se refieren las entradas y salidas del sistema planteado. Existen intentos de estandarizar una unidad funcional para las construcciones de vivienda, pero todavía no se poseen resultados definitivos al respecto, sin embargo dentro de la literatura y estudios se encontró que la unidad funcional más usada suele ser la de 1 m² habitable durante cierto periodo de vida útil (Khasreen et al., 2009).

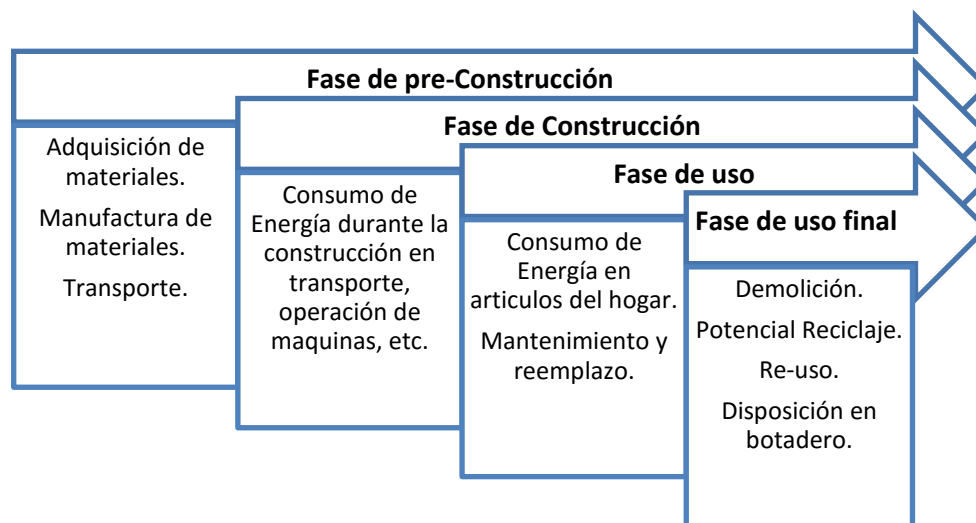
- **Segundo paso, Análisis de inventario:**

El segundo paso es el análisis de inventario, el cual consiste en la recolección de datos y cálculos como factores clave y base del estudio. Este paso puede llevar a modificar los límites del sistema e incluso los objetivos del estudio si se encuentran limitaciones y restricciones en la obtención de datos para el inventario. La escogencia de los datos es una tarea crítica relacionada con la calidad del trabajo, ya que es muy importante asegurar que la fuente de los mismos permita asegurar unos buenos resultados después de realizado su análisis (Khasreen et al., 2009).

Este paso es el que requiere más tiempo e intensidad en el caso de la construcción de vivienda, entendiéndose que las mismas son un producto complejo del cual se tienen que identificar las entradas y salidas de energía utilizadas en el ciclo de vida de la edificación (Khasreen et al., 2009).

Los pasos claves a desarrollar en el análisis de inventario son: 1. Desarrollar un diagrama de flujo del proceso a ser evaluado, después 2. Realizar un plan de recolección de datos, luego 3. Se recolectan los datos en campo, y finalmente 4. Se evalúan y reportan los resultados. De manera generalizada muchos estudios dividen el análisis de inventario en tres fases: la primera es la fase de pre-construcción donde se involucra los procesos de extracción de materias y producción de los mismos, la segunda fase es la de uso durante el periodo de vida útil propuesto para el análisis, y la tercera es la fase de demolición. Cada una de estas fases pueden ser divididas en sub fases dependiendo del alcance propuesto en el estudio (Khasreen et al., 2009). Sin embargo, en el siguiente esquema se presenta el ciclo de vida de una construcción incluyendo la fase de uso final, ver Figura 2-11.

Figura 2-11: Adaptación Ciclo de Vida de una construcción en la metodología ACV (Abd Rashid & Yusoff, 2015; Khasreen et al., 2009).



El análisis de inventario es un paso dentro del Análisis de Ciclo de Vida que generalmente usa bases de datos donde se puedan consultar los datos requeridos para el análisis, es importante aclarar en el ACV la disponibilidad y exactitud de la información contenida en dichas bases de datos dentro de los objetivos y el alcance propuesto. Actualmente, existen bases de datos que pueden ser ajustadas a las siguientes cuatro categorías: bases de datos públicas, académicas, comerciales e industriales (Kotaji, Schuurmans, & Edwards, 2003). Lo más importante y destacado de estas cuatro categorías es que los datos difieren unos de otros, lo que se debe a la definición de los límites del sistema, suposiciones del suministro de energía, suposiciones de la fuente de energía, las especificaciones del producto, diferencias en la manufactura, y complicaciones en la actividad económica (Kotaji et al., 2003).

Generalmente, es tenido en cuenta dentro del análisis de inventario del ACV: la energía consumida de los materiales usados en la construcción, el transporte de dichos materiales, y la energía usada en la fase de uso durante el periodo de vida útil establecida en la unidad funcional. Lo que habitualmente no se incluye dentro del análisis de inventario es el transporte de los equipos hacia la obra y los desperdicios generados durante la construcción (Khasreen et al., 2009), pero que con la aproximación del modelo propuesto en esta investigación podría ser incluido a partir de la integración del ACV con el VSM.

La calidad del ACV está directamente relacionada con la calidad de los datos del análisis de inventario, su concordancia y su grado de acierto con respecto a los objetivos del estudio. Existen cinco indicadores que permiten determinar la calidad de los datos usados en el análisis de inventario y son explicados a continuación:

Tabla 2-1: Proposiciones sobre las que se desarrolla el estudio de caso.

Indicadores de calidad de los datos del Análisis de Inventario del ACV	Descripción del indicador
Confiabilidad	Este indicador está relacionado con si los datos han sido verificados o no a través de mediciones, o simplemente son suposiciones y estimaciones realizadas por personal no calificado o expertos.
Grado de totalidad	Se considera que los datos poseen una buena calidad si los mismos son representativos de una muestra suficiente y adecuada en un periodo de evaluación normal, y por el contrario se considera que los datos son poco confiables si son tomados de una muestra muy pequeña en períodos de tiempo cortos.
Correlación temporal	Si la diferencia existente entre los datos es de menos de tres años se considera que la calidad de los mismos es excelente; a medida que van aumentando los años, si la diferencia de los mismos es de más de 15 años, la calidad de los datos puede ser catalogada como poco confiable.
Correlación geográfica	Este indicador evalúa la calidad de los datos al tener en cuenta si los mismos provienen de la misma ubicación de donde se está llevando a cabo el estudio, buscando evitar que los datos provengan de de lugares con condiciones muy diferentes a las de la región del estudio.
Correlación tecnológica	Lo ideal es que los datos provengan de empresas procesos y materiales similares a los que hacen parte del estudio realizado, buscando evitar que los datos estén relacionados con procesos y materiales de diferentes tecnologías.

- **Tercer paso, Evaluación del impacto:**

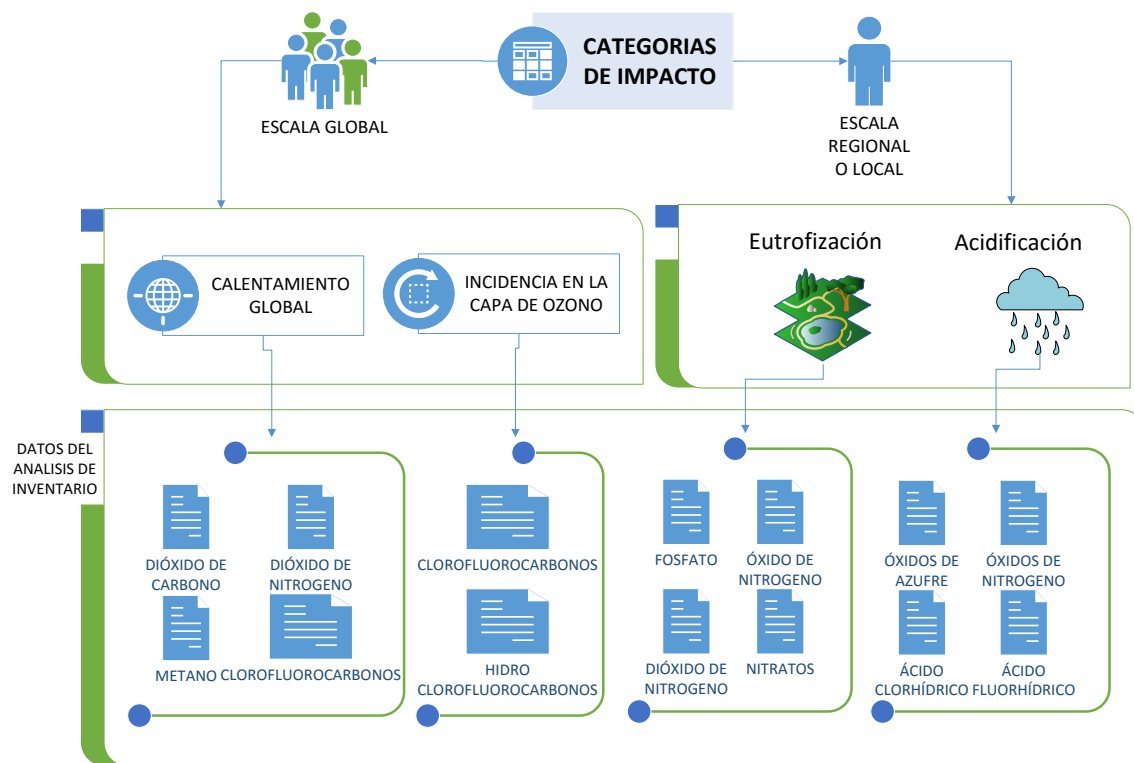
El estándar internacional que define cómo evaluar el impacto en el ciclo de vida es la norma ISO 14042, la cual define que el objetivo de esta evaluación es examinar el sistema de producto desde un punto de vista ambiental usando categorías de impacto e indicadores, dando información para la fase de interpretación del Análisis de Ciclo de Vida (Khasreen et al., 2009).

La evaluación del impacto posee una estructura de múltiples pasos y procesos, la cual comienza al seleccionar y definir las categorías de impacto que son relevantes para evaluar la construcción como lo es el calentamiento global, acidificación, toxicidad (Ortiz, Castells,

& Sonnemann, 2009). El segundo paso de la evaluación del impacto es llevar a cabo la clasificación que consiste en asignar los resultados del análisis de inventario a las categorías de impacto, como por ejemplo asignar los kilogramos de CO₂ emitidos como una causa de la categoría de impacto de calentamiento global, siendo importante tener en cuenta que las categorías de impacto podrían ser agrupadas de acuerdo a su efecto a nivel global, regional o local, y como ejemplo de ello se tiene que el calentamiento global tiene un efecto global mientras que la eutrofización tiene un efecto local (Khasreen et al., 2009).

Las categorías de impacto usadas dentro del Análisis de Ciclo de Vida específico son definidas de acuerdo a los objetivos del estudio, la disponibilidad de datos y la significancia de los impactos evaluada por el investigador, siendo el calentamiento global, acidificación, eutrofización e incidencia en la capa de ozono, las categorías de impacto más aplicadas dentro de la literatura de análisis de ciclo de vida para el sector de la construcción (Khasreen et al., 2009), ver Figura 2-12.

Figura 2-12: Categorías de impacto usadas comúnmente en el sector de la construcción (Khasreen et al., 2009). Adaptado por el Autor.



- **Cuarto paso, Interpretación:**

La fase final de un Análisis de Ciclo de Vida es la interpretación, cuyo propósito es analizar los resultados y plantear las conclusiones del análisis realizado, explicando las limitaciones y dando recomendaciones relacionadas con el estudio hecho y con base en los resultados del análisis de inventario. La interpretación del ciclo de vida debe proveer unos resultados entendibles, completos y consistentes alineados con el objetivo y alcance propuesto en el estudio (ISO, 2006).

2.4.1 Análisis de Ciclo de Vida para el sector de la construcción

El Análisis de Ciclo de Vida para el sector de la construcción ha sido ampliamente usado desde el año 1990, y se ha convertido en una herramienta importante para evaluar las construcciones, pero cabe anotar que su implementación en este sector es en menor grado que en otras industrias (Khasreen et al., 2009, p. 677). El menor grado de desarrollo expuesto anteriormente se debe entre otros factores a que el sector de la construcción es único en comparación con otras industrias debido a lo complejo de sus productos.

Para explicar porque la industria de la construcción posee más dificultades para la implementación del ACV se tienen argumentos como por ejemplo que los edificios poseen vidas útiles en promedio de 50 años lo que lleva a dificultar la predicción del análisis de ciclo de vida desde la extracción de materiales hasta la disposición final. Además, otro inconveniente presentado para la aplicación de esta herramienta es que a través de la vida útil de la construcción la misma puede sufrir cambios significativos que modifican el producto original. Otra dificultad presentada en la teoría y literatura respecto al tema es que los impactos medioambientales de una construcción ocurren principalmente en su etapa de uso lo cual no corresponde en sí con la etapa de construcción, además el sector de la construcción es una industria en la que intervienen muchos factores que dificultan hacer la trazabilidad de la cadena para el análisis de ciclo de vida (Khasreen et al., 2009).

El Análisis de Ciclo de Vida en el sector de la construcción se puede llevar a cabo de dos maneras, la primera de ellas es realizar el ACV para los materiales de construcción y la combinación de componentes y es conocida como *Building Materials and Component Combinations* (BMCC), y la segunda manera de llevar a cabo el estudio es tener en cuenta todo el proceso de construcción conocido como *Whole Process of Construction* (WPC) (Khasreen et al., 2009).

Según una investigación acerca del tema de Análisis de Ciclo de Vida en la construcción se encontró que 2/3 de los estudios realizados se enfocan en los materiales de construcción y la combinación de componentes (BMCC), mientras que un tercio de los estudios realiza el ACV para todo el proceso de construcción (WPC) (Khasreen et al., 2009). A continuación se describen las dos maneras de usar el ACV en el sector de la construcción:

- ***Building Materials and Component Combinations (BMCC):***

En la literatura se encuentran estudios acerca de los impactos medioambientales producidos por la industria de la construcción y se presentan los posibles beneficios que se pueden lograr dentro del sector, por ejemplo se afirma que en el contexto de la India el total de la energía usada para la producción de ladrillos usados en la construcción puede ser reducida en un 50% si la energía es usada eficientemente (Venkatarama Reddy & Jagadish, 2003), otros estudios en Italia muestran que los pisos producidos en mármol son ambientalmente más amigables que la cerámica (Nicoletti, Notarnicola, & Tassielli, 2002) y este tipo de afirmaciones pueden ser el resultado de un ACV.

En paralelo estudios que siguen la metodología BMCC han comparado la emisión de CO₂ de procesos constructivos de edificios construidos en madera o concreto, arrojando resultados de consumo de energía de 60 a 80% más altos en la opción de concreto que en la de madera dentro de la fase de producción de materiales (Börjesson & Gustavsson, 2000). Existen también estudios que comparan a partir de esta forma de ACV la construcción de la estructura de un edificio en acero versus en concreto evidenciando que el consumo de energía y las emisiones alcanzadas por la opción de concreto es menor que el de acero (Xing, Xu, & Jun, 2008).

Estudios más completos dentro de la línea de BMCC, que tienen en cuenta los materiales más representativos de una construcción como lo son la madera, concreto, vidrio, aluminio, cerámica, láminas de yeso y mortero dentro del mismo estudio concluyen que en una construcción que tenga estos materiales según las condiciones de ese estudio el 61% de la energía usada en el ciclo de vida está relacionado con el concreto, seguido de la cerámica con un 15% y la madera con un 14 % del consumo total de energía, por otro lado, se expone que el concreto es el responsable del 99% de las emisiones de CO₂, que es debido a la producción del Clinker del cemento (Asif, Muneer, & Kelley, 2007). En la actualidad los materiales reciclados son de gran interés en la industria, por lo que se han realizado estudios que permiten concluir que la utilización de materiales reciclados en una construcción de edificios es buena para el medio ambiente ya que reduce el impacto medio ambiental hasta en un 70% (Erlandsson & Levin, 2005).

Desarrollar ACV por medio de la línea dentro de la construcción BMCC según la revisión de literatura es considerado como un proceso de gran dificultad si se quieren comparar materiales para decidir entre los mismos (Khasreen et al., 2009), ya que los métodos de cálculo deben ser homogéneos y comparables para tomar una decisión acertada, esto implica que los datos del análisis de inventario deben ser tomados bajo los mismos parámetros que permitan realizar un análisis y evaluación de impacto y así comparar los materiales.

Esta línea de desarrollo dentro del ACV en la construcción permite entender que los estudios deberían en lo posible incluir todos los materiales y sus procesos, ya que algunos materiales de construcción usados en pocas proporciones si generan grandes impactos negativos en el ámbito ambiental, por ejemplo se tiene un estudio sueco en el cual se concluye que aunque los plásticos usados en la construcción de un edificio solo representan en peso un 2%, el consumo de energía en la fase de producción alcanza a ser el 23% del total del edificio (Khasreen et al., 2009, p. 692).

- ***Whole Process of Construction (WPC):***

La otra línea que se tiene para desarrollar ACV dentro de la construcción no tiene que ver con los materiales empleados en la construcción ni la comparación que pueda existir entre

los mismos sino que tiene en cuenta los procesos de construcción como un todo, esta forma de desarrollar ACV se conoce en la literatura como WPC.

Estudios realizados de esta manera permiten mostrar las diferencias por ejemplo que existen entre la energía que se puede llegar a consumir en las distintas fases de una construcción. En la revisión de literatura se encuentra que en la construcción de un edificio con estructura de concreto, entre el 70 y el 90% de los impactos negativos en términos medioambientales ocurren en la fase de uso (Adalberth, 1997). En Europa, a partir del proyecto *evaluation of environmental quality of buildings* (EQUER Project por sus siglas en inglés), usando como unidad funcional 1 m² de espacio habitable, se tienen resultados de diferentes fases de proyectos de construcción basados principalmente en los materiales usados, los tipos de calefacción usada y el transporte de materiales, del cual se concluyó que los edificios con mayor impacto medioambiental son aquellos de grandes áreas enfatizando la importancia de escoger y seleccionar muy bien los materiales durante la etapa de construcción (Peuportier, 2001). Esto es evidencia de que el ACV permitiría a través de la VFBRN y su tutelaje del producto buscar los materiales que menos impactos medioambientales generen según las categorías de impacto usadas, lo cual podría constituirse como una ventaja competitiva que diferencie a la empresa de las demás.

Según la revisión de literatura se menciona que los estudios de ACV dentro de la construcción solo se concentran en un material o proceso sin tener en cuenta su significado relativo en la construcción completa (Cole & Kernan, 1996). Dentro del mismo estudio dentro de la línea WPC se logró concluir que de las fases: la inicial (extracción de materiales, producción y construcción), la de mantenimiento, la de operación (vida útil de la vivienda) y la de demolición, la fase que más energía consume es la etapa de operación o de uso de la vivienda (Cole & Kernan, 1996).

Este tipo de estudios de ACV permiten como se encontró en la revisión de literatura realizar comparaciones entre ubicaciones geográficas, por ejemplo comparando edificios de oficinas localizados en Europa o en Estados Unidos, donde se concluye, usando la misma unidad funcional evaluado en un periodo de 50 años y teniendo en cuenta 42 materiales usados en la construcción, que las emisiones de cada una de las fases para ambos casos son muy similares, pero la diferencia se presenta en el edificio europeo que consume en

su fase de operación un tercio menos de energía y emite la mitad de CO₂ (Junnila, Horvath, & Guggemos, 2006).

De una manera más completa que el BMCC, el WPC permite realizar comparaciones de materiales pero teniendo en cuenta todos los procesos involucrados en el ciclo de vida de la construcción, según la revisión realizada en la literatura se encuentran estudios comparativos entre construcciones de concreto y acero que concluyen que el consumo de energía del material de construcción por área construida del acero es el 24.9% del consumo del concreto, pero si se tiene en cuenta todo el ciclo de vida se concluye también que durante la fase de operación el consumo de energía del edificio de concreto es menor que el de acero, y que a nivel global de todas las fases del ciclo de vida de la edificación, el consumo de energía del edificio de acero es el 75.1% del edificio de concreto (Xing et al., 2008).

A partir de lo expuesto en esta sección se puede evidenciar que existen desarrollos del ACV en la industria de la construcción y que según la revisión de literatura realizada también se evidencia un desarrollo inferior de esta herramienta frente a otras industrias, pero también se destaca que el ACV dentro de la industria de la construcción se ha convertido en una herramienta de decisión (Khasreen et al., 2009, p. 695). Además, existe la necesidad a nivel local según las recomendaciones de crear una base de datos que permita realizar análisis de inventarios y evaluaciones de impacto comparables a nivel local e internacional, buscando entonces un estándar aceptado a nivel global.

2.4.2 Herramientas para calcular el Análisis de Ciclo de Vida (ACV)

Existen varias herramientas que permiten realizar la evaluación del impacto ambiental y están clasificadas en tres niveles que además son usadas según el alcance y ubicación geográfica que tenga el proyecto a evaluar (ORTIZ R., 2009).

- **Primer nivel:** Las herramientas que son usadas para la comparación de productos hacen parte de este nivel. Las herramientas más comerciales son Gabi (Alemania), Simapro (Países Bajos) y Equipo (Francia).

- **Segundo nivel:** Son las herramientas que permiten realizar el análisis completo de todo el diseño del edificio o que se convierten en una herramienta de toma de decisiones. Las aplicaciones más conocidas son LISA (Australia), Ecoquantum (Países Bajos), Envest (Reino Unido), ATHENA (Canadá), BEES (Estados Unidos) y Tally (Estados Unidos) la cual permite además de analizar los impactos ambientales de todo el edificio, comparar dos o más opciones de diseño teniendo en cuenta los componentes y materiales, todo directamente desde los modelos de Revit Autodesk.
- **Tercer nivel:** Las aplicaciones dentro de este nivel son marcos y sistemas de evaluación de todo el edificio y son metodologías como el BREEM del Reino Unido, LEED de Estados Unidos, SEDA de Australia. Dentro de la industria colombiana la más implementada es la certificación LEED, pero como pudo ser expuesto existen más herramientas que permiten evaluar los impactos ambientales de una construcción.

2.5 Filosofía *Lean*

La filosofía *Lean* comenzó con las nuevas ideas de filosofía de producción en los años de 1950 en el Japón y su aplicación más representativa al principio fue en la empresa automotriz Toyota. La idea básica de este sistema de producción es eliminar los inventarios y otros desperdicios al realizar producciones en pequeños lotes reduciendo tiempos de ejecución, empleando máquinas semiautomáticas y empezando a establecer cooperación con los proveedores del sistema (Ohno, 1988).

La filosofía *Lean* simultáneamente en sus inicios se preocupó por solucionar problemas de calidad, los cuales fueron conceptualizados por consultores americanos como Deming, Juran y Feigenbaum, donde la filosofía de la calidad evolucionó de un método estadístico de aseguramiento a un acercamiento más amplio como lo son la implementación de círculos de calidad y otras herramientas para el desarrollo de la empresa (Koskela, 1992).

Los conceptos e ideas de esa nueva filosofía de producción fueron desarrollados y refinados por ingenieros industriales a lo largo de un proceso de prueba y error, pero que

solo empezó a ser difundido en el mundo occidental alrededor del año 1975, especialmente en la industria automotriz (Koskela, 1992). En los años de 1980 fueron publicados una serie de libros que tenían por objeto analizar y explicar esta filosofía de una manera más detallada.

En la filosofía *Lean*, determinar el valor y las pérdidas es considerado crítico en el desarrollo de esta filosofía, por lo que surgen conceptos que buscan maximizar el valor y al mismo tiempo eliminar las pérdidas en la cadena de valor del producto (Bae & Kim, 2007). Se ha identificado que se poseen diversas necesidades que llevan a implementar la filosofía *Lean* en una empresa, dentro de ellas se encuentra la supervivencia respecto a otros competidores que sí la implementen, lograr altos niveles de eficiencia, mejorar la competitividad, reducir los costos de construcción al mejorar la cantidad de desperdicios generados y mejorar los tiempos de ejecución de obra (Sertyesilisik, 2014a). A continuación se presenta una figura donde se exponen los conceptos más importantes que desarrolla la Filosofía *Lean*.

Figura 2-13: Filosofía *Lean* (Huovila & Koskela, 1998; Koskela, 1992). Adaptado por el Autor.



Un factor clave a evaluar dentro de esta metodología es el costo y duración, los cuales dependen de la eficiencia de las actividades que dan valor agregado y las que no aportan valor agregado (Koskela, 1992). Por otro lado, Dos conceptos claves de esta filosofía son

el desperdicio y el valor, los cuales son definidos por Koskela en el artículo seminal "*Application of the new production philosophy to construction*".

- **Desperdicio:** Inconvenientes como el número de defectos, re trabajo, número de errores de diseño y omisiones, cantidad de cambio de pedidos, costos de seguridad, consumo excesivo de material y porcentaje de tiempo de valor no agregado en un trabajo particular de obra.
- **Valor:** Resultado interno o externo del cliente tiene que ser evaluado de manera subjetiva.

Teniendo en cuenta lo anteriormente expuesto, según la revisión de literatura se puede resumir la implementación de la filosofía Lean en seis pasos que pueden llevar a la completa transformación de una empresa (Garvin, 2015):

- **El primer paso** tiene que ver con mantener separados los manejos Lean de las líneas de negocio, esto debido a que se debe buscar evitar conflicto de prioridades que puedan retrasar las iniciativas de la implementación de Lean.
- **El segundo paso** es estandarizar el cual es especialmente importante en la solución de problemas.
- **El tercer paso** es involucrar a todos los empleados que intervienen en el proceso asegurándose de que conozcan sus resultados (lo cual puede ser asociado con lo expuesto anteriormente definiendo el concepto de integración de partes interesadas).
- **El cuarto paso** es promover la replicación de proyectos a través de un repositorio de proyectos ya que esto deriva en la estandarización.
- **El quinto paso** es reconocer y premiar el éxito a través de un programa de reconocimiento corporativo lo cual es una gran manera de manejar la replicación de proyectos y mejorar el ánimo y entusiasmo de los empleados.
- **El sexto paso** es el benchmarking que permita el mejoramiento continuo con respecto a la propia empresa y también las empresas líderes en la implementación de esta filosofía.

Figura 2-14: Implementación de la Filosofía *Lean* dentro de una empresa (Garvin, 2015). Adaptado por el Autor.



2.5.1 Lean Construction

La industria de la construcción en comparación con la industria de la manufactura varía significativamente en los aspectos físicos y de producto, donde los productos de la manufactura suelen ser portables mientras que las construcciones están asociadas a grandes unidades que no pueden ser transportadas además de tres factores clave de la construcción como lo son la producción en sitio, proyectos únicos y finalmente complejos (Salem & Solomon, 2006, p. 168). Lo anteriormente descrito llevo a desarrollar una teoría basada en los principios *Lean* planteados por la Toyota pero aplicables al contexto de la industria de la construcción, teniendo en cuenta las particularidades ya mencionadas.

En el contexto actual las empresas de construcción requieren completar y entregar sus proyectos de manera rápida, pero con la salvedad de ser cada vez más complejos los

productos ofrecidos, por lo cual las empresas de construcción no pueden seguir funcionando de la misma manera que han venido trabajando. Según la revisión de literatura, se encuentra que la aplicación de la filosofía *Lean* dentro de la industria puede ser una base para generar ventajas competitivas y además mejorar los costos (Dineshkumar & Dhivyamenaga, 2016, p. 1).

El objetivo que tiene la filosofía *Lean Construction* es construir un proyecto que genere el mayor valor posible y reduzca al máximo las pérdidas, buscando la perfección, lo cual se puede alcanzar si los empleados son entrenados en los conceptos *Lean* para ejecutar los trabajos de manera efectiva, o si las comunicaciones son mejoradas entre los participantes de una actividad por realizar, todo esto debe estar enfocado hacia las necesidades de los clientes y que por otro lado logre estandarizar elementos de la construcción (Dineshkumar & Dhivyamenaga, 2016). Lo anterior puede complementarse en que el objetivo buscado por esta filosofía es eliminar pérdidas y establecer un flujo continuo (Baysan, Bülent, & Lu, 2015).

2.5.2 Value Stream Mapping (VSM)

El VSM es una técnica que inicialmente fue aplicada en la manufactura de sistemas de producción (Rother, Shook, Womack, & Dan, 2013) y que dentro de la industria de la construcción, se puede hacer una relación con un sistema de producción ya que es una cadena organizada de abastecimiento de materiales y equipos, además de otros profesionales que contribuyan en alguna etapa del proceso de construcción en su ciclo de vida completo (Horvath, 2004) donde el diseño del flujo y el valor es un principio básico de la filosofía *Lean* (Sacks & Koskela, 2010). Es por esto que la construcción debería ser entendida desde una visión que permita comprender e identificar todas las actividades desarrolladas en el ciclo de vida y así poder identificar en la cadena de valor cuales son los impactos medioambientales asociados a cada paso del proceso evaluado usando el ACV.

Primero que todo, es necesario entender que la construcción se puede ver y entender como un flujo de procesos, donde se pueden visualizar los desperdicios y valores de un proyecto (Koskela, 1992). Adoptar el flujo como una unidad de análisis en la construcción

lleva a grandes cambios conceptuales y de énfasis (Koskela, 1992), dando paso al *Value Stream Mapping* (VSM), una herramienta efectiva para analizar y mejorar el flujo de materiales e información dentro de una organización, también ayudando a identificar y mejorar oportunidades de eliminar residuos durante el proceso de manufactura (Vinodh et al., 2015).

Para complementar lo expuesto anteriormente se entiende que la filosofía *Lean* observa y analiza los proyectos en términos de un sistema que es el conjunto de varias cadenas de operaciones (Kestle, Potangaroa, & Storey, 2011, p. 142). Aunque la revisión de literatura sobre *Lean Construction*, evidencia la poca existencia de estudios en los cuales se aplique el VSM a la construcción (Abdulmalek & Rajgopal, 2007; Pasqualini & Zawislak, 2005; Rother et al., 2013).

Uno de los conceptos clave por desarrollar dentro de esta sección, es el valor, el cual es rastreado con la herramienta VSM. El valor es lo que el cliente necesita y solo lo que el cliente necesita, y que según investigaciones realizadas se demuestra que hasta un 95% de los procesos son actividades que no generan valor al cliente (Dineshkumar & Dhivyamenaga, 2016, p. 2).

Existen dos grupos de procesos en la construcción, el de diseño y el de construcción. El proceso de diseño es una etapa donde las necesidades y deseos son transformados en requerimientos, mientras que el proceso de construcción se divide entre los procesos relacionados con el material y los procesos de los equipos de trabajo (Koskela, 1992). El proceso propuesto para desarrollar la metodología del Value Stream Mapping dentro de la construcción es el siguiente, ver Figura 2-15. (Rother et al., 2013).

Figura 2-15: Proceso de Value Stream Mapping para el sector de la construcción. Adaptado de (Rother et al., 2013).



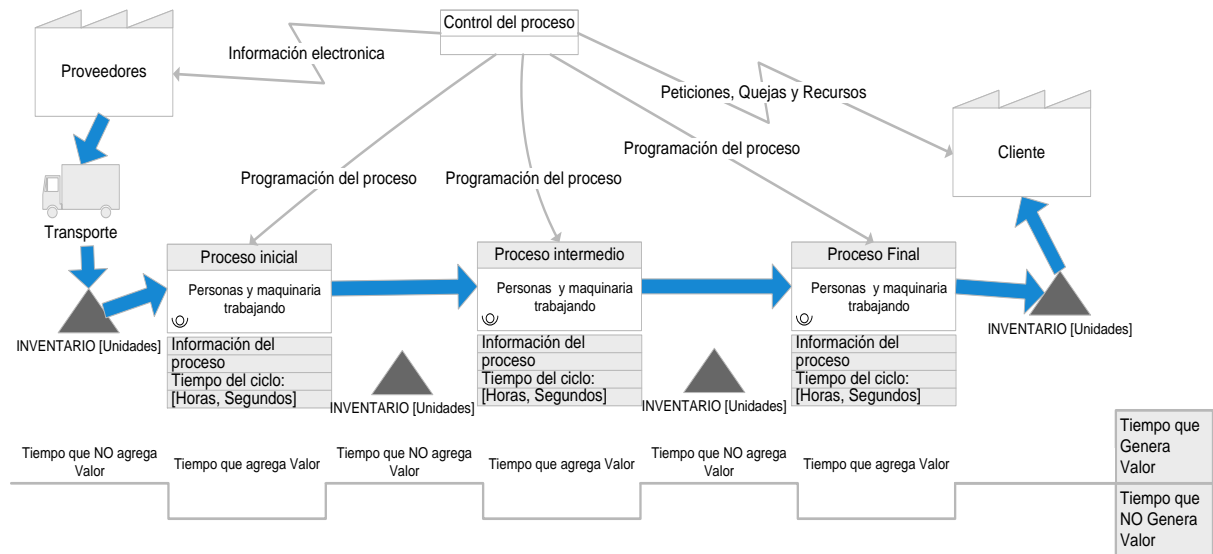
Varios estudios sugieren que esta metodología muestra la información y procesos de producción de una manera entendible para visualizar el flujo de valor y desperdicios durante un proyecto (Bae & Kim, 2007). Además, esta herramienta ha cumplido eficazmente la integración de la producción y metas sostenibles para la industria de manufactura (Rother et al., 2013).

Contextualizando el Value Stream Mapping en la construcción, se ha encontrado que una de las problemáticas a resolver al implementar esta metodología dentro de la construcción es definir la familia de producto a analizar (Pasqualini & Zawislak, 2005), lo cual puede llegar a ser los elementos de construcción, como lo es una columna, un muro, la cimentación, entre otros (Rother et al., 2013), pero que aun así se debe encontrar el valor del producto dentro del proyecto (Kestle et al., 2011, p. 142), es por esto que identificar y poder tener la cadena de valor de un producto es uno de los objetivos que busca esta filosofía.

A continuación se presenta un *Value Stream Mapping* general para un proceso, el cual como ha sido mencionado permite de manera gráfica observar los procesos que involucra

la producción de cualquier producto, identificando etapas del proceso que pueden ser sujetas de mejora y entender las interrelaciones de los procesos, ver Figura 2-16:

Figura 2-16: Esquema básico de un *Value Stream Mapping*. Elaboración propia.



Finalmente, es importante mencionar que a través de la información consultada en la literatura relacionada al tema, se tiene abierta una línea de investigación para replicar y generalizar la aplicación de esta metodología en la construcción (Rother et al., 2013), lo cual será parte del modelo presentado en el capítulo 5.

2.6 Relaciones conceptuales de *Green* y *Lean*

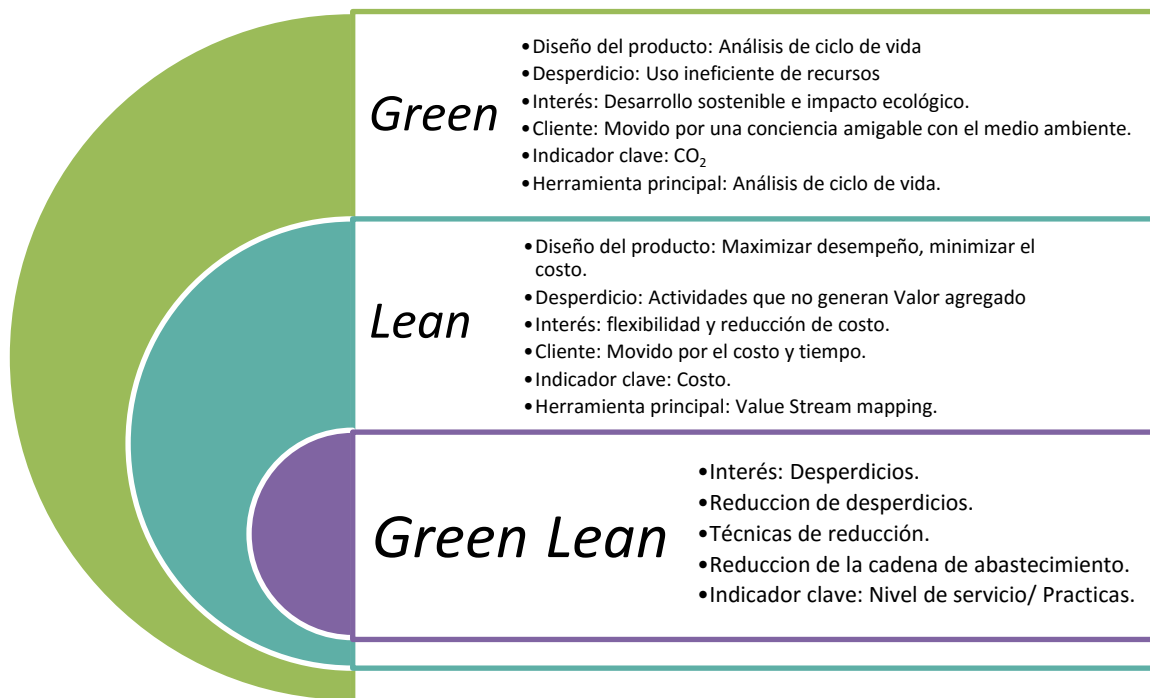
En la actualidad enmarcada dentro de la responsabilidad ambiental tiene sentido involucrar iniciativas *Green* con *Lean*, recordando que los principios *Lean* están encaminados hacia maximizar la productividad disminuyendo los desperdicios y costos, mientras que los principios *Green* se enfocan en la protección del medio ambiente (Dhingra et al., 2014, p. 2).

Investigaciones demuestran que las industrias que ya han implementado dentro de sus procesos el sistema *Lean* han percibido una progresión natural hacia tendencias *Green*, teniendo muy presente que las mejoras en costos de un producto no solo provienen de

prácticas *Lean*, sino también de implementar métodos de producción limpios (Dhingra et al., 2014). Además, existen investigaciones que han involucrado el uso de VSM para identificar y evaluar impactos ambientales en líneas de producción (Faulkner & Badurdeen, 2014).

En artículos académicos se ha reportado que el *Lean Construction* incrementa beneficios ambientales al reducir desperdicios previniendo la polución ambiental y maximizando el valor del cliente (Bae & Kim, 2007; Huovila & Koskela, 1998), sin dejar de considerar las mejoras en los rendimientos y ganancias de una empresa a nivel económico. De manera gráfica se adapta las relaciones entre los paradigmas de *Green* y *Lean* (Ng et al., 2015) y se presenta a continuación:

Figura 2-17: Adaptación relaciones entre los paradigmas de *Green* y *Lean* (Garza-Reyes, 2015; Ng et al., 2015). Adaptado por el Autor.



La filosofía *Lean Construction* se ha enfocado en lidiar con problemas y retos que surgen en el sitio de construcción, pero algunos investigadores que han tenido en cuenta el ciclo de vida total del proyecto argumentan que la filosofía *Lean* ofrece las bases conceptuales

y el *Lean Construction* brinda los métodos y herramientas con grandes posibilidades para desarrollar el concepto de sostenibilidad en la construcción (Bae & Kim, 2007).

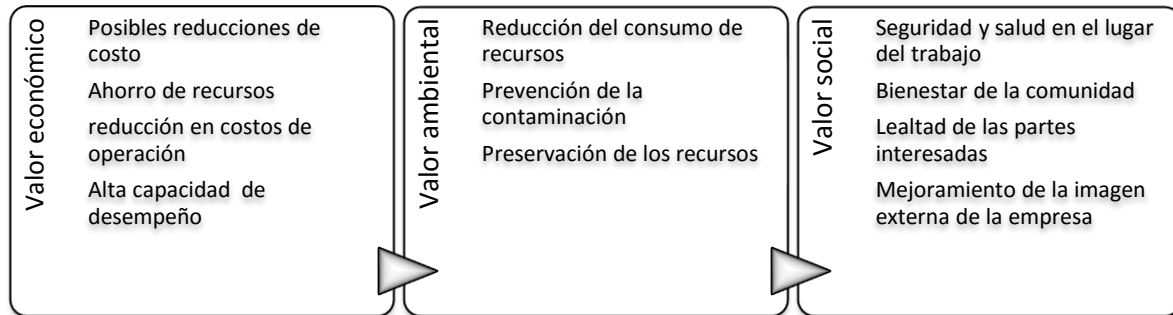
Tener una perspectiva del ciclo de vida permite identificar mejoras a través del proceso y durante las etapas del ciclo de vida (Vinodh et al., 2015). La integración del Análisis de Ciclo de Vida con el Value Stream Mapping permite enfocarse en mejoras ambientales específicas y determinar acciones al respecto (Vinodh et al., 2015). Es importante tener en cuenta que los objetivos principales del *Lean Construction* podrían contribuir a la sostenibilidad al minimizar el desperdicio de recursos y disminuir la polución, buscando alcanzar una excelencia en el negocio y el ambiente, aunque en la industria de la construcción existan pocas herramientas que implementen estas dos filosofías (Bae & Kim, 2007).

Investigaciones encontradas en la revisión de la literatura permitió observar que sólo se encontraron dos artículos publicados relacionados con el sector de la construcción (Banawi & Bilec, 2014; Sertyesilisik, 2014b), aplicando conceptos *Green Lean*. Además de lo expuesto anteriormente, investigaciones mencionan que integran los conceptos de sostenibilidad en la producción *Lean* corresponden a la búsqueda de un impacto mínimo de la construcción, una máxima eficiencia en los edificios en términos de uso de energía y materiales, reducción de desechos producidos en el proceso de construcción y finalmente brindar a los ocupantes de las edificaciones de un ambiente saludable y productivo (Bae & Kim, 2007).

La posible contribución que se puede dar usando la filosofía *Lean Construction* sobre la sostenibilidad, es el cambio que se da al entender la importancia del valor agregado dentro de la cadena de valor de un proceso, permitiendo reducir las pérdidas de material y consumo de una construcción o un proceso, lo que no comprometería la capacidad de los ecosistemas sino todo lo contrario. Continuando con los conceptos del párrafo anterior, los principios de la filosofía *Lean Construction* convergen hacia los conceptos de sostenibilidad al minimizar la eliminación de desechos que reduce la polución, y además genera y crea valor para el cliente, minimizando el uso de materiales y buscando la excelencia medioambiental y empresarial (Huovila & Koskela, 1998).

A continuación (ver Figura 2-18) se presenta la relación conceptual que existe entre los paradigmas *Lean* y *sostenibilidad*, expuestos por Ballard (Bae & Kim, 2007).

Figura 2-18: Adaptación relaciones conceptuales entre *Lean* y *sostenibilidad* (Bae & Kim, 2007). Adaptado por el Autor.



De esta manera, se puede observar que la investigación se abordó desde dos perspectivas. La primera de estas es la filosofía basada en el pensamiento *Lean* para maximizar el rendimiento y disminuir los costos de un producto (Ng et al., 2015), donde la herramienta VSM permite identificar la cadena de valor de los procesos constructivos. En paralelo, la filosofía *Green*, en cuanto a los recursos dentro del proceso constructivo y los impactos medioambientales asociados a la construcción, se ha desarrollado la idea de *sostenibilidad* en la construcción enfocándose en los impactos ecológicos y considerando los posibles costos para las futuras generaciones (Ng et al., 2015), convirtiéndose el ACV como una herramienta clave para identificar los impactos medioambientales.

2.6.1 *Green Lean* y la competitividad

El primer paso para entender que ser *Green* puede ser competitivo es interrelacionar la polución con ineficiencia. Lo anterior se da cuando los desechos y diversas formas de energía son desechadas al ambiente como polución, indicando que dichos recursos no fueron completamente utilizados o fueron usados de manera ineficaz (Porter & Van der Linde, 1995, p. 122). Corporaciones que han sido proactivas en estrategias medioambientales, y que van más allá de las regulaciones, han sido asociadas con un desempeño financiero mejorado (Aragón Correa & Sharma, 2003).

Por otro lado, si se quiere justificar la premisa mencionada en el párrafo anterior, también se puede tener en consideración que la polución es igual a la ineficiencia, al ser ambos conceptos los opuestos de *Green* y competitividad, se puede proceder a realizar un fortalecimiento al enfoque de que ser *Green* puede ser competitivo. Lo que en primer lugar se tiene es que la polución es una forma de desecho económico, además, las empresas usualmente para dar manejo a la ineficiencia que produce polución, deben desarrollar actividades adicionales que acarrean costos pero no crean valor al producto (Porter & Van der Linde, 1995, p. 122).

La literatura argumenta que existe una relación positiva entre estrategias medioambientales y el desempeño organizacional, que son resultado de capacidades complejas. Dentro de dichas capacidades se encuentran *Total Quality Management* (TQM), capacidades socialmente complejas de funciones y manejo cruzado de las partes interesadas y la visión de capacidades raras (Aragón Correa & Sharma, 2003; Hart, 1995).

Por otro lado, la construcción sostenible puede traer consigo diversos beneficios como lo es la reducción de hasta un 9% en los costos de operación, un incremento mayor al 6% del retorno de la inversión y un aumento del 3% en el precio de renta, todo esto debido a la actual preferencia del mercado por productos amigables con el medio ambiente (Acevedo Agudelo et al., 2012).

Ahora bien, de acuerdo a la revisión de literatura la implementación de *Lean Construction* está asociado a diversos beneficios de nivel sostenible, los cuales son respaldados por estudios que permiten afirmar que la aplicación de esta filosofía mejora la imagen corporativa y genera ventajas competitivas, además de mejorar el flujo de los procesos y productividad obteniendo una mejor calidad del producto ofrecido, destacándose que el VSM es una de las herramientas clave en asegurar los beneficios antes descritos (Ogunbiyi et al., 2014).

Complementando el desarrollo del párrafo anterior se encuentra que existen estudios que demuestran que la aplicación de la filosofía *Lean* sirven como base para la innovación de una organización, dado que esta filosofía se integra en los empleados y empodera a los mismos a eliminar el “Muda”, lo cual es una expresión japonesa que significa pérdidas, lo

cual requiere de un esfuerzo de equipo para eliminarlo soportado a partir de la innovación (Aoun & Hasnan, 2013, p. 239). Dentro de la revisión de la literatura se encuentra que procesos de cambio dentro del ambiente organizacional los cuales tengan como propósito motivar a la exploración de alternativas de las rutinas y tecnologías empleadas llevan a un proceso de aprendizaje de alto nivel, donde este último involucra el desarrollo de diferentes interpretaciones de información nueva y existente como resultado de la creación de nuevas formas de entendimiento de los sucesos y eventos (Sharma & Vredenburg, 1998).

Dicho aprendizaje de alto nivel asociado con la búsqueda de implementación de estrategias medioambientales como la propuesta en este documento, llevan a realizar cambios experimentales de las actividades de una organización junto con sus rutinas y objetivos. De esta manera estos cambios promueven las oportunidades de una empresa para ser innovadora, y no solo en términos de invenciones tecnológicas sino también en aspectos como el propuesto en este documento, del tipo de innovación interna en los sistemas y manejo de las actividades (Sharma & Vredenburg, 1998, p. 741).

2.7 Sistemas de Gestión Ambiental y de la Calidad como soporte del modelo

Los sistemas de gestión ambiental y de calidad son promovidos por la ISO (Organización Internacional de Normalización por sus siglas en ingles), la cual brinda marcos de referencia para la adopción de sistemas que permitan ayudar a mejorar el desempeño global y proporcionar una base sólida para implementar iniciativas de desarrollo sostenible, que están descritos en las normas ISO 9001 e ISO 14001 (ISO, 2015a, 2015b).

Los objetivos de estos sistemas de gestión, tienen que ver con los beneficios potenciales que puede obtener una organización al implementar un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) y que son la capacidad de proporcionar regularmente productos y servicios que satisfagan los requisitos del cliente dentro de un marco legal, facilitar el aumento de la satisfacción del cliente, abordar los riesgos y oportunidades asociadas a contextos y objetivos y finalmente permite demostrar la conformidad con requisitos del sistema de gestión de la calidad (ISO, 2015b, p. vii).

Por otro lado, el Sistema de Gestión Ambiental (SGA) tiene como propósito proporcionar como ya fue mencionado en la justificación, un marco de referencia para proteger el medio ambiente además de responder a las condiciones cambiantes de la economía. Este sistema puede contribuir al desarrollo sostenible de una empresa a partir de la protección del medio ambiente mediante la prevención o mitigación de impactos ambientales adversos, también contribuye con el apoyo a la organización que se da al dar cumplimiento con los requisitos legales mejorando el desempeño ambiental, además logra el control en la forma de diseño, fabricación y distribución de un producto usando la perspectiva del ciclo de vida que fue desarrollado en detalle a partir del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) (ISO, 2015a, p. vii), soportado por la norma ISO 14040.

Los principios de la gestión de la calidad se basan en la norma ISO 9000 y son el enfoque al cliente, el liderazgo, el compromiso con las personas, el enfoque a procesos, la mejora, la toma de decisiones basada en la evidencia y la gestión de las relaciones (ISO, 2015b). El éxito de un Sistema de Gestión Ambiental (SGA), según la normativa, depende del compromiso de todas las funciones y niveles de la organización bajo el liderazgo de la alta dirección, donde las organizaciones pueden aumentar los impactos ambientales beneficiosos que repercuten en la estrategia y competitividad de la misma. La alta dirección posee un papel muy importante al abordar los riesgos y oportunidades, que representa los impactos ambientales adversos que posee la industria donde está inmerso, a través de la integración de la gestión ambiental a los procesos del negocio, dirección estratégica y toma de decisiones incorporando la gobernanza ambiental al sistema de gestión global (ISO, 2015a).

Dentro del SGA se espera que la empresa comprenda las necesidades y expectativas de las partes interesadas externas e internas, teniendo claro que los requisitos de las partes interesadas no son necesariamente los requisitos de la organización. Además, el SGA gira en torno a tres compromisos básicos que hacen parte de los principios establecidos como compromisos en los cuales la alta gerencia establece las intenciones de apoyar y mejorar su desempeño ambiental, conocido como política ambiental. Los compromisos son proteger el medio ambiente, cumplir con los requisitos legales y otros requisitos de la organización y mejorar continuamente el sistema de gestión ambiental para mejorar el desempeño ambiental (ISO, 2015a).

El compromiso ambiental que se busca a partir del SGA va más allá de prevenir los impactos ambientales adversos mediante la prevención de la contaminación, sino debe ir encaminado hacia proteger el entorno natural contra el daño y degradación producto de las actividades realizadas por la empresa en su contexto. El objetivo ambiental debe ser establecido por la alta dirección a un nivel estratégico, táctico u operacional y dichos objetivos deberían ser comunicados a las personas con capacidad de influir en el logro del mismo (ISO, 2015a).

- **Enfoque a procesos y el modelo PHVA (Planificar-Hacer-Verificar-Actuar)**

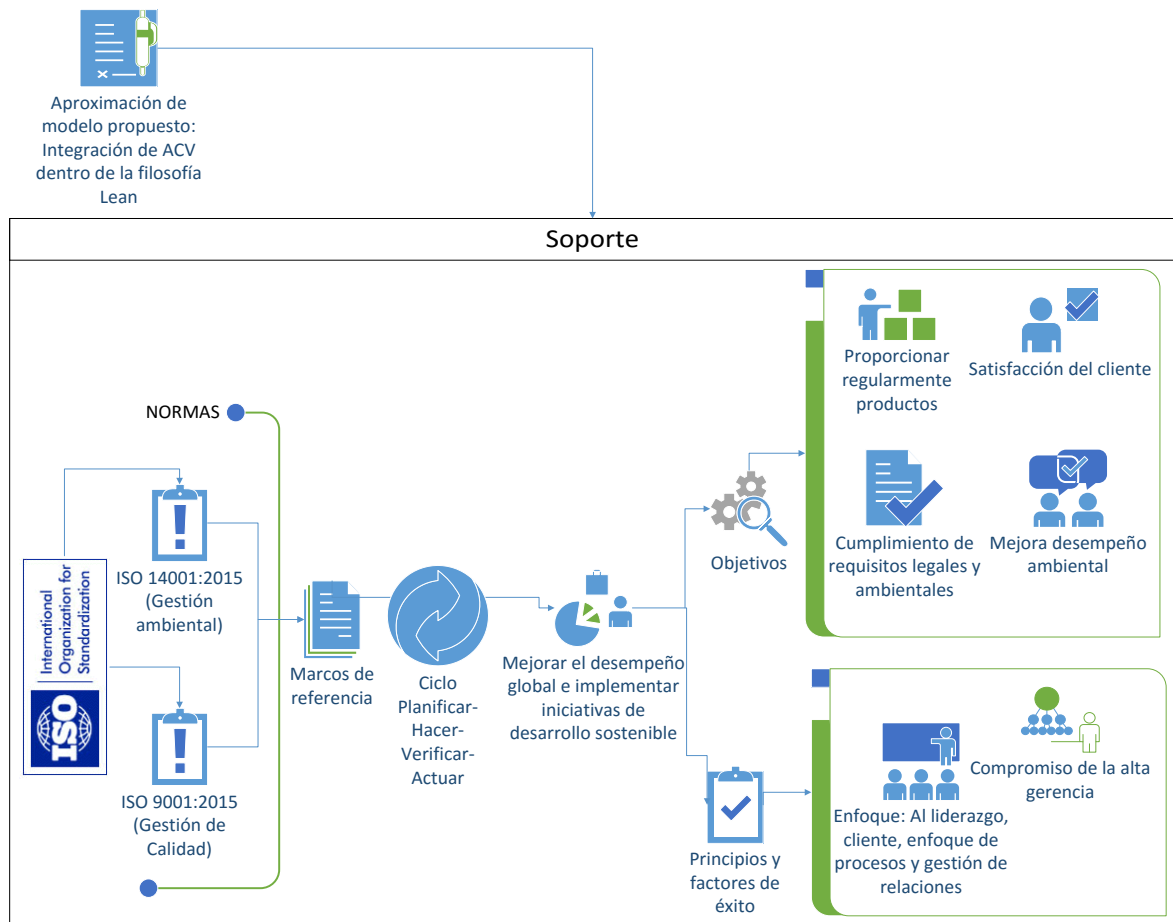
Dentro de las dos normas se contempla la implementación del modelo PHVA para fundamentar el enfoque que subyace a un sistema de gestión de la calidad y ambiental, el cual es un modelo que proporciona un proceso iterativo usado por las organizaciones para lograr la mejora continua (ISO, 2015a, 2015b). Las normas promueven la adopción de un enfoque de procesos que al ser implementado permita aumentar la satisfacción del cliente, ya que al comprender y gestionar los procesos como un sistema interrelacionado se logra contribuir a la eficacia y eficiencia en el logro de resultados previstos, todo lo anterior a partir de controlar las interrelaciones e interdependencias de los procesos del sistema y así mejorar el desempeño global de la organización (ISO, 2015b).

En particular la implementación del modelo planteado en este documento puede ser soportado dentro de una empresa bajo el siguiente enfoque:

- **Planificar:** Establece los objetivos ambientales y los procesos necesarios para generar y proporcionar resultados de acuerdo con la política ambiental de la organización.
- **Hacer:** Implementar los procesos según lo planificado.
- **Verificar:** Hacer el seguimiento y medición de los procesos respecto a la política ambiental, incluidos los compromisos, objetivos ambientales, e informar los resultados.
- **Actuar:** Empezar acciones para mejorar continuamente.

En la siguiente figura se presentan los conceptos desarrollados respecto a la gestión de la calidad y la gestión ambiental, se presenta en la siguiente figura un resumen grafico que permite identificar el soporte y la relación que poseen estos sistemas de gestión respecto al modelo planteado en la presente investigación.

Figura 2-19: Sistemas de gestión ambiental y de calidad como soporte del modelo. Elaboración propia.

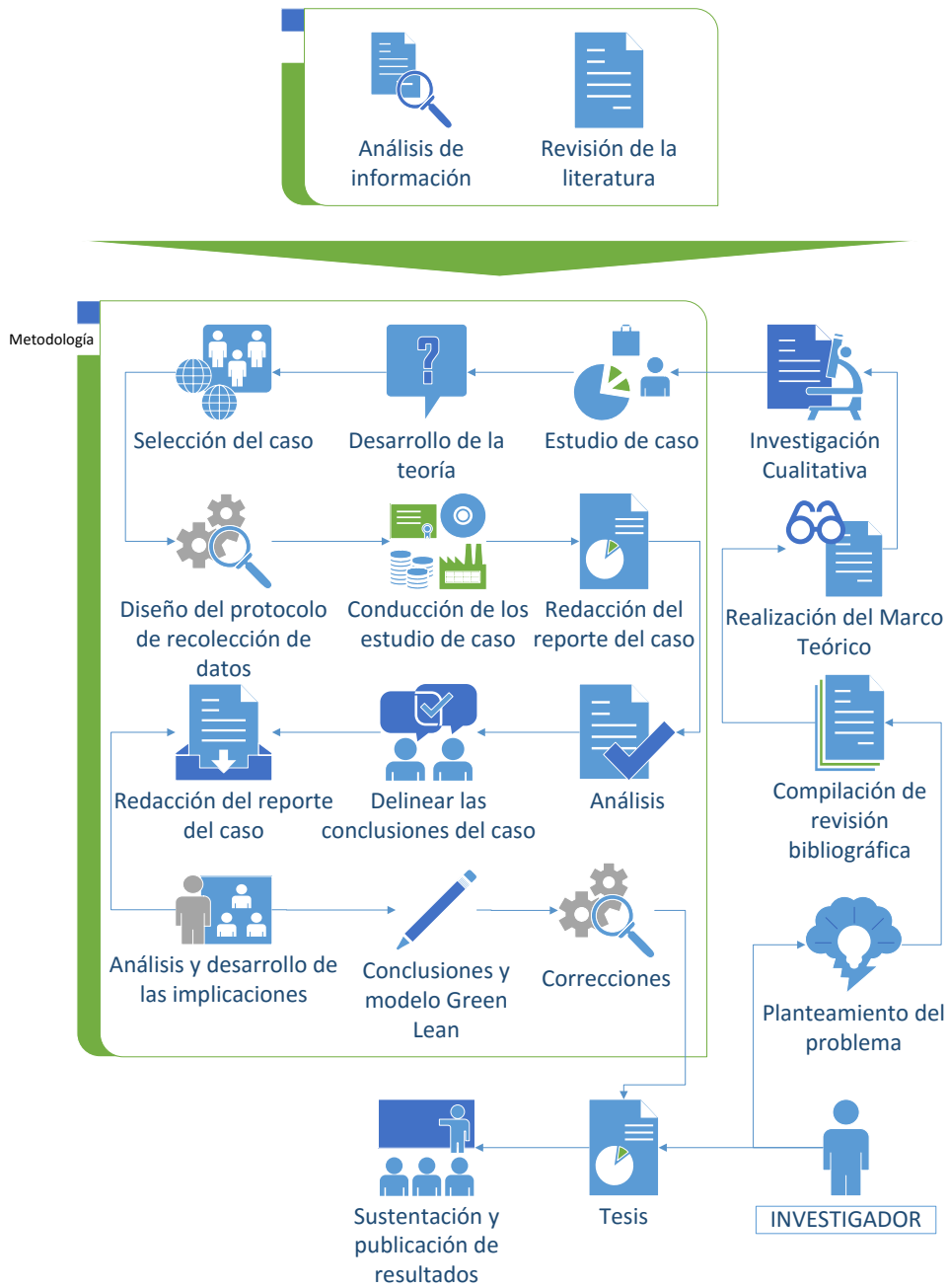


3. Metodología (diseño del estudio)

Se consideró apropiado el desarrollo de la investigación desde un enfoque cualitativo por medio de un estudio de caso holístico simple, ya que desde el planteamiento del problema se evidencian rasgos distintivos como ser un fenómeno contemporáneo en su entorno real, además de requerir múltiples fuentes de datos (Yin, 2013). Por otro lado, el estudio de caso es considerado como una estrategia de investigación dirigida a comprender las dinámicas presentes en contextos singulares y es considerado apropiado para el desarrollo y prueba de teorías (Eisenhardt, 1989; Eisenhardt & Graebner, 2007). En este caso la investigación busca aportar con la construcción de la aproximación de un modelo *Green Lean*.

A continuación se presenta una representación gráfica del desarrollo metodológico general de la presente investigación, el cual será explicado en detalle en este capítulo:

Figura 3-1: Desarrollo de la investigación. Elaboración propia.



En la Figura 3-2 se presenta de manera gráfica y con base a la pregunta de investigación planteada, la ciudad donde se desarrolla la investigación, mostrando el tipo de investigación y la metodología empleada además de los enfoques abordados por la

investigación, que corresponden a las líneas de investigación de sostenibilidad y administración.

Figura 3-2: Delimitación del problema de investigación. Elaboración propia.



3.1 La investigación cualitativa

Basados en el libro de Robert Yin titulado “*Qualitative Research from Start to Finish*” y en el libro de John Creswell titulado “*Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches*” se plantean los siguientes conceptos tenidos en cuenta en el desarrollo de la investigación cualitativa del presente trabajo.

En primer lugar, se habla de crear confiabilidad y credibilidad del estudio cualitativo y se destaca que hay tres aspectos a tener en cuenta: la transparencia, ser metódico y adherirse a la evidencia, donde el método inductivo es la mejor plataforma para llevar a cabo un estudio cualitativo.

En su forma más simple, un estudio empírico significa: definir algo para investigar, después se recolecta información relevante, paso seguido se analizan e interpretan los resultados, y finalmente se realizan conclusiones basadas en los descubrimientos empíricos. Los factores clave para controlar la calidad de un estudio cualitativo se asocian con la validez

del estudio y sus resultados. Un estudio cualitativo válido es donde se han recolectado apropiadamente e interpretado los datos para que las conclusiones reflejen acertadamente y representen el mundo real que ha sido estudiado (Yin, 2011).

El estudio cualitativo usualmente se enfoca en el significado de eventos de la vida real y no solamente en la ocurrencia de eventos como lo es el objeto de la presente investigación. Buscar el significado de esos eventos de la vida real es en realidad la búsqueda de conceptos e ideas que son más abstractas que los datos del estudio empírico, donde la colección de estos conceptos incluso en pocas cantidades pueden ser asociadas de una forma lógica para representar una teoría (Yin, 2011).

3.1.1 Enfoques y generalizaciones de una investigación cualitativa

En el desarrollo de una investigación cualitativa se debe tener claro que hay dos tipos de acercamiento: el inductivo y el deductivo. El acercamiento inductivo orienta a que los datos conlleven a la aparición de conceptos, en cambio el acercamiento deductivo busca que los conceptos nos acerque a la definición de los datos relevantes que deben ser recolectados (Yin, 2011). Robert Yin menciona que la mayoría de los estudios cualitativos siguen un acercamiento inductivo y por ello el desarrollo metodológico de esta investigación se llevó a cabo de dicha manera.

Cabe expresar que las conclusiones de un estudio cualitativo deben alcanzar generalizaciones más allá de lo estadístico, el cual extrapola los resultados hacia el universo de la muestra donde la relación que existe entre la muestra y la población es basada en estimaciones numéricas. Para los estudios cualitativos este tipo de generalizaciones no funciona de una manera adecuada y conlleva al dilema de que una simple unidad o un par de ellas puedan representar adecuadamente una gran población de unidades incluso cuando dicha población puede ser definida (Yin, 2011).

La generalización planteada para esta investigación cualitativa y la cual se presentará producto del análisis de datos en contraste de la estadística es la analítica, y puede ser definida en un proceso de dos pasos: El primer paso es conceptual, en el cual se muestra

como los resultados del estudio posiblemente formará conceptos, constructos teóricos o una secuencia de eventos hipotéticos. El segundo paso involucra aplicar la misma teoría para implicar otras situaciones similares donde los conceptos similares sean relevantes (Yin, 2011).

3.2 Consideraciones generales del estudio de caso

Atendiendo a la decisión de desarrollar la investigación por medio de un estudio de caso, se percibió la necesidad de contextualizar y describir el desarrollo de este tipo de estudio para convertirse también en una base que permita a los lectores entender cómo llevar a cabo este tipo de investigaciones abriendo las posibilidades de los investigadores en el sector de la construcción en Colombia como fue mencionado en la justificación de este trabajo.

En primer lugar, para poder entender el desarrollo de un estudio de caso se tiene que establecer el paradigma filosófico del cual está basado la metodología para poder comprender el desarrollo de la investigación. En la práctica, se puede considerar dentro de un pensamiento post positivista al abordar el problema de una manera lógica a través de pasos relacionados, entendiendo que la construcción de la realidad se realiza a partir de múltiples perspectivas a diferencia de considerar una sola realidad, además de estar basado en métodos rigurosos de recolección de datos y análisis cualitativo (Creswell, 2012).

De acuerdo a la búsqueda realizada, se identificó que el tipo de estudio de caso a realizar debía ser descriptivo, ya que es usado para describir una intervención en la vida real (Baxter & Jack, 2008). Además, considerando que en esta investigación se planteó la aproximación de un modelo que implementa dos tipos de filosofía dentro del desarrollo operacional de una empresa de construcción, *Green* y *Lean*, se consideró conveniente entender de manera detallada el fenómeno, lo que lleva a ratificar un análisis cualitativo con un acercamiento a través del estudio de caso (Creswell, 2012; Yin, 2011).

El diseño del estudio son planos lógicos, donde la lógica involucra la relación existente entre las preguntas de investigación, los datos recolectados y las estrategias para analizar

los datos, de esta manera los hallazgos del estudio conllevarán y serán asociados a la pregunta investigación. La lógica también ayuda a fortalecer la validez del estudio incluyendo su grado de acierto (Yin, 2011).

Se presenta la siguiente estructura general de un estudio de caso: comienza con una introducción compuesta por el problema que lleva al investigador a plantearse preguntas que inducen y orientan el tipo de datos que deben ser recolectados, al ya tener definido el caso. Después de la recolección viene la etapa de análisis y resultados, donde el estudio de caso debe estar complementado con una descripción del caso y su contexto. Finalmente, se deben realizar unas afirmaciones con respecto al análisis realizado (Creswell, 2012). A continuación se presentan 8 pasos que detallan el desarrollo planteado en el párrafo anterior y los cuales serán explicados a detalle más adelante en este capítulo, de esta manera esta figura es un complemento más detallado de la metodología usada, ver Figura 3-3.

El primer paso a desarrollar en el estudio de caso es definir el problema lo cual es desarrollado en el planteamiento del capítulo 1 y las secciones 3.4.1, 3.4.2 y 3.4.3 de este capítulo, el segundo paso es la recolección de datos, cuyos instrumentos son explicados en la sección 3.4.4 y el proceso en general es descrito en la sección 3.4.5. El tercer paso desarrollado dentro del estudio de caso es la compilación de los datos y el cual es explicado en la sección 3.4.6. La fase de fragmentación o codificación de los datos se explica en la sección 3.4.7. Al tener codificados los datos los mismos se reorganizan y el proceso se presenta en la sección 3.4.8. Finalmente, la fase de interpretación y conclusiones es expuesta en la sección 3.4.9 para mostrar como a partir del análisis de los datos producto de las entrevistas, observaciones y revisiones de documentos al ser codificadas y reorganizadas se puede según la teoría crear un modelo lógico.

Figura 3-3: Pasos del estudio de caso. Elaboración propia.

3.3 Justificación del estudio de caso

Para comprobar y asegurar el uso del estudio de caso como la metodología de esta investigación, se menciona que el estudio de caso es usado para proveer descripciones, probar teorías o generar teorías (Eisenhardt, 1989; Eisenhardt & Graebner, 2007). Además, las teorías desarrolladas a partir de estudios de caso que están relacionados con evidencia empírica, son novedosas y poseen características de ser evaluables y validez empírica. (Eisenhardt, 1989). Con base en los planteamientos anteriores, establecer las ventajas competitivas que conlleva la implementación de un modelo *Green Lean* se ajusta a las descripciones realizadas que resultaron en la aplicación de un estudio de caso.

De acuerdo al tipo de objetivos planteados en la investigación, el tipo de preguntas realizadas se asocia con las del tipo exploratorio, ya que estas están asociadas a relaciones que requieren ser evaluadas en el tiempo por encima de su frecuencia o incidencia. El estudio de caso así como los experimentos es generalizado como proposición teórica, de modo que se evita un análisis particular mientras se busca un análisis generalizado (Yin, 2009).

Por lo anterior, se propuso un diseño de estudio de caso holístico simple. Una de las razones por las cuales se escogió este tipo de análisis alude a Robert Yin, quien afirma que se debe usar el caso con un propósito revelador para su entorno, ya que como fue mencionado en la justificación del planteamiento del problema, según la revisión de literatura realizada no se encontró la aplicación de ambas filosofías en el sector de la construcción al mismo tiempo en la industria colombiana ni específicamente en la ciudad de Bogotá.

Por consiguiente, un aspecto relevante del estudio de caso es su enfoque sobre eventos contemporáneos. Lo que lleva a que las técnicas más destacadas dentro del desarrollo de la investigación sean la observación directa y la entrevista sistemática, donde la evidencia puede ser cuantitativa y cualitativa (Yin, 2009), lo anterior será explicado más adelante en este capítulo.

3.4 Diseño del estudio de caso

Para el diseño de la investigación, se debe tener en cuenta la pregunta de investigación, las proposiciones, la unidad de análisis, la lógica de relación entre los datos y las proposiciones y finalmente el criterio de interpretación de los resultados (Yin, 2009), es por esto que lo anteriormente mencionado será expuesto en esta sección de forma detallada. Además, se buscó la fiabilidad del estudio de caso buscando que los pasos fueran operacionales, de modo que cualquier persona pueda reproducir los resultados si siguen los mismos procedimientos.

3.4.1 Pregunta de investigación

Como fue expuesto en el Capítulo 1, la presente investigación busca dar respuesta a la siguiente pregunta: ¿Cómo define una constructora ventajas competitivas a partir de un modelo *Green Lean* que trabaje de manera conjunta el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y el *Value Stream Mapping* (VSM)?

La anterior pregunta es complementada con la siguiente sub pregunta: ¿Cómo los resultados y análisis derivados de un estudio de caso pueden evidenciar en firmas constructoras la generación de ventajas competitivas a partir de la aplicación o proyección de la aplicación de un modelo *Green Lean*?

Así, como ya ha sido mencionado estas preguntas fueron el resultado de un interés por resolver la problemática percibida en la revisión de literatura donde se planteaban futuras investigaciones por desarrollar para complementar la teoría respecto a *Green Lean*, junto con las justificaciones ya expuestas en la sección 1.1 de este documento. Las preguntas de investigación permitieron inferir el tipo de datos que serían recolectados en la investigación junto con ser el punto de partida para el desarrollo de las proposiciones del estudio (Yin, 2011).

3.4.2 Unidad de Análisis

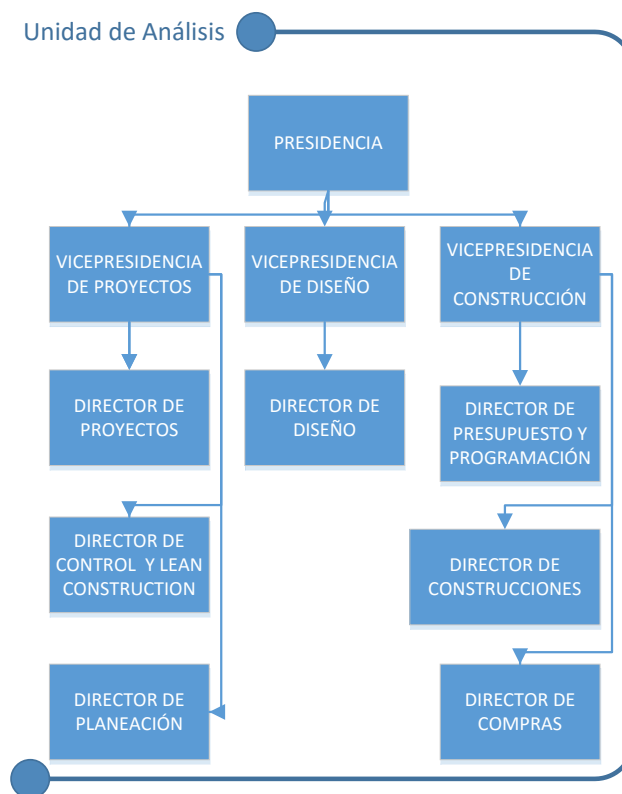
Para la presente investigación, se consideró trabajar con dos casos, en los cuales se tomó como unidad de análisis al equipo directivo de las organizaciones. La unidad de análisis seleccionada corresponde a la gerencia de la empresa Inversiones y Proyectos en Construcción HR y la presidencia, vicepresidencias y direcciones de AR CONSTRUCCIONES, en el capítulo 4 se realiza una descripción detallada de la unidad de análisis.

La primera empresa fue el piloto de este estudio y la segunda empresa se convirtió en el caso de estudio donde se aplicaron las modificaciones y mejoras que tuvieron lugar a partir del estudio piloto. Así AR CONSTRUCCIONES fue la empresa seleccionada para llevar a

cabo el estudio de caso completo buscando que el análisis y discusión de los resultados permitiera dar respuesta a los objetivos planteados en esta investigación.

A continuación, en la siguiente figura se puede observar la estructura organizacional de la empresa analizada, donde la unidad de análisis para la investigación corresponde al grupo directivo el cual está identificado en la figura.

Figura 3-4: Unidad de Análisis del estudio de caso de la investigación. Elaboración propia.



La unidad de análisis fue sujeta a observación no participante, entrevistas semiestructuradas y revisión de documentos como será expuesto en el capítulo de resultados más adelante.

3.4.3 Proposiciones

Las proposiciones de esta investigación se formularon teniendo en cuenta las preguntas de investigación y los objetivos ya que estas son el propósito de la investigación. Las proposiciones se pueden asociar con el propósito de dirigir a aspectos claves del estudio, y además ayudan a diseñar la estrategia de recolección de datos, permitiendo sopesar las estrategias analíticas relevantes para el caso (Yin, 2009).

Se hace necesario explicar cómo y por qué se llega a cada proposición planteada las cuales se basan del marco teórico expuesto en el capítulo anterior y que en complemento junto a la pregunta de investigación deben ser propuestas con el objetivo de llamar la atención hacia aquello en lo que se concentra el alcance del estudio (Creswell, 2012; Yin, 2009).

- **El Análisis de Ciclo de Vida y el *Value Stream Mapping* como generadores de ventajas competitivas**

A partir de la pregunta de investigación la primera proposición propuesta busca involucrar directamente estos tres conceptos para buscar validar si estas herramientas de la filosofía *Green Lean* si generan ventajas competitivas.

A partir de la Visión de la Firma Basada en Recursos Naturales (Hart & Dowell, 2011), la conexión teórica que se da entre el *Green Lean* con las ventajas competitivas está dado por la capacidad estratégica conocida como el tutelaje del producto la cual permite identificar los impactos ambientales que deben ser incluidos en la cadena de valor de un producto dentro del ciclo de vida del mismo (Hart, 1995). Recordando la manera en que esta capacidad puede generar ventajas competitivas es necesario tener en cuenta la fuerza impulsora propuesta en la teoría y que es la integración de partes interesadas (Ver sección 2.3.1 y 2.3.2). Es así como dicha fuerza impulsora aplicada dentro de un proyecto de construcción que implemente herramientas como el ACV y el VSM que permiten conocer los impactos ambientales en la cadena de valor, son la base de desarrollar el concepto de tutelaje de producto y que según la teoría puede generar ventajas competitivas.

A partir de dichas relaciones teóricas con base a la pregunta de investigación, la primera proposición propuesta para ser contrastada y evaluada según los resultados de esta investigación es: La implementación del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y el *Value Stream Mapping* (VSM) puede ser incluida dentro de los proyectos para generar ventajas competitivas al integrarse con partes interesadas (IPI).

- **Sistemas de Gestión de la Calidad y Gestión Ambiental como soportes de un modelo**

De la pregunta de investigación se formuló el objetivo general de la investigación (Ver sección 1.3.1) y del cual se apoya en objetivos específicos (Ver sección 1.3.2), dentro de los cuales se plantea validar elementos de Gestión Ambiental y de la Calidad ya que según revisiones previas de tipo general se establecía de manera genérica que los modelos no suelen ser aplicados sin tener una metodología claramente definida. A partir de esta premisa el desarrollo teórico de involucrar la aproximación del modelo con SGC y SGA viene soportado al estar ambos sistemas descritos y estandarizados dentro de normas ISO, convirtiéndose en marcos de referencia para mejorar el desempeño global de cualquier empresa y además brindar bases sólidas para implementar iniciativas de desarrollo sostenible (ISO, 2015a, 2015b).

Es importante mencionar que el punto en común que poseen ambas normas como ya fue expuesto es la utilización del modelo PHVA, el cual proporciona un proceso iterativo usado por todo tipo de organizaciones para la mejora continua (Ver sección 2.7). Es así como la segunda proposición del estudio de caso, específicamente en torno al tema SGC Y SGA es: La implementación de estrategias *Green Lean* (ACV+VSM) deberían estar soportadas con un sistema de gestión de calidad y ambiental.

- **Los requerimientos de la implementación de estrategias *Green Lean***

De manera similar a la segunda proposición, a partir de los objetivos específicos se plantea identificar los conceptos clave que permitan implementar el ACV y el VSM como generadores de ventajas competitivas. A partir de un proceso iterativo producto del desarrollo de la investigación (Creswell, 2012), durante el desarrollo del estudio piloto de

esta investigación se evidenció que además de los conceptos teóricos planteados dentro de la Visión de la Firma Basada en Recursos Naturales (Hart & Dowell, 2011) como generadores de ventajas competitivas y que son objeto de la primera proposición, era necesario incluir conceptos de índole comercial y de carácter práctico dentro del desarrollo del negocio de la construcción en Colombia. De esta manera teóricamente se pudo vincular y encontrar que existe preocupación desde un enfoque empresarial en torno a la implementación del ACV, ya que es considerada una herramienta que provee un limitado valor (Moreno et al., 2015), pero que es explicado por la falta de medidas de sostenibilidad dentro de las rutinas de una empresa (O'Rourke, 2014). Es por esto que se plantean conceptos como el costo o requerimientos de las partes interesadas (Cliente y el mercado) desde un nivel más práctico del negocio y poder así relacionar las decisiones gerenciales con la influencia de las partes interesadas (Rodríguez-Melo & Mansouri, 2011).

Para poder contrastar el desarrollo teórico planteado en el párrafo anterior respecto a los resultados producto del estudio de caso holístico simple realizado en esta investigación se plantea la siguiente proposición: La implementación de estrategias *Green Lean* está justificada principalmente en los requerimientos del cliente, el mercado y el costo.

- **Proactividad e innovación en la creación de un modelo *Green Lean***

Finalmente la cuarta proposición de este estudio de caso proviene de buscar proveer de originalidad e innovación la aproximación del modelo planteado. De igual manera a como se desarrolló la proposición anterior, fue notorio que uno de los conceptos clave que debería ser tenido en cuenta dentro de cualquier modelo para aplicar en la unidad de análisis propuesta debía ser la innovación.

De acuerdo a la premisa antes descrita y con base a la exhaustiva revisión de literatura de esta investigación se logró encontrar que la proactividad en términos ambientales puede convertirse en una capacidad dinámica generadora de ventajas competitivas (Aragón Correa & Sharma, 2003; Hart, 1995) y la cual puede vincularse con la innovación de la cadena de valor dentro de la empresa (Ver sección 2.1.1). Basados en el desarrollo teórico expuesto anteriormente se plantea la siguiente proposición para poder ser evaluada y contrastada de acuerdo a los resultados del estudio realizado en esta investigación: La creación de un modelo de esta naturaleza requiere ir más allá de la normativa y la ley

siendo proactivos e innovadores para superar los impedimentos como el desconocimiento o la cultura.

- **Resumen**

A continuación se presentan en una tabla las proposiciones planteadas para este estudio.

Tabla 3-1: Proposiciones sobre las que se desarrolla el estudio de caso.

PROPOSICIONES	
Proposición 1	La implementación del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y el <i>Value Stream Mapping</i> (VSM) puede ser incluida dentro de los proyectos para generar ventajas competitivas al integrarse con partes interesadas (IPI).
Proposición 2	La implementación de estrategias <i>Green Lean</i> (ACV+VSM) deberían estar soportadas con un sistema de gestión de calidad y ambiental.
Proposición 3	La implementación de estrategias <i>Green Lean</i> está justificada principalmente en los requerimientos del cliente, el mercado y el costo.
Proposición 4	La creación de un modelo de esta naturaleza requiere ir más allá de la normativa y la ley siendo proactivos e innovadores para superar los impedimentos como el desconocimiento o la cultura.

3.4.4 Diseño de instrumentos

Para poder llevar a cabo el proceso de recolección de datos en este estudio, según la base teórica para el desarrollo de la investigación cualitativa, se tiene que las formas de recolectar datos están asociadas a múltiples fuentes destacándose las entrevistas, las observaciones, y la recolección y revisión de documentos (Yin, 2011), donde las seleccionadas para el desarrollo de este estudio fueron las tres formas de recolección. A continuación se presenta una descripción más detallada de las formas de recolección mencionadas:

- **Entrevistas:**

El diseño de instrumentos de la presente investigación, consideró la entrevista como la principal fuente de información para el estudio (Creswell, 2012, p. 132). Para llevar a cabo las entrevistas se desarrolló un protocolo, tomándose la empresa piloto como la “Empresa A” y la empresa en la cual se aplicaron las mejoras de protocolos y análisis como la “Empresa B”. La “Empresa A” fue con quien inicialmente se trabajó, aplicando el primer protocolo de entrevista desde un planteamiento de entrevista semiestructurada al Gerente de la empresa y de la cual se pudieron llegar a evidenciar tiempos y consideraciones de mejora a realizar en la “Empresa B”.

Existen dos tipos de entrevistas como forma de recolección de datos: la estructurada y la cualitativa. Esta última es la usada más comúnmente en estudios cualitativos y la cual fue usada en la investigación, donde la relación entre el investigador y el investigado no está necesariamente definida pero si teniendo una estructura mental del estudio y sus preguntas. Las entrevistas cualitativas son un modo conversacional y la entrevista misma se convierte en una relación social (Yin, 2011).

A partir del trabajo realizado con la “Empresa A”, se identificó la necesidad de simplificar las preguntas dado que el tiempo aproximado de duración de la entrevista con el gerente de la empresa duró 1 hora, lo cual llevaba a perder la atención durante la entrevista. Luego del trabajo realizado con la empresa piloto se llegó a establecer que para realizar el estudio holístico simple con la “Empresa B” se realizaría durante un período de un mes las entrevistas de común acuerdo con las agendas de los directivos.

En las entrevistas realizadas a los directores de la “Empresa B”, se comenzó abordando el nivel de conocimiento que se tenía respecto a estrategias *Green Lean* en la construcción, seguido de esta base se procedió a consultar cuales podrían ser los posibles beneficios que ellos consideraban de aplicar un modelo *Green Lean* en sus áreas dentro de la empresa y si estas generarían ventajas competitivas. Se finalizaba la entrevista consultando que posibles inconvenientes podrían resultar de aplicar dicho modelo en sus áreas en términos de tiempo, productividad, calidad y valor agregado.

Vale destacar, que el planteamiento de trabajo tuvo en cuenta la definición y selección de las personas a ser entrevistadas, precisando instrumentos usados para el perfil de los cargos.

En la transcripción de las entrevistas que fue usada y archivada en el software de análisis cualitativo, se utilizaron las siguientes siglas para reflejar de forma precisa las características de la conversación:

- ...: para indicar silencios.
 - (): para incluir comportamientos del participante al expresar la frase.
 - (Énfasis en la expresión): indica un incremento en el tono de voz del participante.
- **Observación no participante:**

Se menciona la observación sistemática como una base para un estudio cualitativo asumiendo el rol pasivo. Los estudios observacionales son un método común de recolección de datos cualitativos y también pueden ser referidos a estudios estadísticos (Creswell, 2012, p. 134; Yin, 2011).

En las observaciones realizadas, se identificaron cuáles son las actividades principales realizadas por las áreas de los directores entrevistados teniendo en cuenta los tiempos y cuáles eran las interacciones que se tenían entre áreas. Los datos recolectados a través de medios como las entrevistas y la observación ya mencionados anteriormente, fueron analizados a través de estrategias como la descripción del caso, el cruce de las temáticas y tendencias evidenciables entre los datos, buscando poder reportar un análisis detallado del caso (Creswell, 2012) y que es presentado en el siguiente capítulo.

En esta investigación las observaciones no participantes se llevaron a cabo a través de visitas a las vicepresidencias que fueron objeto del análisis de este estudio de caso, con el fin de completar la información y consolidar los hallazgos encontrados con las entrevistas y la recolección de información. Este fue un proceso que se dio en un periodo de 8 meses, que incluyó el registro de las observaciones pero además se tornó en un proceso de escucha. La observación logró profundizar e incrementar la familiaridad y el conocimiento

del caso a analizar recordando siempre no involucrarse en la situación observada.

- **Recolección y Revisión de documentos:**

En cuanto a los registros de archivos de la empresa, si bien se obtuvieron documentos con gran cantidad de información, la organización no autorizó el uso de los mismos en esta tesis, por lo que se convirtió en una información de apoyo y de contextualización para el caso (Creswell, 2012, p. 141; Yin, 2009) sin ser expuesta en este documento por razones de confidencialidad acordada.

3.4.5 Recolección de datos

Definidos los objetivos, preguntas de investigación y proposiciones, además de la unidad de análisis ya definida como el grupo directivo de la Empresa B, y teniendo en cuenta el diseño de instrumentos ya planteados se procede a introducir como fueron recolectados los datos para este estudio.

En el proceso de recolección de datos que es un proceso iterativo se debe destacar que no existe ninguna fórmula para determinar el número deseado de datos a ser recolectados para el estudio. Teniendo en cuenta la anterior premisa, se debe tener presente la recomendación y sugerencia de que es mejor recolectar un gran número de datos en vez de una cantidad reducida, ya que así se puede crear mayor confianza en los resultados del estudio (Yin, 2011).

De esta manera, el proceso de recolección de datos llevado a cabo en la empresa comenzó con la obtención de acceso a la estructura directiva de la misma, la cual fue solicitada formalmente a la presidencia y vicepresidencias de construcción, diseño y proyectos. En paralelo a dicha solicitud se procedió a entender la estructura de la organización y su política frente a los temas relacionados con el tema planteado de *Green Lean*, de lo cual se pudo evidenciar que es una empresa constructora de gran importancia en el sector colombiano de vivienda, la cual no tiene procedimientos definidos para llevar a cabo el ACV y está en proceso de implementación de *Lean Construction*, la descripción detallada del caso se presenta en el siguiente capítulo.

Posteriormente se realizó un muestreo para empezar a recolectar datos a partir de las técnicas ya descritas como la observación y la entrevista. Los datos recolectados fueron grabados y guardados en medios electrónicos para después ser codificados y analizados, como se explica más adelante en este capítulo. Ahora se presenta una imagen que muestra el proceso mencionado en este párrafo:

Figura 3-5: Actividades de recolección de datos (Creswell, 2012). Adaptado por el Autor.



3.4.6 Compilación de datos

La tercera fase de un estudio de caso es la compilación de los datos que fueron producto de la recolección de datos en campo de una manera ordenada y que al final resultó siendo una base de datos (Yin, 2011). Si los datos son ordenados, esto implica que los análisis son más fuertes y conllevan a un estudio cualitativo más riguroso, por lo que en esta investigación se almacenaron los datos en archivos de documentos Word y Excel clasificados por vicepresidencias y áreas de la empresa en carpetas.

La primera función de la fase compilatoria fue familiarizarse con las notas de campo propias, siendo además necesario transcribir las entrevistas realizadas, volviendo a

escuchar dichas entrevistas y leyendo de nuevo la información de los datos recolectados. Durante esta fase el investigador debería preguntarse cuáles son los aspectos que distinguen el estudio y cómo los datos recolectados se relacionan con las preguntas de investigación y proposiciones (Yin, 2011). También se destaca la importancia de tener un glosario que defina los términos importantes hallados en los datos cualitativos y el cual se relaciona en este estudio con el marco teórico expuesto en el capítulo anterior.

Cualquier contradicción que existió en la terminología usada en los datos recolectados y las notas de campo debió ser aclarada en este punto del proceso de la investigación, para así evitar inconvenientes futuros en el análisis de los datos. En esta fase también se organizaron las fotos y documentos que resultaron del trabajo de campo realizado.

En resumen, en este proceso de manejo de datos se debió crear y organizar archivos que permitieran su lectura y anotación, describiendo el caso y su contexto usando temas y patrones que categoricen el argumento para poder representarlo, lo cual será explicado en los siguientes numerales. El software utilizado para apoyar el proceso de esta investigación cualitativa fue N Vivo 11, el cual fue usado para organizar toda la información y datos recolectados, además este programa permite el análisis de datos cualitativos permitiendo obtener información que se representa gráficamente o que puede ser usada en Excel para su posterior análisis.

3.4.7 Fragmentación - Codificación de datos

La cuarta fase fue fragmentar los datos compilados a través de categorías o códigos, siendo un proceso de prueba y error para destinar los códigos. La fase en sí fue una serie de pasos iterativos. Existía la posibilidad de no codificar los datos según la revisión de literatura realizada ya que es una decisión propia (Yin, 2009), pero en el caso de esta investigación se decidió codificar toda la información recolectada.

El propósito de codificación es llegar metódicamente hacia un nivel conceptual un poco más alto, ya que los datos de campo pueden ser asociados a conceptos esencialmente similares y por tanto asociados al mismo código. El nivel conceptual alcanzado al codificar

permitirá en fases futuras examinar las características relacionadas de los grupos y obtener información de ello (Yin, 2011).

El desarrollo de esta fase dentro del estudio se produjo en dos etapas, la *codificación in vivo* de los datos recolectados en las entrevistas semi-estructuradas y que se refiere a asociar frases o grupos de palabras usadas por los mismos entrevistados y terminan siendo un código para el posterior análisis (Saldaña, 2010, p. 74). Por otro lado, para complementar la codificación se usó el mismo método de codificación con las proposiciones de este estudio buscando articular los códigos producto de las respuestas con las proposiciones del estudio, en la sección 4.3 se describe en detalle el proceso realizado para esta investigación.

Ahora bien, en el siguiente capítulo se presenta el desarrollo que se llevó a cabo en esta investigación para llegar a la consolidación y selección de los códigos usados para el análisis. En el desarrollo de esta investigación se usó el programa N Vivo 11 y Excel para poder organizar, clasificar y reagrupar los códigos buscando patrones que fueron la base de la descripción de resultados y el análisis de los mismos, todo con el fin de poder dar respuesta a los objetivos planteados en el capítulo 2 y poder construir la aproximación de un modelo *Green Lean* que integre el ACV y el VSM y genere ventajas competitivas.

3.4.8 Reorganización de los datos

La siguiente fase del estudio consistió en reorganizar dichos códigos en grupos y secuencias, buscando facilitar este trabajo organizando los datos de manera gráfica y arreglándolos de forma tabular. Las preguntas usuales en este proceso son: ¿Los patrones emergentes tienen algún sentido?, ¿Los datos se está moviendo hacia un plano substancialmente más importante?, ¿Cómo se relacionan los patrones con los conceptos expuestos en los objetivos de investigación? (Yin, 2011).

Existen tres tipos de organización de los datos: la primera de ellas es crear un arreglo jerárquico, la segunda es diseñar una matriz que se remite a los datos y no use las opiniones o conclusiones propias, y la tercera es trabajar con otro tipo de arreglos (Yin, 2011). En la presente investigación se diseñó una matriz que permitiera un análisis cruzado

de la información para de esa manera poder identificar las relaciones entre las categorías y poder realizar un análisis e interpretación de los datos y también se realizaron otro tipo de arreglos de tipo gráfico que se muestran en el capítulo de resultados.

3.4.9 Interpretación y análisis de los datos

Esta fase buscó usar ese material re ensamblado en la etapa anterior para crear una nueva narrativa, la cual fue acompañado de tablas y gráficas relevantes claves para el análisis del estudio y que son presentadas en el capítulo de resultados.

Los buenos estudios no solamente hacen la presentación de los resultados empíricos obtenidos en el estudio, sino que van un poco más allá e interpretan lo hallado y se proponen conclusiones (Yin, 2011), lo cual se intenta lograr en la presente investigación al desarrollar la aproximación de un modelo a partir del análisis de los datos, lo cual se puede ver en el capítulo 5. En el desarrollo del estudio las interpretaciones iniciales del análisis causaron el retorno a la fase de rearmado e incluso a la fase de desarmado para volver a codificar ciertos ítems (Yin, 2011).

Una buena interpretación debería seguir los siguientes atributos:

- Que sea completa (tiene un comienzo, un medio y un final)
- Que se justa
- Que sea empíricamente acertada
- Que tenga un valor agregado
- Que tenga credibilidad

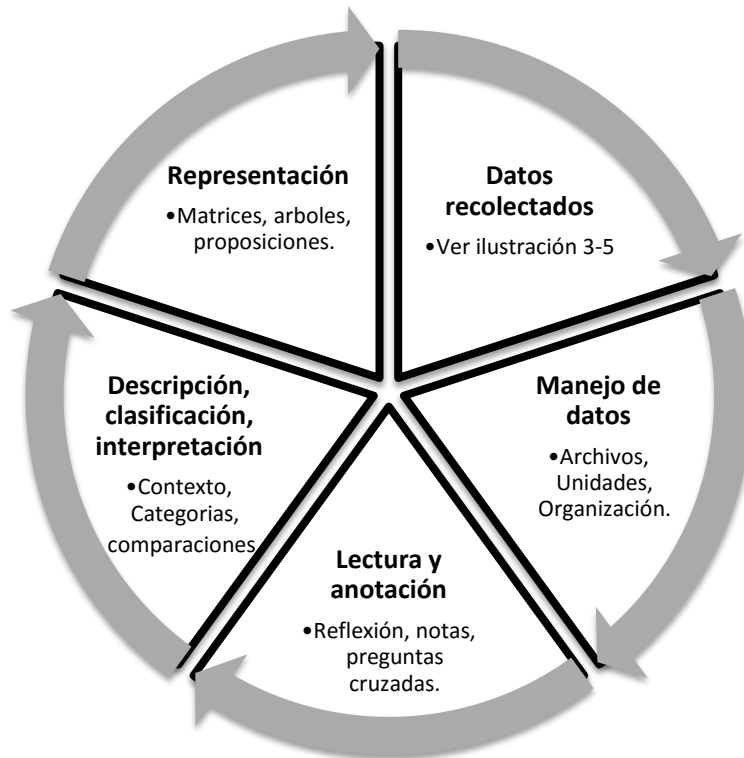
- **Modos de interpretación:**

Existen tres modos de interpretación de los datos y son los siguientes: 1) La descripción, 2) La descripción más un llamado a la acción, y 3) la explicación. Antes de mostrar los modos de interpretación se necesita tener en cuenta que la fase de interpretación no es una secuencia lineal.

El primer modo de interpretación es la descripción y, sin importar si es muy detallado el factor clave para la mayoría de los estudios, busca representar un tema social amplio relativo a la consulta de literatura prevalectante. El segundo modo de interpretación es la descripción más un llamado a la acción, el cual promueve una acción subsecuente a lo que es la descripción misma. En la revisión de literatura se ve que el llamado a la acción está plasmado en las conclusiones. El tercer modo de interpretación es la explicación donde esta expone cómo ocurren los eventos o cómo actúan las personas de determinada manera (Yin, 2011).

En el estudio desarrollado se usó el primer modo de interpretación el cual es la descripción, ya que a partir del desarrollo del estudio se buscó describir un fenómeno de tipo contemporáneo dentro de una empresa constructora en la ciudad de Bogotá, el cual consistía en identificar cómo a partir de la implementación de un modelo *Green Lean* se podría llegar a establecer ventajas competitivas. A continuación se presenta un resumen gráfico adoptado de John Creswell en el cual se expone un proceso de análisis:

Figura 3-6: Espiral del análisis de datos (Creswell, 2012). Adaptado por el Autor.



- **Técnica de análisis usada en el estudio:**

El análisis de los datos de un estudio de caso según la literatura revisada evidencia la necesidad de realizar un análisis estratégico, ya que este es uno de los pasos en el cual muchos investigadores no desarrollan en profundidad y en paralelo es uno de los pasos más difíciles de realizar (Yin, 2009).

Para llevar a cabo el análisis se evidencia que este paso dentro del estudio de caso es uno de los pasos donde menos noción se tiene, evidenciando problemas de análisis de los datos recolectados en la investigación. Además, a diferencia de los análisis estadísticos, el tipo de análisis requerido para los datos recolectados en un estudio de caso no puede ser formulado o tiene una receta, lo cual lleva a que el análisis del estudio dependa del rigor empírico y metódico que tenga el investigador y haya desarrollado a través de su formación investigativa y profesional (Yin, 2009).

Se considera necesario mencionar por qué se usó el software de análisis de datos cualitativo, N vivo 11. La principal función de usar dicho programa para realizar el análisis de datos fue la gran cantidad de texto transcrito a partir de las entrevistas y las observaciones que hacen parte de los datos recolectados para el estudio. El programa de acuerdo a los códigos puede contar la incidencia de palabras o códigos dentro de los datos, y además puede realizar una búsqueda booleana que permita mostrar en qué momento múltiples combinaciones se asocian a un concepto en particular. El proceso antes descrito puede convertirse en un proceso iterativo, en el cual gradualmente se pueden ir construyendo categorías y grupos de códigos más complejos (Yin, 2009).

Se destaca sobre la metodología del estudio de caso que para realizar el análisis cualitativo, los datos y salidas que muestra el programa no significan nada sin que el investigador estudie y determine la existencia de patrones emergentes que se correspondan con los datos, ya que la frecuencia de los códigos y la combinación de los mismos son un concepto menos jerárquico y más primitivo que los objetivos planteados en esta investigación, es por esto que el análisis realizado después de utilizar el programa computacional fue necesario y es producto de un análisis efectuado por el mismo investigador.

La razón fundamental para implementar una estrategia en el análisis de los datos recolectados en el estudio, está en la ayuda que brinda la misma para tratar los datos de manera justa buscando producir unas conclusiones analíticas y descartando interpretaciones alternativas. La estrategia también puede ayudar a usar el programa escogido para realizar el análisis de los datos.

La estrategia general usada para el análisis de los datos fue la que confía en las proposiciones teóricas, la cual es la estrategia más preferida y seguida para llevar a cabo los estudios de caso. Se entiende entonces que los objetivos y el diseño del estudio están basados en una revisión de la teoría donde se busca complementar una línea de investigación por desarrollar o un vacío en la teoría, lo cual es aplicable en el contexto de esta investigación ya que como fue explicado en la justificación se encontró dentro de la revisión de literatura una línea de investigación por desarrollar en el campo de *Green Lean*.

De manera general es de utilidad saber que existen otros tres tipos de estrategias para analizar los datos, donde la descripción de un caso es una opción, usar datos cualitativos y cuantitativos se convierte en una estrategia atractiva para estudios avanzados y finalmente existe la estrategia de examinar las explicaciones de los rivales (Yin, 2009).

El análisis de los datos para un estudio de caso posee cinco técnicas dentro de las cuales el modelo lógico es una de ellas. El modelo lógico se ha convertido en los últimos años en una de las técnicas más usadas para realizar evaluaciones de los estudios de casos. Lo que busca el modelo lógico es deliberadamente estipular una cadena de eventos complejos a lo largo de un periodo de tiempo, donde dichos eventos son repetidas en un patrón de causa efecto (Yin, 2009).

El uso de los modelos lógicos como una técnica de análisis consiste en el cruce empírico de los eventos observados hacia eventos predichos teóricamente. Conceptualmente esta técnica se relaciona mucho con el cruce de patrones que es otra técnica propuesta en la teoría, más sin embargo debido a las etapas secuenciales los modelos lógicos merecen ser distinguido como una técnica analítica por sí sola. Dentro de esta técnica existen cuatro tipos de modelos lógicos, dentro de la cual el modelo lógico de nivel organizacional es el

usado en el análisis de los datos recolectados de esta investigación. Éste modelo lógico rastrea los eventos que han tenido lugar en una organización individual.

Sin importar cuál es la estrategia analítica realizada dentro del estudio de caso, se afirma dentro de la teoría que es muy importante realizar y asegurar que el análisis sea de gran calidad y específicamente para la etapa de análisis de los datos recolectados en la investigación, se sugiere que el análisis muestre que se consultó toda la evidencia recolectada, como es el caso de esta investigación y presentado en el capítulo de resultados.

Según la teoría el análisis contemplado debe contener la mayor cantidad de interpretaciones rivales dentro del mismo, intentando responder si existe evidencia suficiente para edificar la interpretación rival. Además siguiendo las recomendaciones de la teoría el análisis emplea el conocimiento propio que posee el investigador acerca del estudio de caso (Yin, 2009).

En cuanto a la estrategia analítica, esta se correlacionó con la pregunta de investigación, teniendo en cuenta que según la teoría se debe demostrar que se busca, usar toda la evidencia posible y disponible para realizar así las interpretaciones de los datos, buscando evitar interpretaciones alternativas de los datos ignorados (Yin, 2009). Además, los datos recolectados y analizados a partir de esta metodología pueden ser requeridos para los propósitos de generar una mejora interna en la organización y establecer comparaciones a través de proyectos y organizaciones (Koskela, 1992).

3.4.10 Pruebas de diseño

Además de los pasos ya descritos anteriormente, el estudio debe ajustarse a los siguientes criterios que permiten determinar la calidad del diseño de investigación donde la prueba de validez interna solo es aplicable en estudios de caso explicativos y no en los descriptivos o exploratorios.

Figura 3-7: Pruebas de diseño para un estudio de caso (Yin, 2009). Adaptado por el Autor.



Las pruebas de diseño del estudio de caso de esta investigación fueron llevadas a cabo de la siguiente manera. Para construir validez en la fase de recolección de datos se usó múltiples fuentes de datos y a partir de ellas fue posible establecer una cadena de evidencias que demuestran que los procedimientos realizados para llevar a cabo el estudio pueden ser repetidos para contrastar los resultados de esta investigación.

En el presente documento, como ya fue mencionado el tipo de estudio de caso llevado a cabo fue descriptivo por lo que no se realizó las pruebas de validez interna debido a que no son aplicables en este tipo de estudios. La confiabilidad, que es una de las pruebas de diseño requeridas fue tomada en cuenta en la etapa de recolección de datos en la cual se usó un protocolo de estudio que permitiera mantener presente la correlación existente entre las preguntas de investigación, el análisis e interpretación de los datos con la recolección de los datos. Finalmente, la validez externa de este estudio de caso está soportada precisamente en este diseño del estudio, que permite replicar la lógica usada en este estudio en otros estudios de caso relacionados con la industria de la construcción y la aplicación de modelos estratégicos como el *Green Lean* propuesto en este documento.

3.4.11 Principios éticos

Fue importante para esta investigación haber tenido como un elemento transversal la ética, ya que es la base para entender que es bueno y como se debe actuar en una situación determinada. Así, para la participación en esta investigación, la decisión fue libre y

autónoma por parte de las personas entrevistadas, donde las relaciones del investigador con el entrevistado estuvieron regidas por la verdad y se soportaron en el consentimiento libre y reflexivo de los participantes, ya que se les explicó de manera completa los propósitos de esta investigación (Creswell, 2012, p. 142; Galeano, 2004). Finalmente se llegó a un consenso de cómo debía ser registrada cada entrevista y se elaboró un formato de consentimiento para la presidencia y vicepresidencias.

3.4.12 Resumen del diseño del estudio

A continuación se presenta el resumen de todo lo anteriormente planteado en este capítulo:

Tabla 3-2: Diseño del estudio de caso de la presente investigación.

DISEÑO DEL ESTUDIO	
Enfoque	Desarrollar una descripción y análisis que permita construir la aproximación un modelo lógico del tipo <i>Green Lean</i> dentro de la empresa constructora AR CONSTRUCCIONES e Inversiones y proyectos en construcción HR.
Tipo de problema	Proveer un entendimiento profundo de los conceptos más relevantes de un modelo <i>Green Lean</i> dentro de AR CONSTRUCCIONES e Inversiones y proyectos en construcción HR.
Unidad de análisis	El grupo directivo y gerencia de AR y HR.
Forma de recolección de datos	Se usaron múltiples fuentes, como lo son las entrevistas semiestructuradas, observaciones no participantes y revisión de documentos.
Estrategias de análisis de datos	A través de descripción del estudio de caso, así como análisis cruzado para construir un modelo lógico (Yin, 2009).
Reporte escrito	Desarrollar un análisis detallado del caso para construir a partir del mismo una aproximación del modelo <i>Green Lean</i> .
Estructura general del estudio de caso	Introducción (problema, preguntas, caso de estudio, proposiciones, recolección de datos, análisis, resultados).
	Discusión de los resultados.
	Propuesta del modelo a partir del análisis realizado.
Qué tipo de información fue recolectada	Documentos y registros, entrevistas semiestructuradas y observaciones no participantes.
Tiempo del estudio	1 Septiembre de 2016 – 30 marzo de 2017
Cómo fue recolectada la información	Notas de campo, entrevistas y protocolos observacionales.
Posibles errores en la recolección de datos	Direccionamiento de las entrevistas y problemas de observación.

DISEÑO DEL ESTUDIO	
Cómo fue almacenada la información	Notas de campo, transcripciones, archivos de computador.
Manejo de datos	Se crearon y organizaron archivos para los datos, además de usar el programa N Vivo 11 y Excel.
Lectura y anotación	Lectura del texto haciendo notas para codificar los datos recolectados.
Descripción	Describir el caso dentro de la perspectiva de la unidad de análisis seleccionada.
Clasificación	Usar códigos categóricos para establecer patrones o temas que permitieron en el proceso el análisis e interpretación de los datos producto de la investigación.
Interpretación	Se usó la interpretación directa buscando desarrollar generalizaciones naturales (Yin, 2011).
Representación y visualización	Se presentan imágenes profundas del caso usando narrativa, tablas y figuras, presentadas en el capítulo 4.
Proposiciones	<ol style="list-style-type: none"> 1. La implementación del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y el <i>Value Stream Mapping</i> (VSM) pueden ser incluidas dentro de los proyectos para generar ventajas competitivas al integrarse con partes interesadas (IPI). 2. La implementación de estrategias <i>Green Lean</i> (ACV+VSM) deberían estar soportadas con un sistema de gestión de calidad y ambiental. 3. La implementación de estrategias <i>Green Lean</i> está justificada principalmente en los requerimientos del cliente, el mercado y el costo. 4. La creación de un modelo de esta naturaleza requiere ir más allá de la normativa y la ley siendo proactivos e innovadores para superar los impedimentos como el desconocimiento o la cultura.

4.Resultados

De acuerdo al planteamiento realizado en el Capítulo 3 que expone la Metodología propuesta y llevada a cabo en esta investigación, en este capítulo se exponen los resultados de organizar la información para el análisis después de haber codificado la misma en el programa N Vivo 11 y haber también realizado análisis propios y complementarios como se podrá evidenciar en la sección 4.4. El objetivo final de este capítulo es el de presentar la agrupación de los datos recolectados en temas y categorías, realizando análisis de la información e identificando conexiones simples y complejas en el tema de estudio (Creswell, 2012), que se relacionan con la aproximación de un modelo *Green Lean* y su relación con ventajas competitivas para una empresa constructora en la ciudad de Bogotá.

4.1 Descripción del caso

En el desarrollo de este estudio de caso se asume que la unidad de análisis es un componente importante dentro de la investigación y que se asocia directamente el caso (Romero, 2016, p. 119; Yin, 2009). Como ya fue expuesto, el desarrollo de la investigación se realizó a través de un estudio de caso holístico simple, lo cual hace necesario describir las empresas ya mencionadas en el capítulo anterior, para posteriormente profundizar en la descripción de cada caso y sus unidades de análisis, que para el propósito de esta investigación es el equipo directivo de las empresas (Ver sección 3.4.2).

4.1.1 Generalidades

Dentro de las condiciones generales requeridas para la definición de las empresas seleccionadas para el estudio, se requirió el compromiso y apoyo de la alta gerencia de las empresas, considerando los siguientes aspectos:

- La existencia de una trayectoria reconocible en el desarrollo de vivienda en el sector de la construcción colombiano, localizadas en la ciudad de Bogotá D.C. atendiendo a los límites propuestos en el planteamiento del problema.
- La presencia de responsables o áreas relacionadas con la implementación de *Lean Construction* y/o ACV, o en su defecto implementación y visión sostenible del negocio de la construcción.

A través de un sondeo con profesionales de la industria de la construcción en Colombia, se logró identificar dos empresas en la ciudad de Bogotá D.C. que cumplieran con los aspectos antes mencionados, recordando que una de estas empresas fue usada como el piloto del estudio para poder así poder llevar a cabo un estudio de caso holístico simple objeto del análisis de esta investigación. Llevar a cabo la prueba piloto permitió mejorar las preguntas realizadas en las entrevistas semiestructuradas planteadas inicialmente y además reformular algunas preguntas que se realizaron en el estudio de caso. Posteriormente, a partir de los protocolos de entrevistas mejorados se procedió a realizar las entrevistas en el estudio de caso.

A continuación en la Tabla 4-1 se presenta una descripción de la empresa piloto y de la empresa analizada, recordando que dentro de las dos empresas se manejó información desde entrevistas semiestructuradas, observación no participante y documentos revisados. Se clasificaron las empresas según la cantidad de trabajadores que componen la empresa (Romero, 2016).

Tabla 4-1: Generalidades de las empresas, empresa piloto y empresa analizada.

EMPRESA	TAMAÑO	ACTIVIDAD
Inversiones y proyectos en construcción HR Ltda.	Pequeña (10 trabajadores)	Diseño arquitectónico y construcción de conjuntos residenciales de casas campestres.
AR CONSTRUCCIONES S.A.S	Grande (Más de 200 trabajadores)	Diseño arquitectónico, construcción y gestión inmobiliaria de proyectos de todos los estratos a gran escala y en gran altura.

Ya descritas las generalidades de las empresas que hacen parte del estudio, a continuación se presentan las actividades de recolección de datos realizadas y organizadas en la siguiente tabla:

Tabla 4-2: Actividades realizadas en el Estudio de caso Holístico Simple.

EMPRESA	Entrevista Semi-estructurada	Observación no participante	Revisión de documentos
Inversiones y proyectos en construcción HR Ltda.	Si	Si	No
AR CONSTRUCCIONES S.A.S	Si	Si	Si

Con respecto a las entrevistas realizadas para la recolección de la información para ser analizada, se estructuraron dos tipos de entrevistas que se componían de una serie de preguntas abiertas para poder facilitar un espacio de discusión entre el entrevistado y el investigador siempre permitiendo que el entrevistado pudiera hablar libremente con el fin de obtener perspectivas más profundas en torno a la unidad de análisis del estudio de caso.

Tabla 4-3: Tipo de entrevistas realizadas en la investigación.

Tipo de Entrevista	Grupo de Sub Análisis	Involucrados
T-01	Gerencia	Presidente, Vicepresidentes de Construcción, Diseño y Proyectos
T-02	Dirección	Directores de las Vicepresidencias analizadas en la Gerencia

4.1.2 Empresa Piloto - Inversiones y proyectos en construcción HR Ltda.

Como ya fue mencionado en el capítulo de metodología y anteriormente, para llevar a cabo el estudio de caso se debió también realizar una prueba piloto que permitiera ajustar los instrumentos de medición, observar los posibles motivos de malinterpretación y adaptar los procedimientos de la investigación (Creswell, 2012, p. 133; Sampson, 2004), para que de esta manera el estudio llevado a cabo dentro de la empresa AR CONSTRUCCIONES S.A.S. Permitiera obtener resultados acordes con las proposiciones realizadas y dar respuesta a los objetivos planteados; esa fue la función de haber llevado a cabo un piloto en la empresa Inversiones y proyectos en construcción HR Ltda.

La empresa Inversiones y proyectos en construcción HR Ltda. Es una empresa con una experiencia de más 30 años en diseño arquitectónico, diseños y estudios técnicos, construcción e interventoría de proyectos como obras de urbanismo, vías, edificios, bodegas, condominios y casas campestres.

A continuación se presenta una tabla donde se hace un resumen de las actividades llevadas a cabo en campo junto con su dedicación en la empresa piloto.

Tabla 4-4: Actividades de campo empresa caso piloto.

Entrevistado	Entrevista Semiestructurada [Horas]	Observación No Participante [Horas]	Revisión De Documentos [Horas]
Gerente General	1	0	0
Empresa En General	0	10	0
Total [Horas]	1	10	0

4.1.3 Empresa analizada - AR CONSTRUCCIONES S.A.S.

AR CONSTRUCCIONES S.A.S. es una empresa líder en proyectos con altura, donde sus proyectos han abarcado todos los estratos sociales en viviendas, oficinas, consultorios, inmuebles comerciales y hoteles.

Hoy en día AR CONSTRUCCIONES S.A.S. es considerada en el mercado como una de las constructoras más importantes del país, con la capacidad de innovar y ser pionera en obras urbanísticas que luego se convierten en íconos arquitectónicos. Actualmente la constructora vende más de 1.000 viviendas anuales a nivel nacional y que se presenta como una de las pocas empresas del sector con proyección internacional.

Ya introducida la empresa analizada, a continuación se presenta una tabla donde se hace un resumen de las actividades llevadas a cabo en campo junto con su dedicación en horas

Tabla 4-5: Actividades de campo empresa caso analizado.

Entrevistado	Entrevista semiestructurada [Horas]	Observación no participante [Horas]	Revisión de documentos [Horas]
Presidente	0.25	0	0
Vicepresidente de construcción	0.2	0	0
Vicepresidente de diseño	0.2	0	0
Vicepresidente de proyectos	0.2	0	0
Director de presupuesto y programación	0.3	0	0
Director de <i>lean construction</i> y control de costos	0.35	0	0
Director de proyectos	0.3	0	0
Director de diseño	0.25	0	0
Director de construcción	0.25	0	0
Director de planeación	0.3	0	0
Empresa en general	0	25	2
Total [Horas]	2.9	25	2

4.2 Estructura de la Unidad de Análisis

Para adelantar el proceso de recolección de datos para llevar a cabo el análisis en busca de resolver los objetivos planteados en el capítulo 2 y que buscan identificar los elementos fundamentales de un modelo *Green Lean* que puede generar ventajas competitivas para una constructora en la ciudad de Bogotá y las proposiciones planteadas para el estudio de caso en el capítulo de metodología, se procede a realizar una descripción detallada de la unidad de análisis dividida en Vicepresidencias y Gerencia, esto con el propósito de poder llevar a cabo un análisis más detallado.

4.2.1 Vicepresidencia de Construcción

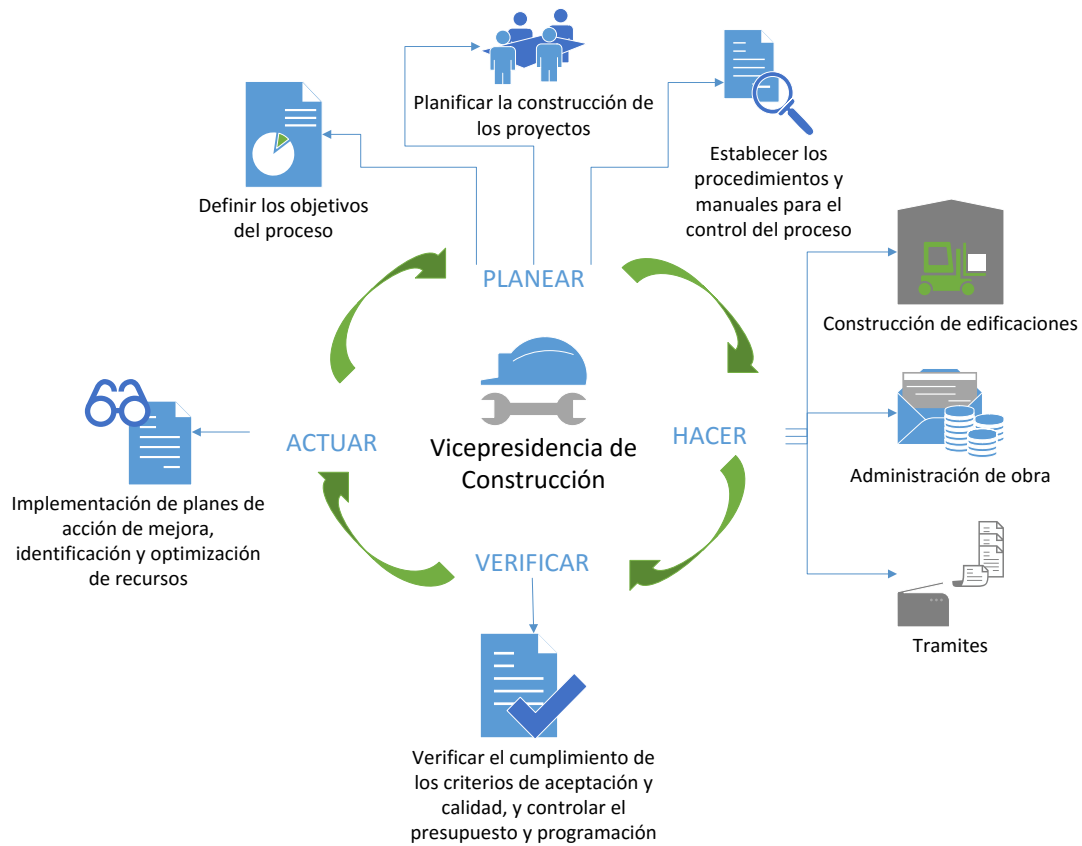
La Vicepresidencia de Construcción tiene como misión construir las edificaciones y obras de urbanismo relacionadas a los proyectos que cumplan con los requerimientos del cliente cumpliendo los tiempos y requisitos legales que le competan buscando siempre la más alta calidad del producto.

Dentro de los subprocesos que debe desarrollar la vicepresidencia de construcción está la ejecución de proyectos arquitectónicos y de urbanismo desarrollados por la vicepresidencia de diseño. Además de realizar la construcción debe también controlar y realizar el mantenimiento de los equipos de construcción propios, gestionar los trámites para los servicios públicos de los proyectos, administrar las compras de materiales de construcción y gestionar los pagos a contratistas.

Las relaciones internas con partes interesadas dentro de la empresa por parte de esta vicepresidencia se dan en primer lugar con la presidencia el cual proporciona las políticas, objetivos y metas por cumplir por parte de la organización, en segundo lugar se relaciona directamente con la vicepresidencia de proyectos y diseño, las cuales proporcionan la información necesaria para que la construcción del proyecto se pueda dar. Finalmente la vicepresidencia de construcción se apoya en diferentes vicepresidencias que surten el papel de procesos de apoyo como la gestión financiera, gestión contable, gestión administrativa, gestión jurídica, gestión tecnológica y la gestión humana, pero las vicepresidencias y direcciones asociadas a estos procesos no son parte de la unidad de análisis de esta investigación como ya fue expuesto en el diseño del estudio de caso en el capítulo 3.

La interacción de las vicepresidencias está coordinada y documentada en el sistema de gestión de la calidad implementado y certificado bajo el sello ISO 9001 de la empresa y esta soportado en un ciclo de planear, hacer, verificar y actuar (PHVA). A continuación se presenta el ciclo PHVA de esta vicepresidencia el cual se construyó a partir de las observaciones no participantes y revisión documental mostrando solo los procesos genéricos de cualquier constructora en el país sin especificar procesos detallados por acuerdo de confidencialidad con la empresa y el investigador.

Figura 4-1: Ciclo PHVA Vicepresidencia de Construcción. Adaptado por el Autor.



4.2.2 Vicepresidencia de Diseño

La Vicepresidencia de Diseño tiene como misión elaborar proyectos de diseño de edificaciones que se ajusten a los requerimientos del mercado, precio, producto y ubicación buscando siempre la más alta calidad para el cliente. Dentro de los subprocesos que debe desarrollar la vicepresidencia de diseño son el diseño urbanístico de los proyectos y validación del urbanismo acordes a los requerimientos de las oficinas de planeación de las ciudades, además del diseño arquitectónico y de detalles de las edificaciones.

Las relaciones internas con partes interesadas dentro de la empresa por parte de esta vicepresidencia se dan en primer lugar con la presidencia el cual proporciona las políticas, objetivos y metas por cumplir por parte de la organización al igual que sucede con la vicepresidencia de construcción, en segundo lugar se relaciona directamente con la vicepresidencia de proyectos y la vicepresidencia de construcción dentro de la unidad de

análisis propuesta para el desarrollo de esta investigación, por fuera de la unidad de análisis la vicepresidencia de diseño se relaciona además con la vicepresidencia comercial que provee la información del estudio de mercado y el área de servicio al cliente que tiene que ver con solicitud de planos por parte de propietarios. Las áreas de apoyo mencionadas en la sección de la vicepresidencia de la construcción también son las mismas áreas de apoyo que la vicepresidencia de diseño, pero cabe recordar que estas áreas no hacen parte de la unidad de análisis de esta investigación.

EL ciclo de planear, hacer, verificar y actuar (PHVA) de esta vicepresidencia se construyó a partir de las observaciones no participantes y revisión documental al igual que en la vicepresidencia de construcción, se presenta un esquema grafico básico sin entrar en detalles específicos de la empresa por acuerdo de confidencialidad con la empresa y el investigador.

Figura 4-2: Ciclo PHVA Vicepresidencia de Diseño. Adaptado por el Autor.



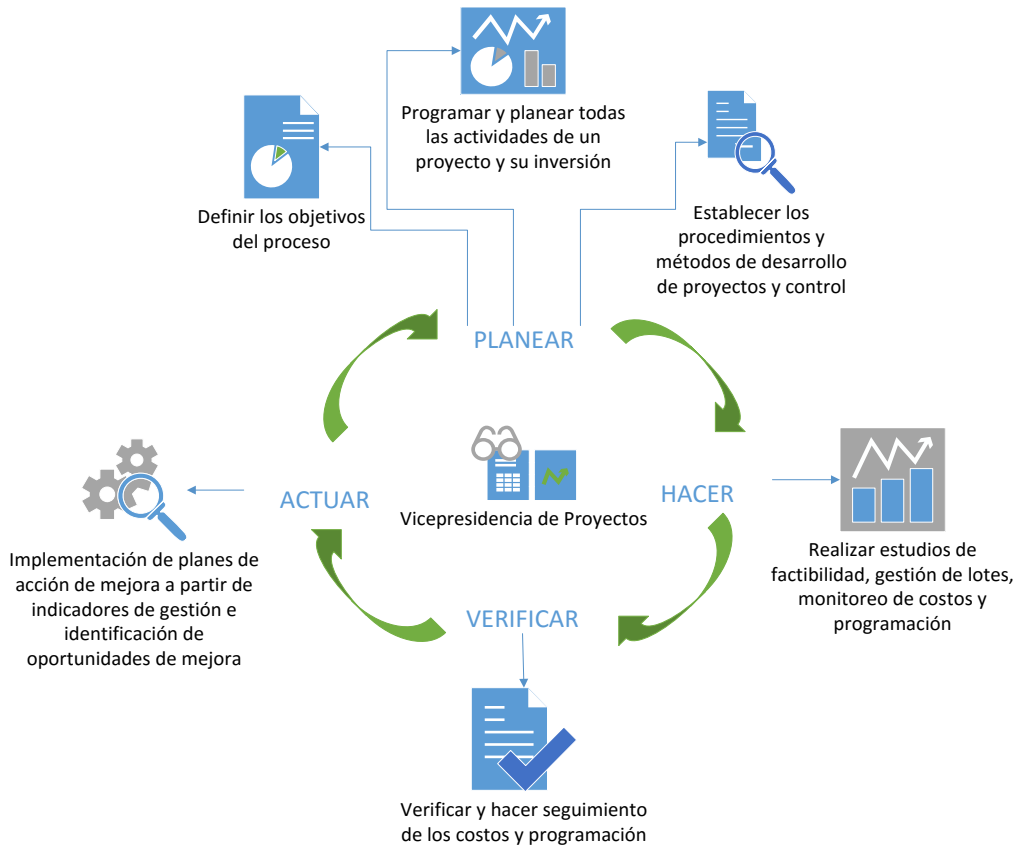
4.2.3 Vicepresidencia de Proyectos

La Vicepresidencia de Proyectos tiene como misión planear, desarrollar y conseguir proyectos, integrando las áreas directamente relacionadas con el desarrollo del proyecto, optimizando rentabilidades y garantizando la calidad y satisfacción de clientes externos e internos de la empresa. Dentro de los subprocesos que debe desarrollar la vicepresidencia de proyectos son la estructuración de nuevos negocios, la gestión de los proyectos de construcción, el control de costos y programación y finalmente la planeación de proyectos dentro de la empresa.

Las relaciones internas con partes interesadas dentro de la empresa por parte de esta vicepresidencia se dan al igual que las dos anteriores vicepresidencia en primer lugar con la presidencia, en segundo lugar se relaciona directamente con la vicepresidencia de construcción y la vicepresidencia de diseño dentro de la unidad de análisis propuesta para el desarrollo de esta investigación, y por fuera de la unidad de análisis están la vicepresidencia comercial que provee la información del estudio de mercado al igual que la vicepresidencia de diseño, y el área de servicio al cliente. Las áreas de apoyo mencionadas en la sección de la vicepresidencia de la construcción y diseño también son las mismas áreas de apoyo que esta vicepresidencia, pero cabe resaltar que estas áreas no hacen parte de la unidad de análisis de esta investigación.

Al igual que en las anteriores vicepresidencias a continuación se presenta el ciclo de planear, hacer, verificar y actuar (PHVA) de esta vicepresidencia, el cual se construyó a partir de las observaciones no participantes y revisión documental sin entrar en detalles específicos de la empresa por acuerdo de confidencialidad con la empresa y el investigador, pero mostrando un ciclo básico para cualquier constructora que maneje esta vicepresidencia dentro de su estructura organizacional.

Figura 4-3: Ciclo PHVA Vicepresidencia de Proyectos. Adaptado por el Autor.



4.2.4 Gerencia

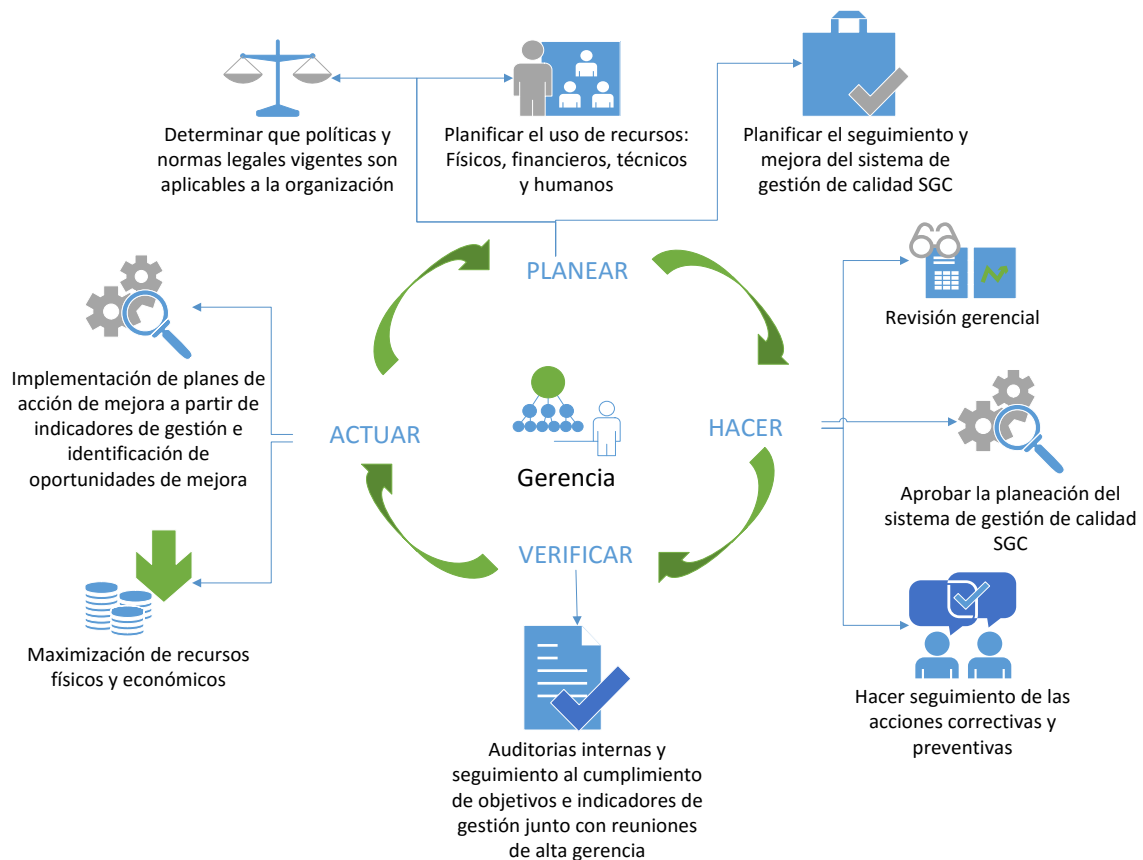
La Gerencia de AR CONSTRUCCIONES S.A.S. tiene como misión planear la operación y mejoramiento de la empresa teniendo en cuenta las políticas y metas corporativas buscando su sostenibilidad en el tiempo además de la operación y mejoramiento continuo del sistema de gestión de calidad. Lo anteriormente mencionado lo logra a través de la asignación de recursos necesarios para la operación de los procesos y liderando el proceso de generación de cultura de calidad y servicio al cliente a partir de una planeación estratégica buscando entregar un producto de alta calidad.

Las relaciones internas con partes interesadas dentro de la empresa por parte de la gerencia es con todas las vicepresidencias ya expuestas anteriormente que hacen parte de la unidad de análisis establecida para el estudio de caso de esta investigación y por fuera de la unidad de análisis se relaciona con la presidencia comercial, el área de servicio

al cliente y las áreas de apoyo relacionadas con la gestión humana, administrativa, contable, tecnológica, jurídica y financiera.

A continuación se presenta el ciclo de planear, hacer, verificar y actuar (PHVA) de la presidencia, el cual se construyó a partir de las observaciones no participantes y revisión documental sin entrar en detalles específicos de la empresa por acuerdo de confidencialidad con la empresa y el investigador.

Figura 4-4: Ciclo PHVA Gerencia. Adaptado por el Autor.



4.3 Datos recolectados y su codificación

La consolidación de los datos recogidos producto de las entrevistas semi-estructuradas realizadas se agrupó en categorías y subcategorías a partir del uso de palabras clave asumidas como códigos descriptivos, los cuales fueron definidos en un proceso de codificación de doble vía (Romero, 2016; Saldaña, 2010).

En primer lugar se partió de una codificación *in vivo*, lo que quiere decir que se tomó textualmente y directamente lo que el entrevistado respondió, lo cual permite asociarse a una palabra clave y conocida como un código descriptivo, y que se conoce como *open coding* (Saldaña, 2010). Es importante mencionar que estas palabras clave no poseían referencia directa a las proposiciones.

En la Tabla 4-6 se presenta la primera codificación *open coding* que se llevó a cabo para identificar palabras clave producto de las entrevistas semiestructuradas realizadas, se omiten cargos y direcciones en esta etapa de resultados por motivos de confidencialidad establecidos de común acuerdo con la empresa analizada, aunque más adelante se presentaran los resultados consolidados por vicepresidencias.

Tabla 4-6: Palabras clave identificadas en la codificación *in vivo* inicial.

Consolidado Palabras Clave identificadas Codificación in vivo inicial	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11
ACV	SI	SI		SI							
Alta Gerencia	SI	SI		SI	SI		SI	SI	SI		SI
Cliente	SI			SI				SI	SI		
Calidad				SI	SI				SI	SI	SI
Capacitación		SI		SI	SI	SI	SI			SI	
Certificación				SI					SI		
Competitividad				SI							SI
Conocimiento	SI	SI		SI	SI	SI			SI		SI
Costo	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI			SI
Cultura		SI	SI	SI	SI		SI	SI	SI		
Ciclo PHVA		SI									SI
Estrategias	SI	SI	SI	SI	SI		SI			SI	
Estrato Socioeconómico	SI		SI	SI		SI					
Impactos Ambientales	SI		SI								
Implementación				SI			SI				
Innovación		SI			SI		SI	SI	SI	SI	SI
Integración Con Partes Interesadas	SI	SI	SI		SI			SI	SI	SI	
<i>Lean Construction</i>		SI	SI		SI		SI	SI		SI	SI
Mercado	SI		SI					SI	SI	SI	SI
Medio Ambiente					SI						SI
Normativa Y La Ley	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI
Sistemas De Gestión	SI		SI	SI		SI				SI	SI
Proyecto			SI	SI	SI		SI	SI	SI		
Reputación			SI			SI			SI		
Optimizar		SI							SI		
Recursos		SI			SI				SI	SI	
Sostenibilidad		SI					SI	SI	SI		
Valor Agregado	SI	SI	SI		SI		SI	SI	SI	SI	
Ventaja Competitiva				SI		SI	SI		SI	SI	SI
VSM	SI	SI		SI	SI	SI			SI	SI	
Planeación									SI	SI	SI

Consolidado Palabras Clave identificadas Codificación in vivo inicial	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11
Responsabilidad Social											SI
Talento Humano										SI	
<i>Green Lean</i>							SI		SI		
Diseño			SI								
Construcción		SI									
Impedimentos	SI										

Por otro lado, para llevar a cabo el proceso de codificación en doble vía (*open coding* y códigos producto de las proposiciones), se identificaron las relaciones conceptuales entre los códigos ya definidos y descritos con los códigos que surgen a partir de las proposiciones ya mencionadas en el capítulo de metodología. A partir del cruce de códigos descriptivos se encontraron coincidencias desde donde se establecen las categorías y subcategorías con las que se adelantó el proceso de codificación con el cual se realizó los análisis y desde donde se producen las conclusiones y construcción del modelo de esta investigación.

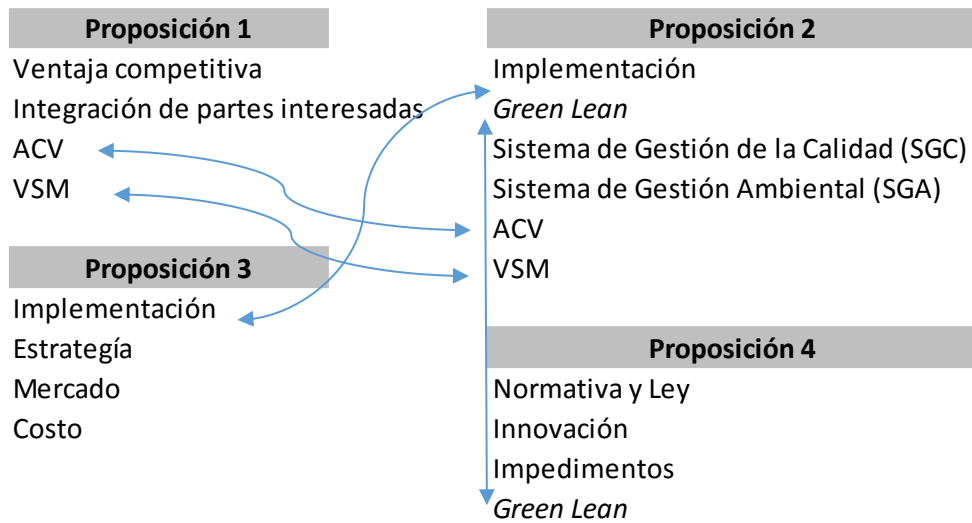
Tabla 4-7: Códigos de las Proposiciones sobre las que se desarrolla el estudio de caso.

PROPOSICIONES	PLANTEAMIENTO DE LAS PROPOSICIONES	CÓDIGOS
PROPOSICIÓN 1	La implementación del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y el Value Stream Mapping (VSM) puede ser incluida dentro de los proyectos para generar ventajas competitivas al integrarse con partes interesadas (IPI) .	<ul style="list-style-type: none"> • ACV • VSM • Proyectos • Ventaja competitiva • Integración de partes interesadas (IPI)
PROPOSICIÓN 2	La implementación de estrategias Green Lean (ACV+VSM) deberían estar soportadas con un sistema de gestión de calidad y ambiental	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación • <i>Green Lean</i> • Sistema de gestión • Calidad • Ambiental • ACV • VSM
PROPOSICIÓN 3	La implementación de estrategias Green Lean está justificada principalmente en los requerimientos del mercado y el costo .	<ul style="list-style-type: none"> • Implementación • Estrategias • Mercado • Costo
PROPOSICIÓN 4	La creación de un modelo <i>Green Lean</i> de esta naturaleza requiere ir más allá de la normativa y la ley siendo proactivos e innovadores para superar los impedimentos encontrados.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Green Lean</i> • Normativa y ley • Innovación • Impedimentos

Lo anteriormente descrito busca responder de qué manera los códigos y conceptos reflejan el significado de la agrupación de palabras de las entrevistas y observaciones, requerido en un análisis racional y analítico (Yin, 2009).

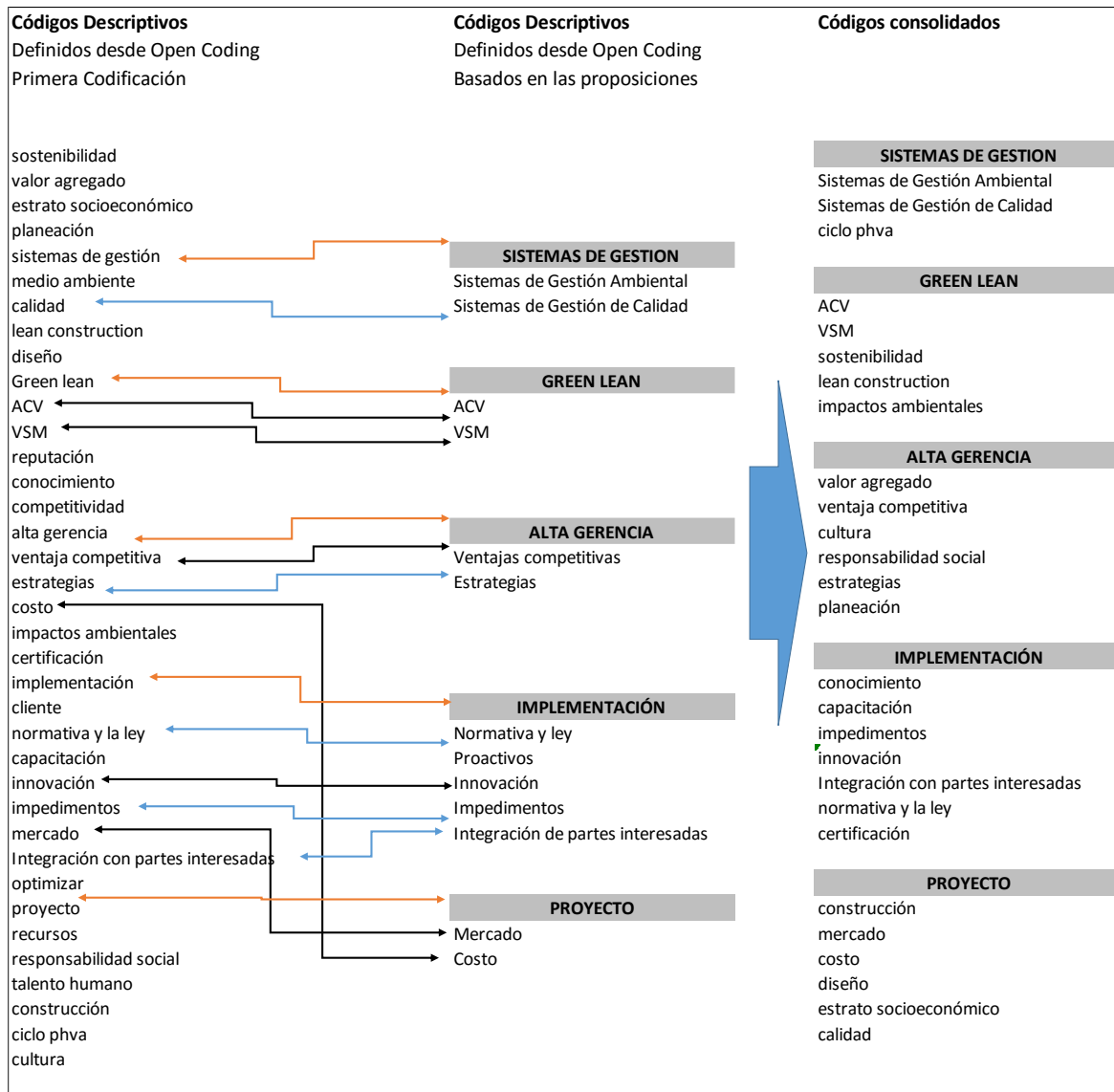
A partir de las proposiciones planteadas en la tabla anterior se establecieron interconexiones entre las mismas con el objetivo de dar un sentido de proceso escalonado al interconectarlas definiendo una ruta para el análisis (Romero, 2016).

Figura 4-5: Relaciones de los Códigos descriptivos definidos desde las proposiciones.



Del producto de la codificación en doble vía (Saldaña, 2010), a continuación se presenta el ejercicio realizado para definir los códigos descriptivos desde la codificación *in vivo* y los códigos producto de las proposiciones para así determinar los códigos consolidados.

Figura 4-6: Relaciones en los Códigos descriptivos definidos en la codificación *in vivo* y desde las proposiciones.



Así, como se puede observar se definieron cinco (5) categorías y se desagregaron veintisiete (27) sub-categorías. El proceso de codificación como ya ha sido mencionado se realizó con N vivo 11, desde el que se generó información producto de codificar las entrevistas y que fue complementada con un procesamiento en Excel. A partir del procesamiento realizado en N vivo 11 y Excel, se compilaron los datos en tablas y gráficos que sirven de representación gráfica de los resultados obtenidos en la investigación, esto permite identificar y facilitar el análisis de los resultados (Ver sección 3.4.7, 3.4.8 y 3.4.9),

convirtiéndose en la base de la discusión y construcción de la aproximación del modelo propuesto.

4.3.1 Consolidación de los datos

En total para el desarrollo de esta investigación se realizaron 11 entrevistas semiestructuradas al equipo directivo de la empresa estudiada y se realizó una observación no participante de 25 horas que permitió consolidar el entendimiento y conocimiento de la unidad de análisis. En las siguientes dos tablas se presenta la cantidad de codificaciones realizadas con los códigos consolidados según las sub unidades de análisis. Esta información cuantitativa sirve de referencia para identificar tendencias de los datos para realizar el análisis del estudio de caso holístico simple.

Tabla 4-8: Códigos descriptivos definidos según Categorías y Subcategorías (Códigos).

Categorías y códigos	Vp. de Construcción			Vp. de Diseño	Vp. de Proyectos			Gerencia				
	E1	E2	E4		E3	E8	E9	E10	E6	E5	E7	E11
Consolidado												
SISTEMAS DE GESTION	2		2	1	1			1	1	1	2	
Sistemas de Gestión Ambiental	1			2			2		1		1	
Sistemas de Gestión de la Calidad	1		1	1			3				1	
Ciclo PHVA	1		1				1	1			1	
GREEN LEAN	10	2		2	5	6		3	6	2	3	
ACV	4	1	1	4					1	1	2	
VSM	4	2	2	4	5	4	2	7	3	4	2	
Sostenibilidad	2	4		2	3	5	1		3	4	1	
<i>Lean Construction</i>	1	5	3	3	3	2	5	1	1	7	2	
Impactos Ambientales	4	1	1	3		2	1		2	2	1	
ALTA GERENCIA	7	4	1	2	2	2		4	2	2	1	
Valor Agregado	2	2	1	1	4	6	1	2	1	3	3	
Ventaja Competitiva	1		2	4	2	5		3	3	4	3	
Cultura	2	3	1	5	6	4		1	1	1	1	
Responsabilidad Social		1		2	1	1			3		1	
Estrategias	1	2	1	2	1	4		2		3	4	
Planeación	3	2	1	1	2	1	2	3	2	2	1	
IMPLEMENTACIÓN	8	1	1	3	4	4	1		2	3	4	
Conocimiento	3	2	1	3	3	2	2	1	3	3	3	
Capacitación		5	2		2		1	3	2	1	1	
Impedimentos	6	4	4	1	8		2	4	2	3	2	
Innovación		1	4	2	2	5	2	1	3	3	5	
Integración Con Partes Interesadas	7	6	3	7	2	7	3	4	4	2		
Normativa Y La Ley	5		1	6	1		4	1	2	3	2	
Certificación	1		1	2		1	2	1		2	1	

Categorías y códigos	Vp. de Construcción			Vp. de Diseño	Vp. de Proyectos			Gerencia			
	E1	E2	E4	E3	E8	E9	E10	E6	E5	E7	E11
Consolidado	5	4	1	3	10	14		7	1	8	4
PROYECTO	5	4	1	3	10	14		7	1	8	4
Construcción	13	9	2	9	13	4	3	7	6	5	14
Mercado	8	1	2	2	7	5	1	1		3	2
Costo	9	1	3	9	7		2	4	2	4	3
Diseño	4	3		7		2	10		2	4	
Estrato Socioeconómico	3		3	1	1		2				1
Calidad	1		4	2		5	6	2	2	2	7

Tabla 4-9: Totales Códigos descriptivos definidos. Categorías y Subcategorías.

Consolidado	Vicepresidencia de Construcción			Vicepresidencia de Diseño	Vicepresidencia de Proyectos			Gerencia				TOTAL
	E1	E2	E4	E3	E8	E9	E10	E6	E5	E7	E11	
SISTEMAS DE GESTION	5	0	4	5	1	0	6	2	2	1	5	30
GREEN LEAN	25	15	7	18	16	19	9	11	16	20	11	167
ALTA GERENCIA	16	14	7	17	18	23	3	15	12	15	14	154
IMPLEMENTACIÓN	30	19	17	24	22	19	17	15	18	20	18	219
PROYECTO	43	18	15	33	38	30	24	21	13	26	31	289
TOTAL	119	66	50	97	95	91	59	64	61	82	79	863

A partir de los datos presentados, se procedió a organizar la información en gráficos, lo anterior con el propósito como fue mencionado en la metodología de evidenciar tendencias o comportamientos de la unidad de análisis en relación con las proposiciones (Ver sección 3.4.8 y 3.4.9). Los gráficos son el resultado obtenido del procesamiento de datos en N Vivo 11, y se complementaron con gráficos realizados en Excel buscando nuevos diagramas que permitan identificar tendencias no reconocidas en los reportes de N Vivo 11. Se tienen de este modo una consolidación de datos representados en diagramas radiales y gráficos de nubes de palabras que asocian palabras clave a la unidad de análisis y las categorías planteadas.

4.4 Descripción e interpretación

Tomando en consideración los pasos mencionados en el capítulo de metodología, ver sección 3.4, a continuación se presenta el proceso de representación y descripción en la que desde una narrativa se plantean discusiones producto del proceso de codificación y reorganización de los códigos para llevar a cabo un análisis en torno a la unidad de análisis propuesta según las categorías y subcategorías producto de la codificación en doble vía

que tuvo en cuenta el *open coding* y los códigos asociados a las proposiciones. Se recuerda entonces que se obtuvieron las siguientes categorías: Sistemas de Gestión, *Green Lean*, Alta Gerencia, implementación y proyecto.

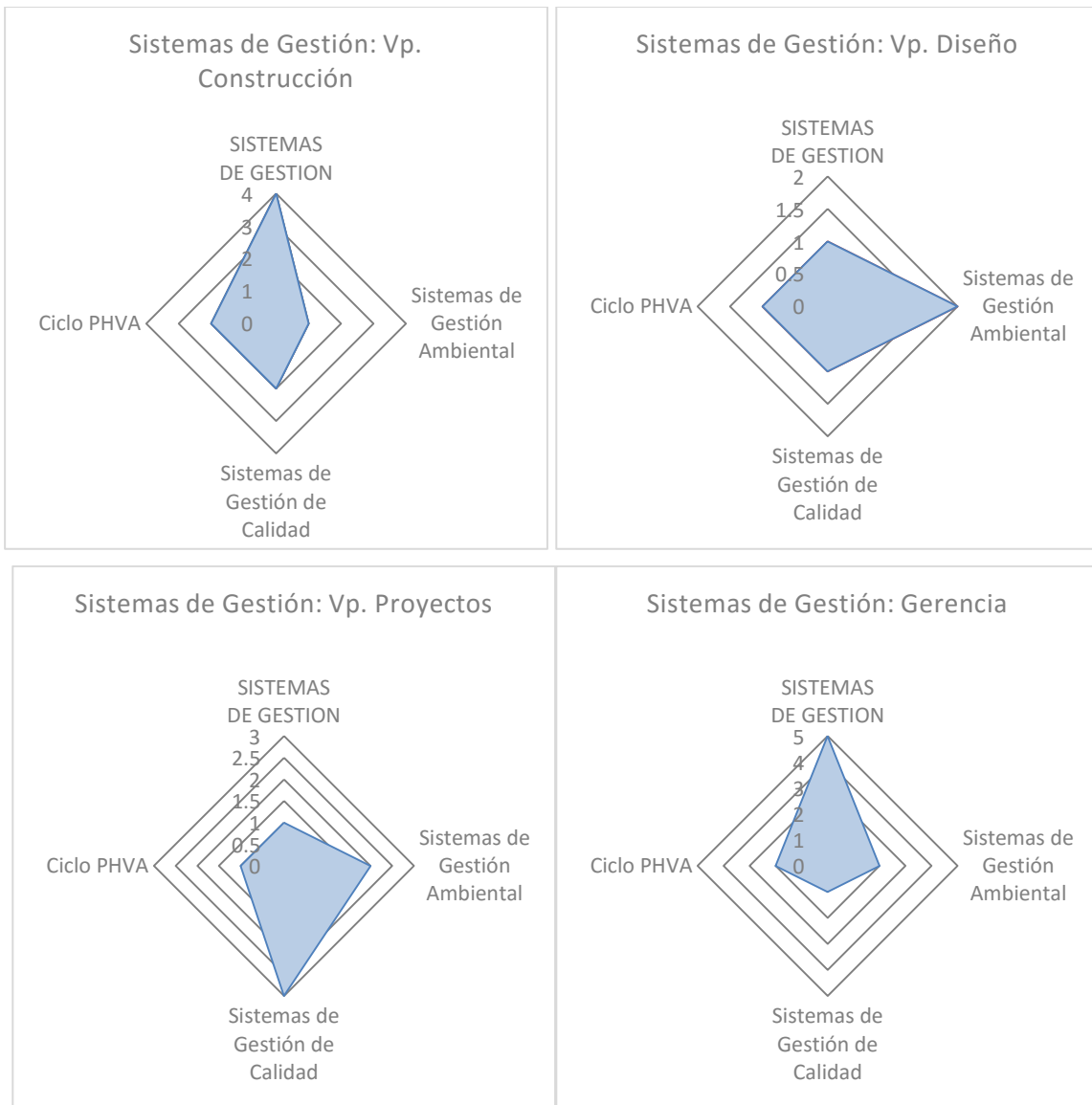
4.4.1 Resultados según la Categoría de Sistemas de Gestión

En primer lugar se presentan los resultados de la categoría de Sistemas de Gestión, entendiendo que los mismos están relacionados con un proceso que brinda marcos de referencia que permiten ayudar a mejorar el desempeño global y proporcionar una base sólida para implementar iniciativas de desarrollo sostenible, las cuales están descritas en las normas ISO 9001 e ISO 14001 (ISO, 2015a, 2015b). Cabe destacar que dentro de la empresa analizada se encuentra implementado un Sistema de Gestión de Calidad (SGC) y certificado bajo la norma ISO 9001, el cual está establecido para mejorar los procesos internos.

De acuerdo a la observación no participante para contextualizar esta categoría, a través de la investigación realizada se evidencia la implementación de los ciclos PHVA dentro de las vicepresidencias de una manera coordinada entre las direcciones pero que no están necesariamente contempladas dentro de los procedimientos del SGC, ya que como también se evidencia puntualmente en las respuestas de algunos entrevistados, la implementación de un ciclo PHVA no necesariamente requiere involucrar formatos que solo son usados para las auditorias.

En la Figura 4-7 y Figura 4-8, se presentan cinco gráficas radiales que permite identificar las tendencias de lo respondido según las vicepresidencias y gerencia que hacen parte de la unidad de análisis en torno a la categoría de Sistemas de Gestión.

Figura 4-7: Resultados por Unidad de Análisis según la categoría: Sistemas de Gestión y códigos descriptivos. Elaboración propia.

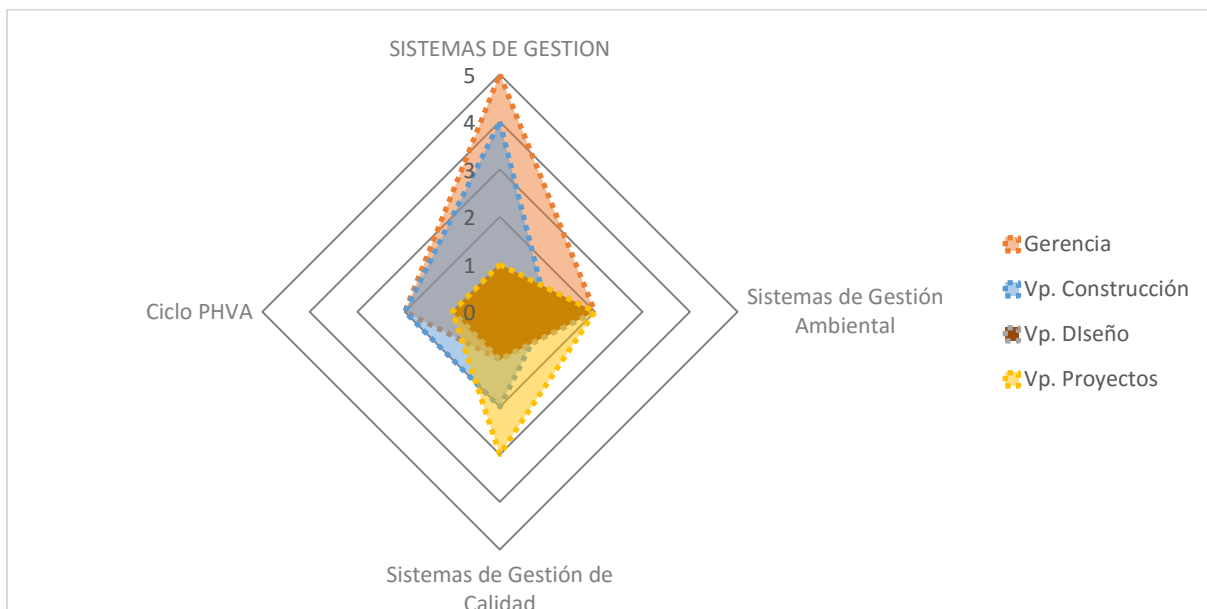


Como se puede observar, en la vicepresidencia de construcción la tendencia de las respuestas codificadas muestra que la implementación de este tipo de estrategias debería estar ligado a un sistema de gestión en general, teniendo como un complemento por ejemplo un ciclo PHVA o la adopción de un SGC y SGA en específico. Por otro lado la vicepresidencia de diseño asocia manejar las estrategias *Green Lean* abordadas en las entrevistas y las observaciones no participantes con Sistemas de Gestión Ambiental principalmente pero también reconociendo el desarrollo de ciclos PHVA para llevar a cabo el desarrollo de proyectos que tengan en cuenta dentro de su cadena de valor la evaluación

de impactos ambientales. La vicepresidencia de proyectos muestra una tendencia en sus respuestas de relacionar ACV y VSM con SGC y también SGA, que implícitamente poseen ciclos PHVA. Finalmente, la Gerencia de la empresa a partir de sus respuestas dadas se puede observar que de las preguntas semi-estructuradas en torno a la implementación y construcción de un modelo *Green Lean* considera que este tipo de estrategias debe estar sujeto a un sistema de gestión tal vez por las tendencias mostradas más hacia la aplicación de un ciclo PHVA y un SGA.

Ya realizada la presentación de los resultados de la categoría según las vicepresidencias y la gerencia que componen la unidad de análisis, se presenta una gráfica consolidada para evidenciar las tendencias como una unidad de análisis consolidada (Ver Figura 4-8).

Figura 4-8: Resultado Consolidado según la categoría: Sistema de Gestión. Elaboración propia.



De estas graficas se puede evidenciar que según las preguntas realizadas en las entrevistas y los temas tratados en torno a un modelo *Green Lean*, que implemente el ACV y el VSM, la unidad de análisis relaciona la implementación de este tipo de modelos y estrategias con un Sistema de Gestión seguido del código SGC, acompañado de ciclos PHVA y finalmente lo vinculan con un SGA. Además se puede observar que según la estructura organizacional de la compañía y según la observación no participante a nivel de

direcciones, el área de diseño que identifica como aspecto clave el SGA para la implementación de estrategias encaminadas a *Green Lean* es un área con poca participación directiva para la toma de decisiones estratégicas pero que a partir de la integración de partes interesadas podría involucrarse para la posible implementación de una estrategia medioambiental proactiva y como fue expuesto en la sección 2.3.2 llegar a una ventaja competitiva.

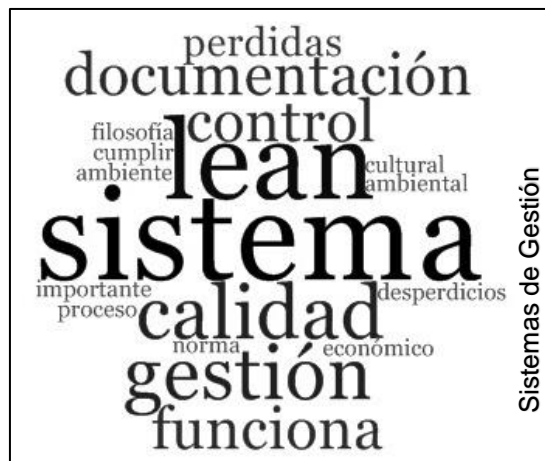
En la Tabla 4-10 se pueden observar respuestas destacadas que tienen que ver con la categoría de Sistemas de Gestión junto con sus códigos.

Tabla 4-10: Respuestas destacadas en relación con la categoría: Sistemas de Gestión.

Respuestas destacadas	
Categoría: Sistemas de Gestión	
Códigos: Ciclo PHVA, Sistema de Gestión de la Calidad, Sistema de Gestión Ambiental	
E11	Si, y así lo manejamos en la compañía, si no es así usted no tiene como mantener un sistema Lean y se le queda en una filosofía muy bonita allá que dicen los libros , si usted no lo une, bien sea al Sistema de Gestión de Calidad o a un sistema de control, no le funciona Lean Construction nunca, eso ya está más que demostrado.
	De hecho no le funciona nada, si usted no cierra el ciclo PHVA no le funciona y para nosotros, eh en AR, si es clave que lo integremos con sistemas de gestión , que lo dividimos aquí, que lo manejamos, calidad, salud en el trabajo y ambiental.
	Hace unos años este tema ambiental era más de carácter optativo , nosotros a través de AR en ese sistema de gestión de calidad que venimos implementando de una manera paulatina y que hoy por hoy es una exigencia legal, lo vemos como una parte fundamental de nuestra cadena de valor , de nuestro desarrollo, de nuestros productos, básicamente.
E3	Sí, claro, o sea para poder tener un control toca tener una documentación .
	Súper, ahora, chévere porque veo que aquí a veces lo que cansa es que por un lado va gestión de calidad , por un lado va Lean y eso ya se está empezando a ver, que a veces hablan de lo mismo pero entonces quién hace qué...
E6	...muchos de esos temas, eh yo creo que pueden llegar a funcionar sin que estén montados en un sistema , sino que simplemente se adopte .
	... uno se comprometa con unos resultados o con unas actividades y simplemente determina que se tiene que hacer y listo, sin tener que enredarme con la parte de que tengo que llenar documentos adicionales .
E5	Tarde que temprano sí. Debe ser una parte de este proceso , más que se quiere trabajar sin desperdicios, sin perdidas, eh al involucrar el medio ambiente estamos generando es la protección de él y evitando la pérdida de insumos naturales que son las que nos dan de comer.

A partir de la codificación de todas las entrevistas se pudo encontrar las 20 palabras más usadas por los entrevistados en torno a los códigos y categoría de Sistemas de Gestión. Se encontraron estas palabras usando un criterio de similitud entre exacto y similar (es decir incluyendo los sinónimos), lo cual evidencia tendencias más específicas de las respuestas dadas en torno a este concepto, ver Figura 4-9.

Figura 4-9: Nube de palabras según la categoría: Sistemas de Gestión. Elaboración propia.

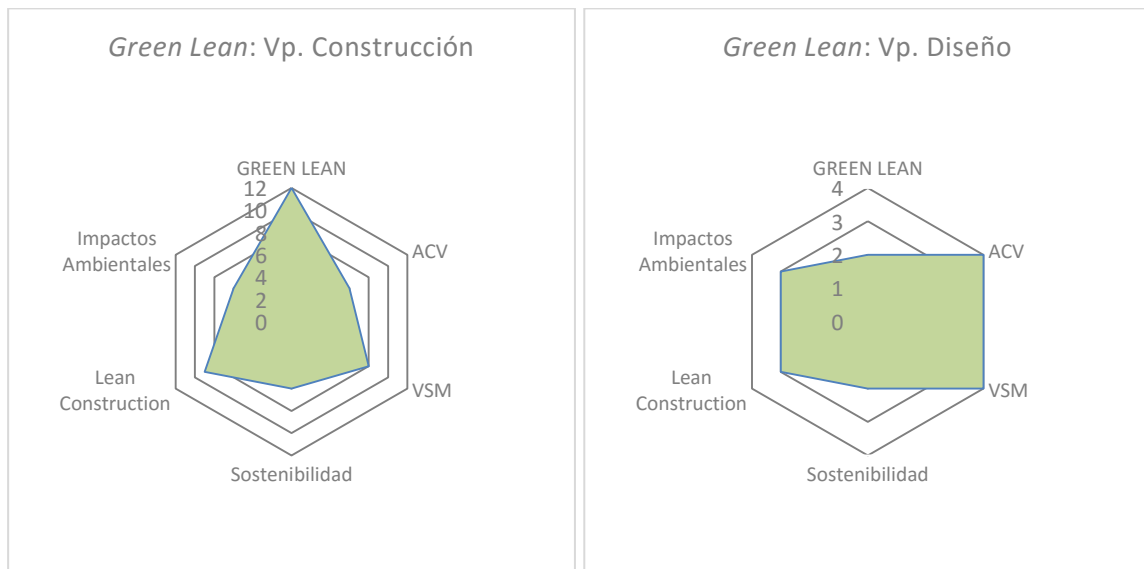


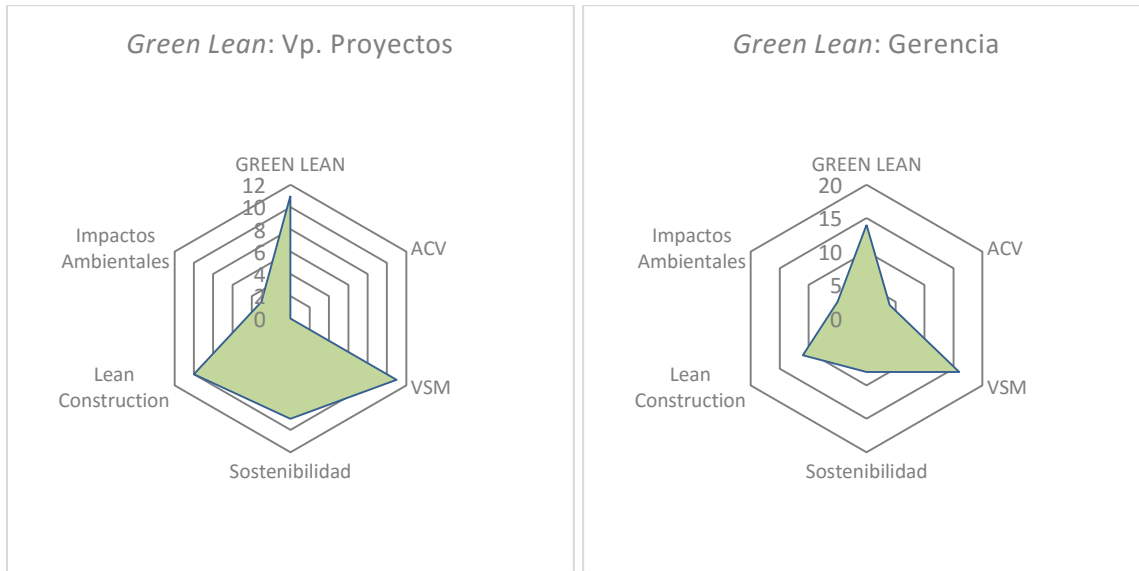
Cómo se puede apreciar en la nube de palabras se evidencian conceptos como que el sistema de gestión está relacionado con “norma”, “documentación”, “control”, “calidad” lo cual podría ser asociado con una visión encaminada hacia una certificación, pero también se evidencian palabras como “perdidas”, “económico”, “funciona”, “importante” que puede construir una idea que la implementación de estos sistemas ayudan a la gestión de las pérdidas y la gestión de lo económico y que por tanto es importante y funciona. Por otro lado resultaron palabras como “filosofía”, “cultural”, “proceso”, “ambiente” que pueden evidenciar que tal vez un sistema de gestión deben estar acompañadas de aspectos culturales acompañando la certificación y finalmente quedan palabras como “lean”, “ambiental”, “desperdicios” que pueden construir una idea sobre los Sistemas de Gestión en relación con el modelo *Green Lean* que debe estar enfocado hacia el tema ambiental, *lean* y desperdicios.

4.4.2 Resultados según la Categoría *Green Lean*

Como ya fue mencionado en el marco teórico, dentro de una visión de la empresa enmarcada dentro de la responsabilidad ambiental tiene sentido involucrar iniciativas *Green con Lean*, recordando que los principios *Lean* están encaminados hacia maximizar la productividad disminuyendo los desperdicios y costos, y cuya herramienta principal es el VSM, y los principios *Green* que se enfocan con la protección del medio ambiente donde su principal herramienta es el ACV. Además es importante recordar que las industrias que ya han implementado dentro de sus procesos el sistema *Lean* han percibido una progresión natural hacia tendencias *Green* (Dhingra et al., 2014, p. 2; Ng et al., 2015). A continuación se presentan los resultados de la investigación según la categoría *Green Lean*.

Figura 4-10: Resultados por Unidad de Análisis según la categoría: *Green Lean* y códigos descriptivos. Elaboración propia.



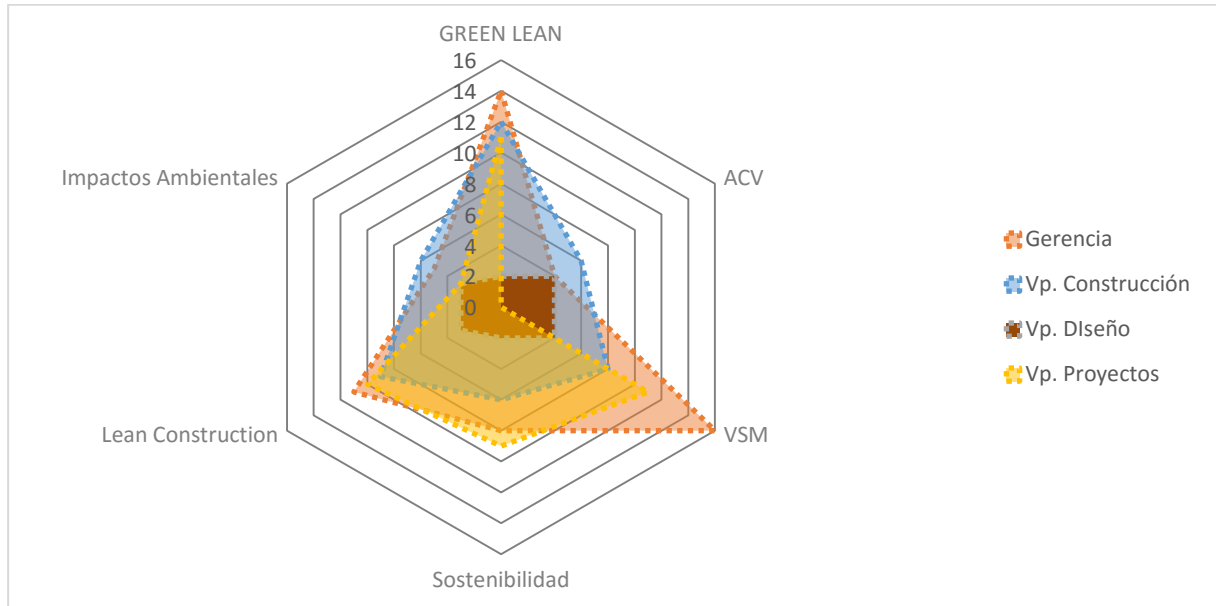


Es importante destacar que de las respuestas y el proceso de codificación se logró encontrar evidencias que existen ideas no estructuradas dentro de la teoría *Green Lean* pero que pueden ser asociadas a dicho concepto. Como se puede ver en las gráficas radiales uno de los conceptos más representativos en las respuestas tiene que ver precisamente con el código de *Green Lean* que en general estuvo asociado a respuestas vinculadas con prácticas de buen uso del ambiente que permitan mejorar los tiempos y costos. A partir de las entrevistas, las observaciones no participantes y la revisión de documentos se evidencia la falta de conocimiento de la metodología de ACV a nivel general y a nivel específico de la construcción, lo cual podría llegar a ser asociado a que se trata de un análisis muy especializado, pero que debería poder ser parte de un proceso innovador dentro de la empresa rompiendo las barreras internas en torno al conocimiento.

A partir de la gráfica radial presente a continuación, ver Figura 4-11, se puede observar una tendencia que muestra que para la unidad de análisis el concepto de *Green Lean* está más vinculado al *Lean Construction* y su herramienta principal de mapeo de cadena de valor conocido como VSM, que con la metodología ACV o conceptos asociados a *Green* como lo es la sostenibilidad y los impactos ambientales. Esto puede ser atribuido a que la empresa analizada al momento del estudio y realización de esta investigación se encontraba en un proceso reciente de implementación de la filosofía *Lean Construction* en todos los procesos relacionados al desarrollo de proyectos de construcción. Esto también podría ser asociado a la falta de difusión del conocimiento en constructoras de la ciudad

de Bogotá en torno a metodologías encaminadas a estrategias ambientalmente proactivas como lo es el ACV, al medir los impactos medioambientales de un proceso o producto y de esta manera tomar decisiones sostenibles que van más allá de lo requerido por la ley.

Figura 4-11: Resultado Consolidado según la categoría: *Green Lean*. Elaboración propia.



En la Tabla 4-11 se pueden observar respuestas destacadas que tienen que ver con la categoría de Sistemas de Gestión junto con sus códigos.

Tabla 4-11: Respuestas destacadas en relación con la categoría: *Green Lean*.

Respuestas destacadas	
Categoría: <i>Green Lean</i>	
Códigos: ACV, VSM, Sostenibilidad, <i>Lean Construction</i> , Impactos ambientales	
E11	De nuestros productos al interior de la constructora, porque cada vez que hacemos algo, le vamos a identificar alguna mejora y alguna manera de hacerlo no solo más eficiente , sino como dice su pregunta identificar cómo podemos ser ambientalmente más eficientes .
	...la sostenibilidad y una filosofía como Lean nos invita cada vez más a innovar , porque nos restringe en gran medida el costo a punta de dedicarnos mucho antes de iniciar un proyecto a pensar y ese elemento que a veces no hacemos porque tenemos la mente oiga siempre lo hemos hecho bien, para que nos vamos a poner a cambiarlo...
	Es fundamental conocer la cadena de valor de un producto...
E8	Entonces yo creo que el mismo mercado está pidiendo cada vez más producto de esas características , hoy en día no, pero tendrá que llegar el momento... Y esos beneficios ambientales también empezaran a pesar en la decisión de los clientes

Respuestas destacadas	
Categoría: <i>Green Lean</i>	
Códigos: ACV, VSM, Sostenibilidad, <i>Lean Construction</i> , Impactos ambientales	
	<p>Yo creo que eso es de la alta gerencia, pero, pero no es exclusivamente del presidente, los vicepresidentes, incluso nosotros que estamos a nivel directivo tenemos la posibilidad de opinar y de pronto pues tratar de sesgar a que nuestro presidente empiece a tomar decisiones en ese sentido, asumir esos riesgos o ser innovador en esa clase de proyectos.</p> <p>...una herramienta donde se trata de eliminar las actividades y los procesos que no agregan valor al producto... como la visión que tiene la ingeniería industrial trasladada a la construcción.</p>
E3	<p>...en el proceso digamos de los mismos materiales y los proveedores que se van escogiendo en tiempos también mirar cuales también generan un bajo impacto con materiales reciclables o ahorita hay mucha tecnología que está llegando,</p> <p>Ya el tema Green ya no creo que sea un título, sino creo va a ser una obligación</p> <p>Si claro, o sea si uno, creo que uno debe conocer el origen para uno poder mejorar, sobre todo la parte ambiental porque obviamente uno si quiere hacer las cosas bien y bajando los impactos ambientales obviamente tenemos que devolvemos a la raíz de los materiales, de los acabados, de donde provienen todos esos insumos para poder saber cómo se maneja la obra, qué impactos va a tener.</p> <p>...y un poco mirar cómo se puede manejar de una forma inteligente digamos o compensar lo que uno quebranta a nivel ambiental, cómo lo puedo sustituir en el diseño para que digamos haya un bajo impacto.</p>
E1	<p>Porque en el proceso de transformación de los productos es donde se pueden generar mayores o pueden estar directamente relacionados con afectaciones ambientales.</p> <p>Obviamente hay un tema previo que es que los productos que uno compra como suministros o materias primas, pues que ya vienen de ahí para atrás con un histórico de impacto ambiental, pero en la transformación pues uno los compra y los transforma en el caso nuestro en edificaciones, pues hay una, hay una generación de un impacto ambiental.</p> <p>Entonces, la cadena de valor es importante para ver en dónde se genera eso, en donde se puede generar, y donde se podría evitar, corregir o minimizar.</p> <p>El análisis de ciclo de vida pues lo que entiende uno es desde el tema de diseño, la construcción, el mantenimiento y al final algo que pues aquí la verdad nunca se tiene en cuenta, pues la verdad yo no he visto que acá en Colombia se tenga en cuenta y es el tema de la demolición, como si lo hacen ya por ejemplo la industria automotriz...</p> <p>...solo con una de las premisas del Lean que es disminuir desperdicios, yo creo que con eso ya se está contribuyendo con la sostenibilidad...</p> <p>...solo con pensar que voy a tener menos desperdicios, por todo y por todo, no solo desde los procesos de construcción sino desde la optimización de los diseños, ... entre yo de manera más atenta lleve los diseños a reducir los desperdicios, pues desde ahí yo estoy bajándole a la contaminación. Y ya hacia la obra, pues tengo buenas prácticas que me disminuyan el desperdicio...</p>

Respuestas destacadas	
Categoría: <i>Green Lean</i>	
Códigos: ACV, VSM, Sostenibilidad, <i>Lean Construction</i> , Impactos ambientales	
E9	importante como saber que yo estoy generando un impacto a nivel planeta, a nivel ambiente con el hacer de mi compañía, yo debo tomar como base los recursos naturales , estoy impactando una comunidad , unos suelos, es totalmente importante conocer toda la cadena de valor para saber en qué parte le estoy haciendo impacto ambiental .
	Entonces dentro de mi proceso si yo identifico que hay una parte en la que yo puedo ser, amigable con el ambiente y lo puedo explotar pues bienvenidísimo y en eso me encamino y articulo todos mis procesos y el procedimiento a la cadena de valor , (3 seg) entonces sí me parece muy importante .
	...al final este desarrollo que hagamos nosotros con la implementación de Green Lean lo va a percibir es el cliente...
E5	...pensaría que sí, tal vez <i>Lean Construction</i> induce a que nos metamos en la línea de la sostenibilidad y está en nosotros hacer que esto se vuelva parte de nuestra cadena de valor . Más adelante sabemos que normativamente va a ser una ventaja competitiva importante estar ya metidos en esta mentalidad, en esta forma de trabajar .
	...evitar el despilfarro , de programar mejor las cosas, de planificar y dentro de esa planificación medir los impactos, medir los riesgos y empezar a optar por tecnologías nuevas que nos ofrezcan eh garantía de que sea, de que sea amigable y sostenible y eficiente .
	Se asocia más con acciones menores como es el de reciclaje , cosas menores, el de la economía energética , el de la utilización de los recursos , pero como tal al impacto del medio ambiente...
E7	Si, ese, uno conociendo la cadena de valor de los materiales de donde se origina, cómo se fabrican y eso se pueden llegar a economizar tiempos, valores, o sea costos y también un tema ambiental .
E6	Entonces, estamos viendo que hay reprocesos , falta de claridad en las tareas, mmm, muchos reprocesos .
E2	...uno no debería arrancar las obras si no tiene cerradas todas las restricciones , básicamente es donde se interrumpe muchas veces esa misma cadena de valor .
	Claro, eso es bien importante , lo que pasa es que hasta hace poco la gente se ha interesado, los constructores se han interesado por el tema de la parte ambiental .

Siguiendo las mismas consideraciones ya explicadas en la categoría de Sistemas de Gestión, usando un criterio de similitud entre exacto y similar se identificaron las 20 palabras más usadas por los entrevistados al responder acerca del concepto de *Green Lean*, ver Figura 4-12.

categoría de Alta Gerencia. Los códigos de esta categoría y sus definiciones o consideraciones dentro de esta investigación son; 1. Valor agregado: es un valor económico que un proceso le añade a un producto (Samuelson, 1971). 2. El concepto de ventaja competitiva ya fue abordado en el marco teórico y se enmarca dentro de la VFBRN ya que tanto los recursos como las capacidades de una empresa proveen recursos clave para generar las ventajas competitivas. 3. El código de cultura, de acuerdo a las observaciones no participantes y el conocimiento y análisis profundo del caso estudiado, es un concepto relacionado con las prácticas y forma de actuar de las personas involucradas en los proyectos tanto en el diseño, estructuración o construcción. 4. La responsabilidad social dentro de este estudio fue encontrada con una asociación del compromiso ambiental con el deterioro del ambiente y que por tanto se relaciona con un impacto social. 5. Dentro del código de estrategias se incluyen las respuestas relacionadas con acciones que encaminan las metas y objetivos de la organización, y finalmente 6. En el código de planeación se incluyen respuestas relacionadas con como desde el nivel de proyecto o desde el nivel de empresa se realiza una visión de uso de conceptos *Green Lean*.

Cómo se puede observar en las siguientes figuras, la vicepresidencia de construcción relaciona que las herramientas ACV y VSM son conceptos que deben estar dados desde altos cargos directivos, algo que se podrá observar también en los resultados mostrados en la categoría de implementación, también demuestra que relacionan *Green Lean* con temas culturales y de planeación de la empresa que van acompañados de estrategias, herramienta o procesos que genera valor agregado.

Según lo observado en observaciones no participantes y según lo presentado en la gráfica de la vicepresidencia de diseño se ve que los temas de identificación de impactos ambientales y optimización de tiempos y procesos debe ir acompañado de una cultura que implemente la empresa y que además si trae ventajas competitivas. La vicepresidencia de proyectos de manera similar a la de diseño considera importante relacionar conceptos de ACV y VSM como herramientas de un tema cultural que le permitan a la empresa vincular dentro de sus procesos iniciativas *Green Lean*, aclarando que el proceso de implementación de *Lean Construction* ya está en proceso desde finales de 2016. Finalmente, para la gerencia un modelo de naturaleza *Green Lean* sin lugar a dudas puede llegar a establecer una ventaja competitiva según lo analizado en este estudio.

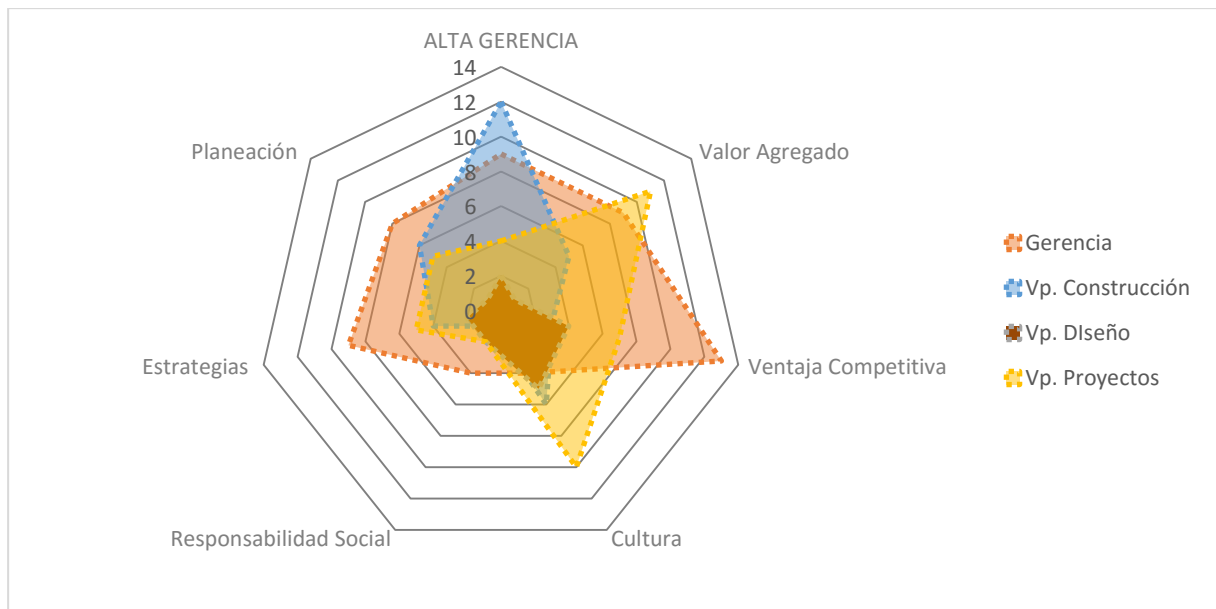
Figura 4-13: Resultados por Unidad de Análisis según la categoría: Alta Gerencia y códigos descriptivos. Elaboración propia.



Al consolidar los resultados de las vicepresidencias y la gerencia, se puede ver las tendencias de la unidad de análisis propuesta para el estudio de caso, así, se evidencia que los conceptos ACV y VSM como herramientas de *Green Lean* son asociados a valor agregado y ventajas competitivas pudiendo responder a la proposición 1 de este estudio y que será presentado en detalle más adelante en este capítulo. El tema de *Green Lean* debe ir ligado según las respuestas dadas a un tema de estrategia empresarial que además requiere de una planeación a nivel de empresa o a un nivel de proyecto en

específico. Finalmente, el código de Responsabilidad social, como puede observarse no posee gran relevancia en las respuestas obtenidas a partir de los datos recolectados a partir de las entrevistas, pero cabe anotar que a partir de las observaciones no participantes se encuentra que individualmente y de forma personal en general si relacionan los posibles resultados de la aplicación de estas herramientas en conjunto con un beneficio social, ver figura 4-14.

Figura 4-14: Resultado Consolidado según la categoría: Alta Gerencia. Elaboración propia.



Al igual que en las anteriores dos categorías, en la Tabla 4-12 se pueden observar respuestas destacadas que tienen que ver con la categoría presentada en esta sección.

Tabla 4-12: Respuestas destacadas en relación con la categoría: Alta Gerencia.

Respuestas destacadas	
Categoría: Alta Gerencia	
Códigos: Valor agregado, ventaja competitiva, cultura, responsabilidad social, estrategias, planeación	
E11	La alta gerencia , si usted lo deja en un segundo o tercer nivel no va tener la penetración necesaria , es que todo eso, todo lo que vos estas diciendo, no solamente el Lean Construction y el Green , sino las políticas de control de calidad, las políticas de Seguridad y Salud en el Trabajo.
	Deben volverse un tema filosófico , más no un tema como lo dije impositivo, si lo hacemos solo porque la ley lo dice, no va a surtir el mismo efecto ni se va a integrar como requerimos que suceda.

Respuestas destacadas	
Categoría: Alta Gerencia	
Códigos: Valor agregado, ventaja competitiva, cultura, responsabilidad social, estrategias, planeación	
	<p>No hay que vender más para ganar más, a veces es lo contrario sabes, a veces hay que vender lo mismo, siendo más eficientes en nuestro trabajo, eso es lo que involucra la <i>filosofía Lean</i>.</p> <p>Entonces definitivamente la eficiencia y la sostenibilidad son fundamentales si usted quiere perdurar en el tiempo... Nosotros, somos muy artesanales en el trabajo, pero en la medida que seamos más eficientes podemos generar más utilidades.</p> <p>...la importancia que tiene no solo por nivel normativo, sino por responsabilidad social a la hora de, de desarrollar nuestro proyecto... pero hay mucho aun por aprender.</p> <p>Nosotros identificamos que la parte ambiental dentro de nuestros proyectos es muy valorada por los clientes en varios proyectos, no solo en estrato alto, en proyectos VIS también, cuando hay cierto asunto ambiental alrededor del proyecto, eso genera un diferenciador al momento de vender.</p> <p>...comprobamos que en la medida en que seamos más amigables con el medio ambiente, eso también nos va a traer a nosotros beneficios de orden económico.</p>
E8	<p>Yo creo que eso es de la gerencia, pero no es exclusivamente del presidente, los vicepresidentes, incluso nosotros que estamos a nivel directivo tenemos la posibilidad de opinar... tomar decisiones en ese sentido, asumir esos riesgos o ser innovador en esa clase de proyectos.</p> <p>Yo creo que uno debe ser responsable en todos sentidos, no solo del trabajo, de la vida, entonces, si me parecería interesante que uno pudiera llegar a terminar un proyecto que tuviera, que fuera amigable con el medio ambiente, que no tuviera efectos negativos.</p> <p>En los dos casos creo que es cultural. En el caso de la sostenibilidad pues, antes mencione que la sociedad de pronto no está lista para pagar las inversiones que se requieren para hacer proyectos sostenibles por dar sentido a la urgencia de pasar eso, porque todavía creemos que el agua es infinita y todas esas cosas.</p> <p>La eficiencia también es cultural, pero creo que es la cultura de hacer las cosas como siempre, como las sé hacer, así no sean de la mejor manera...</p> <p>Yo creo que es un tema que se debe pensar como estrategia de la constructora y de pronto si no se tiene un liderazgo tan osado para meternos a innovar al cien por ciento, si intentar hacerlo gradualmente.</p> <p>Yo creo que podríamos en el tema de nuevos negocios intentar algún proyecto con esas características.</p>
E6	<p>Debería ser no tanto una buena práctica, sino más bien una política. O sea muchos de esos temas, eh yo creo que pueden llegar a funcionar sin que estén montados en un sistema, sino que simplemente se adopte la política...</p> <p>Sí, eso es eficiencia y sostenibilidad porque digamos que todas las decisiones que tomamos deben ir encaminadas a que no me resuelvan un problema puntual, sino que esto es una empresa que queremos que dure toda la vida, entonces todas esas</p>

Respuestas destacadas	
Categoría: Alta Gerencia	
Códigos: Valor agregado, ventaja competitiva, cultura, responsabilidad social, estrategias, planeación	
	<p>decisiones tienen que ir apuntadas a eso. A mantener no solamente la organización, sino a mantener nuestros clientes, a mantener nuestros empleados.</p>
	<p>...los responsables deberían ser varios pero la presidencia debería ser la persona que de la instrucción de cambio y ya nosotros las áreas deberíamos ejecutarla.</p>
	<p>Ahora, sé que, que muchos de estos temas ambientales uno los podría vender como un valor agregado.</p>
	<p>...entonces lo que usted le va a vender a la gente, es que usted le va a decir mire yo no le impacte nada al ambiente, porque hice estas acciones...</p>
E1	<p>...desde el punto de vista de la relación beneficio – costo y en proyección comercial, lo que yo pueda vender como sostenible...</p>
	<p>Yo creo que sí genera ventajas competitivas, obviamente hoy en día, es que hace unos años pues todos tenemos todas las empresas, en todos los sectores tenemos que pensar en el impacto ambiental.</p>
	<p>...todo lo que sea estrategias vienen de presidencia.</p>
	<p>... acá nosotros podemos tener muy buenas ideas pero es de arriba para abajo que se tienen que irradiar esas cosas, un día digamos vamos a hacer la casa ecológica, entonces se da la directriz para todos.</p>
	<p>... uno podría por ejemplo empezar a mirar los temas de proveedores ecológicos, proveedores sostenibles también se ven ciertos productos que puedan ser eh... contaminantes o ciertos procesos que puedan ser contaminantes, entonces comenzar de compras a retroalimentar a las otras áreas para que, como para que haya buenas practicas.</p>
E9	<p>...las directivas tomaran la decisión de si implementarlo o no implementarlo y al final este desarrollo que hagamos nosotros con la implementación de Green Lean lo va a percibir es el cliente, puede que no solamente en que la obra utilizo el mínimo requerido de recursos naturales para desarrollar un producto, sino que además de repente, desde la parte de diseño se preocuparon porque el diseño que yo voy a entregar a la comunidad es un proyecto que a futuro va a tener sostenibilidad con el medio ambiente.</p>
	<p>Pienso yo que el primer paso es hacerles saber (3 seg) y como sembrarles esa semillita de la preocupación por la sostenibilidad a todas las áreas... Entonces es, atribuirles a todos vuelvo y digo esa duda y esa preocupación por el medio ambiente y que no solo veamos que como somos la parte administrativa y no tenemos impacto afuera, físico en las obras no nos va a tocar a nosotros.</p>
	<p>Y eso es una manera de poder hacer una estrategia de mercadeo... Esto realmente atrae al cliente, con todas sus estrategias de publicidad y mercadeo y la parte de proyectos en la que nos decimos y se ha planteado, digamos en los ejercicios de diseño estratégicos con los directivos es, oiga chévere los clientes que nosotros tenemos hoy, pero ¿qué pasa con los que no tenemos?</p>
	<p>Si podría ser muy bueno que ese desarrollo de proyectos VIS en altura pudiera estar articulado con Green Lean y que tengan un impacto a futuro solo por un solo proyecto.</p>

Respuestas destacadas	
Categoría: Alta Gerencia	
Códigos: Valor agregado, ventaja competitiva, cultura, responsabilidad social, estrategias, planeación	
	Pues es algo que, es muy necesario , pienso yo, que finalmente se traduce a la generación de valor que nosotros como compañía damos a nuestros clientes con la producción de nuestros inmuebles... Claro, más que un valor agregado podría traducirse en que puede convertirse en algún momento en una ventaja competitiva de mi empresa.
E5	...obviamente recae sobre la alta dirección, alta gerencia , pero, pues es un problema que nos atañe a todos , por lo tanto la iniciativa y el entusiasmo por, por esta implementación debe ser por parte de todos. Pero es indispensable que la cabeza este comprometida para facilitar el proceso.
	... más que generar un valor agregado hay que hacerlo por la existencia misma, por el planeta por la humanidad.
	No. No tengo conocimiento si esto genera un nuevo valor agregado o no para el momento de uno promocionar sus productos, pero considero que si estamos en la obligación de hacerlo.
E2	...pero cuando se ven los beneficios que tiene a largo plazo puede tener un éxito , pero eso es básico que esas estrategias siempre nazcan de arriba en las gerencias , en las presidencias, es donde básicamente eh salen y de ahí en adelante capacitar.
	...la estrategia siempre se da a nivel de mandos superiores o sea si nosotros queremos hacer una innovación tenemos que generar cosas nuevas, salirnos de la zona de confort y para salirnos de la zona de confort lo que hay que hacer es implementar, innovar.
E3	...sabemos que el impacto ambiental es alto , creo que la mentalidad se debe cambiar en cuanto al beneficio , así no sea directamente beneficioso o cien por ciento beneficioso para la compañía , toca ceder en algunos puntos para poder digamos encadenarse a las normas internacionales a lo que por ejemplo ahorita se exige para sostenibilidad...
	...si falta imprimirle todo ese manejo ambiental a las obras , que no sea simplemente por un requisito que nos pida la Secretaria de Ambiente o, sino que ya sea una cultura de la compañía que empiece a hacer parte. Porque si no lo hacemos ahorita ya no lo podemos hacer.
	Ya el tema Green ya no creo que sea un título, sino creo va a ser una obligación.
	...porque creo que sostenibilidad es incluso desde cómo me vengo yo a la oficina, cómo que recursos maneja internamente la oficina para todo el tema del reciclaje, de los cartuchos, o sea si uno quiere participar en un proceso Green debe ser desde mi puesto de trabajo hasta que le entrega las llaves al propietario.
	Entonces, obviamente debe haber una cultura que debe venir desde la presidencia y que debe correr desde las diferentes vicepresidencias y direcciones
E7	Eso es un trabajo que hay que hacer de todo nivel en la compañía , para que todo el mundo se empape a lo que le estamos apostando, porque que solo lo sepa usted y

Respuestas destacadas	
Categoría: Alta Gerencia	
Códigos: Valor agregado, ventaja competitiva, cultura, responsabilidad social, estrategias, planeación	
	yo eso no es suficiente, necesitamos que hasta el obrero tome conciencia a que le estamos apostando.
	...porque es que el concepto de sostenibilidad debe diseñarse desde que va a comenzarse a hacer el proyecto.

La nube de palabras sobre conceptos expuestos en las respuestas en torno a la categoría de Alta Gerencia es la siguiente, ver Figura 4-15 donde se tienen palabras obtenidas según un criterio de exacto o similar de las 20 palabras más usadas en las respuestas en torno a esta categoría. Palabras destacadas son “*Lean*”, “proyectos”, “áreas”, “innovación” y “sostenibilidad”, que como ha sido mencionado anteriormente la empresa sujeta de estudio se encuentra actualmente en un proceso de implementación de la filosofía *Lean Construction* que está enfocada en los proyectos de construcción en primer lugar teniendo en cuenta el *Value Stream Mapping* de la empresa.

En torno a preguntas relacionadas con la temática *Green Lean* y en temas específicos alrededor de ACV y VSM se evidencio tanto en las observaciones no participantes como en las respuestas de las entrevistas que vinculan mucho el desarrollo de estos temas con un proceso de innovación que debería estar estructurado dentro de la empresa. Otro concepto importante dentro de las respuestas fue el de “áreas” que según el conocimiento a profundidad del caso se relaciona con integrar las áreas en torno al desarrollo de un proyecto y que puede ser conceptualizado dentro de la teoría de partes interesadas, que es un recurso clave para generar ventajas competitivas dentro de la capacidad estratégica de un tutelaje de producto (Hart, 1995; Hart & Dowell, 2011).

Acompañando a la integración de partes interesadas internas de la empresa es notorio dentro de las respuestas que este tipo de conceptos deben ir acompañados de una capacitación y ejemplos que permitan a la gente y las directivas tener un conocimiento que soporte el uso de estas herramientas dentro de la empresa. Finalmente dentro de las palabras que se pueden apreciar en la nube de palabras clave sobre esta categoría se evidencian “costo”, “empresa”, “exige” y “ley”, que según lo evidenciado en el estudio va a encaminado que este tipo de estrategias en general son implementadas según lo requiera la ley sin tener una proactividad ambiental ya que se tiene la relación de cual puede llegar

a ser el costo de la implementación y capacitación de estas herramientas trabajadas en conjunto.

Figura 4-15: Nube de palabras según la categoría: Alta Gerencia. Elaboración propia.



En la nube de palabras obtenida en torno a la categoría de Alta Gerencia también se evidencian relaciones entre la Alta gerencia y la innovación el cual es un código que será mostrado más adelante en la categoría de implementación, pero que evidencia que este tipo de temas deben ir acompañados y nacen de procesos innovadores.

4.4.4 Resultados según la Categoría Implementación

En la categoría de implementación se incluyeron códigos que buscan dar un marco de referencia en términos de lo que un modelo de una naturaleza *Green Lean* debe tener en cuenta dentro de su desarrollo y formulación para así intentar abordar la construcción de la aproximación de modelo que será presentada en el siguiente capítulo y que hace parte de los objetivos de esta investigación. Dentro de los códigos o subcategorías se encuentran conceptos como el conocimiento que se refiere a si de cierta manera los entrevistados evidenciaba bases teóricas o prácticas en torno al ACV y el VSM. Como fue expuesto dentro de los resultados dentro de los resultados en la categoría de Alta Gerencia, el tema de integración con partes interesadas, la capacitación, la normativa y la ley eran factores que reiteradamente los entrevistados de la unidad de análisis

mencionaban al abordar las condiciones necesarias para la implementación y desarrollo de la aproximación de un modelo de naturaleza *Green Lean*.

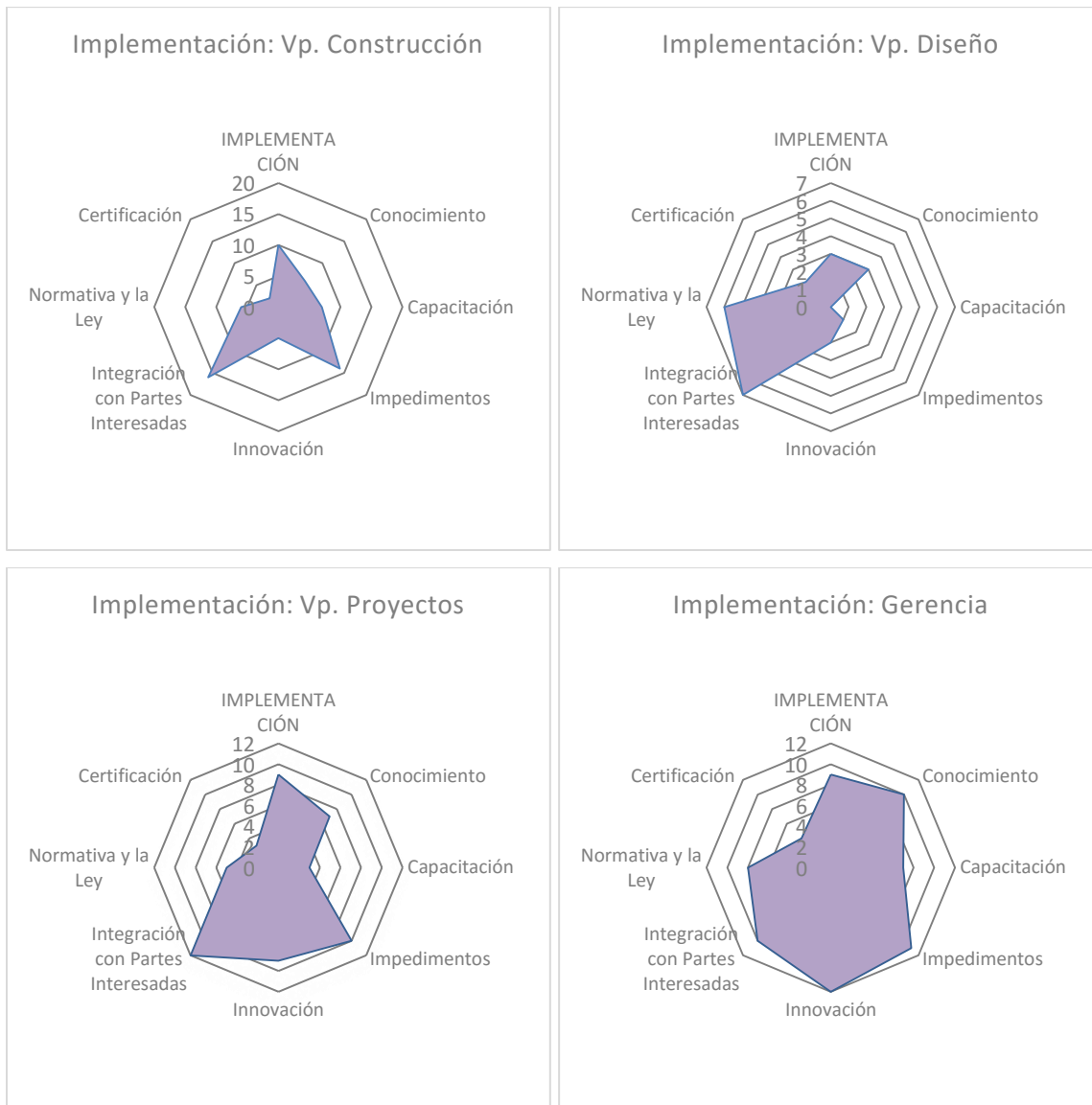
Como se puede evidenciar en el marco teórico se ha planteado la posibilidad de vincular esta investigación y su desarrollo dentro de una innovación de tipo organizacional, ahora bien, se presentaron resultados en torno a este concepto, como se puede observar más adelante en las gráficas y respuestas, que ligan el desarrollo de temáticas de integración de ACV y VSM dentro de una filosofía *Green Lean* con el desarrollo de un proceso innovador dentro de la empresa, que permite generar ventajas competitivas a partir de los posibles resultados que genere la aplicación de un modelo de esta naturaleza. Finalmente, existió la tendencia dentro de algunas respuestas realizadas de vincular temáticas en torno a un posible modelo y la implementación del mismo con la posible certificación del mismo a un nivel ISO 14001 y también se vinculó con una posible herramienta para abordar una certificación LEED.

A continuación de manera sistemática para poder tener un proceso organizado y metódico dentro de la presentación de resultados se presentan las gráficas radiales producto de la codificación de las respuestas a las entrevistas realizadas compiladas por sub unidades de análisis como lo son la vicepresidencia de construcción, de proyectos y de diseño y la gerencia compuesta por los vicepresidentes y presidente de la empresa.

La vicepresidencia de construcción relaciona los conceptos de *Green Lean* abordados en la entrevista ante todo con la integración de partes interesadas internas dentro de la empresa ya que se tiene la percepción de que el desarrollo de un proyecto de construcción no está muy bien articulado entre las vicepresidencias que componen la empresa, comentando casos que por confidencialidad acordada no se mencionan pero que tienen que ver con procesos que podrían llegar a ser considerados como que no aportan valor agregado al producto final entregado a los clientes. La vicepresidencia de construcción también comento dentro de sus respuestas muchos impedimentos que ven posibles de ocurrir al implementar o desarrollar un modelo *Green Lean* dentro de la empresa y tiene que ver sobre todo con costos y la alineación que se tenga con respecto a las estrategias de la empresa, ya que si bien es cierto la empresa ya está implementando *Lean Construction* dentro de los proyectos en ejecución, se evidencian patrones en las

respuestas de que la línea o filosofía *Green* no es desarrollada en profundidad debido a una incertidumbre económica y de valoración por parte del cliente, ver Figura 4-16.

Figura 4-16: Resultados por Unidad de Análisis según la categoría: Implementación y códigos descriptivos. Elaboración propia.



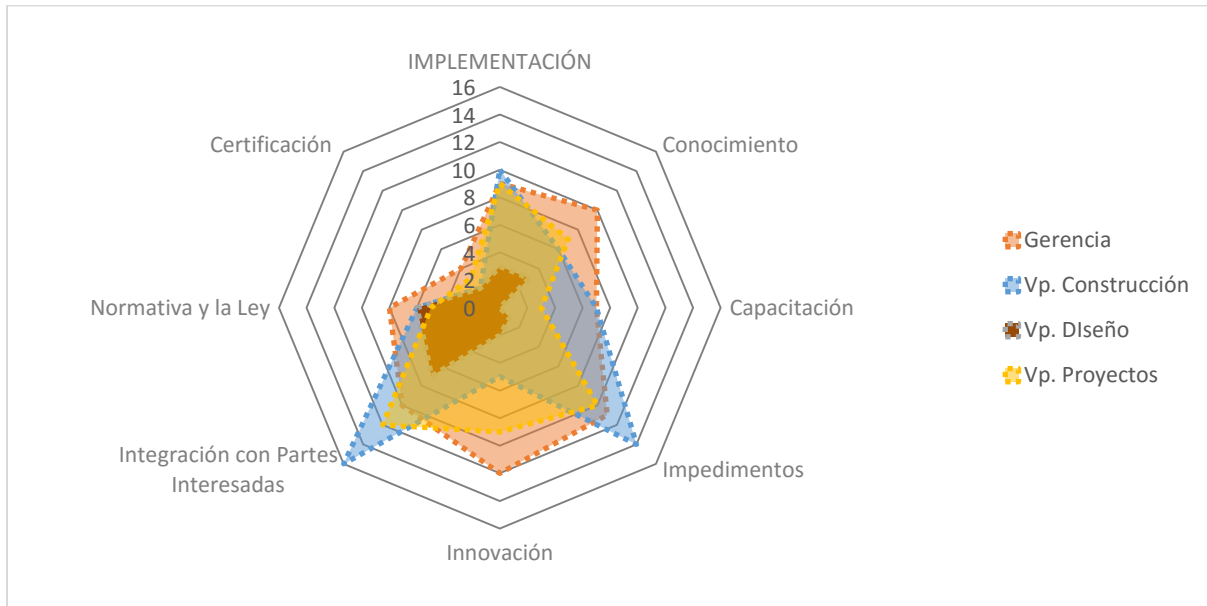
En la vicepresidencia de diseño como puede ser evidenciado en la gráfica radial de la Figura 4-16, se relaciona principalmente la implementación y desarrollo de un modelo de integración de VSM y ACV con un asunto que tiene que ver con la integración de partes interesadas, ya que muestran conocimientos proactivos acerca de que en el ciclo de vida

de una construcción y en su cadena de valor se podrían llegar a conocer los impactos medio ambientales del proceso y que la mejor forma de conocerlos es integrando las partes interesadas externas y más específicamente los proveedores de material de las obras. También la codificación permite evidenciar que para esta vicepresidencia el tema de estudio de esta investigación que fue abordado en la entrevista está muy ligado a la normativa y ley existente, ya que se mencionó que este tipo de estrategias pueden llegar a no ser implementadas si no se exige por la ley pero que puede llegar a ser implementado a partir de procesos innovadores que se desarrollen dentro de la misma empresa y que podrían llegar a ser ambientalmente proactivas.

Por otro lado, la vicepresidencia de proyectos evidenció un conocimiento teórico acerca de los temas de ACV y VSM, y dentro de esta tendencia las respuestas dadas por los entrevistados iban encaminadas hacia conceptos de integración de partes interesadas al igual que las otras dos vicepresidencias analizadas evidenciando que la innovación y conocimiento del tema debe ser la base para el desarrollo de un modelo e implementación. Como se evidencia también en la gráfica el código de impedimentos fue relativamente importante y como se podrá evidenciar más adelante tiene que ver impedimentos de tipo económico.

La gerencia que como ya fue mencionado anteriormente está compuesta por el vicepresidente de construcción, el vicepresidente de diseño, el vicepresidente de proyectos y el presidente, evidencian según sus respuestas un conocimiento teórico y práctico en torno a la temática base de esta investigación, además según las tendencias observadas considera importante el proceso de capacitación a las directivas y en general a la empresa de la posible implementación de esta temática, entendiendo que un modelo de esta naturaleza puede llegar a encontrar en la cadena de valor aspectos de mejora ambiental al aplicar la herramienta ACV y vincula al igual que las otras sub unidades de análisis ya presentadas en esta categoría que la innovación es clave para cualquier etapa en la que se desarrolle un posible modelo de naturaleza *Green Lean*. Se evidencian también preocupaciones en torno al costo de implementar estas estrategias y de capacitar a la gente involucrada en el desarrollo de un proyecto de la empresa y evidencia que este tipo de temáticas tal vez deberían venir regidos por la ley o una normativa.

Figura 4-17: Resultado Consolidado según la categoría: Implementación. Elaboración propia.



En la Figura 4-17 se presentan los resultados consolidados para la unidad de análisis evidenciando que para los entrevistados no es destacado generar una certificación en torno a una implementación *Green Lean* sino que lo ven como una herramienta que permitiría integrar a las partes interesadas dentro de la cadena de valor de un proyecto teniendo en cuenta en lo posible todas las etapas del ciclo de vida del producto o construcción. Se evidencia además dentro de las codificaciones que el grupo analizado posee un conocimiento bastante práctico y teórico de *Lean Construction* que es debido a la capacitación dada por la Universidad EAFIT a la presidencia, vicepresidencias, directivas y coordinaciones de la empresa a finales de 2016 y que está en proceso de implementación.

Por otro lado, en general se evidencia un desconocimiento de la herramienta ACV para evaluar la sostenibilidad de un producto a partir de la identificación y cuantificación de impactos medioambientales a lo largo del ciclo de vida. Finalmente se evidencian inquietudes en reiteradas ocasiones en torno al factor dinero para llevar a cabo este tipo de estrategias, pero como fue expuesto en el capítulo del marco teórico, se podría llegar a vincular este tipo de modelo como un proceso de innovación organizacional y llegar a obtener beneficios tributarios al invertir en proyectos de ciencia, tecnología e innovación,

ver sección 2.1. En la Tabla 4-13 se pueden observar respuestas destacadas que tienen que ver con la categoría presentada en esta sección.

Tabla 4-13: Respuestas destacadas en relación con la categoría: Implementación.

Respuestas destacadas	
Categoría: Implementación	
Códigos: Conocimiento, capacitación, impedimentos, innovación, Integración con Partes Interesadas (IPI), normativa y la ley, certificación	
E11	...yo creo que a través de iniciativas como esa justamente, de implementar filosofías de <i>Lean Construction</i>, de administrar de manera directa sistema de gestión de la Calidad y sin que sea un excesivo control... como usted dice ahí, una cadena de valor , no solo con la construcción , sino con la verificación , con un control de calidad casi al final, eso repitiéndolo en el tiempo, con una alta dosis de innovación, garantiza la sostenibilidad.
	Debe volverse un tema filosófico , mas no un tema como lo dije impositivo, si lo hacemos solo porque la ley lo dice, no va a surtir el mismo efecto ni se va a integrar como requerimos que suceda.
	... porque dejar ahí <i>Lean</i> como muy superfluo e inclusive efímero que se vaya solo por los pasillos, como lo que podríamos llegar a hacer no va a dar resultados, pero si le combinamos la innovación funciona muy bien.
	Si, por supuesto, contribuyen al desarrollo de las competencias , claro, claro, eh no en vano, nosotros cuando empezamos <i>Lean</i> nos tocó mirar el mercado a ver quién ya lo había implementado y qué profesionales existen con experiencia para que nos lo ayudaran a implementar , y eso mismo nos va a pasar a nosotros. Los profesionales de aquí van a generar unas competencias diferenciales de cara al mercado y van a terminar también compartiéndose con otras compañías.
	Es un conocimiento básico y solo implementamos esta filosofía a partir del año 2016 y aunque la había conocido en otras empresas nunca la tuve a cargo, entonces es un conocimiento básico, apenas estamos aumentando el conocimiento alrededor del <i>Lean Construction</i> .
	...la sostenibilidad y una filosofía como <i>Lean</i> nos invita cada vez más a innovar.
	Resistencia al cambio de muchas personas con posiciones de liderazgo en la compañía, eso se cree que es fácil de derrotar y no. hay muchas personas que dicen, pero si lo he hecho bien siempre, para que voy a cambiar,
E9	<i>Lean Construction</i> me parece súper clave que, o sea se tienen que articular si o si todas las áreas de la compañía
	Yo creería primero para que este tema se dé así como el de <i>Lean</i> , la conciencia debe partir desde la directiva , no, entonces debería ser una directriz desde la presidencia o la junta directiva... las directivas tomaran la decisión de si implementarlo o no implementarlo y al final este desarrollo que hagamos nosotros con la implementación de <i>Green Lean</i> lo va a percibir es el cliente
	Quién se preocupa por eso, cuál fue la firma que se metió la mano y dijo sabe qué yo voy a hacer esto y abrió mercado?, ¿cómo lo hizo? con innovación...
	...a mí me parece que la articulación de todas las áreas es un ítem clave porque realmente nosotros no estamos destinados solamente a hacer la producción de

Respuestas destacadas	
Categoría: Implementación	
Códigos: Conocimiento, capacitación, impedimentos, innovación, Integración con Partes Interesadas (IPI), normativa y la ley, certificación	
	<p>un inmueble, sino que tenemos que ir un poco más allá y preocuparnos porque esa necesidad del cliente realmente haya sido satisfecha y aún más preocuparnos por la necesidad del cliente que no pudimos satisfacer.</p> <p>... que pasa con esa torta de mercado que se nos está yendo, en algún momento la innovación nuestra va a permitir que esa torta de mercado sea más grande para AR.</p> <p>Yo creo que es la falta de conocimiento de las personas, yo sé que en este momento hay muchas campañas publicitarias en el mundo, muchas organizaciones, muchos grupos, que tocan el tema del impacto ambiental y la sostenibilidad.</p>
E1	<p>Pues acá, en nuestra industria o en nuestro nicho, no mucho, pero le hablo específicamente para el área de la vivienda, pero en otros, sí, cuando empiezan a pedir certificaciones Lean eso se devuelve a los proveedores y se vuelve muy importante que vengan y le aportan a uno puntos <i>Lean</i>.</p> <p>Yo creería que más que empresa, habría que mirarlo por proyecto, por empresa como tal hoy en día creería que no, no mucho. Pero en ciertos proyectos, si...</p> <p>...Previendo un ahorro futuro en sostenimiento, como nosotros vendemos y nos vamos, entonces tocaría ese costo transmitírselo al comprador en la venta del inmueble... Salvo que sean inmuebles propios, como un hotel, entonces eso es otro negocio. Si, ahí entonces si invierto un poco más porque el mismo constructor es el que al final va a recuperar esa inversión.</p> <p>A medida que las cosas vayan orientándose hacia la ley de manera que todos juguemos con las mismas reglas, entonces aunque se nos suban los costos, pues se nos suben a todos, entonces uno compete en igualdad de condiciones con los demás.</p> <p>...catorce años más o menos de experiencia y nunca he pensado en eso y nunca he estado en una empresa donde piensen en eso.</p> <p>Es un tema yo diría que principalmente económico, no. Es decir cualquier acción, pues implica unos costos, y pues si la ley no me lo exige por eso es tan importante el papel del gobierno en todos estos temas ambientales, porque pues la empresa privada tiene que velar por sus intereses económicos, entonces si la ley no me lo exige pues yo ya quedo supeditado es al mercado, ver que hay para hacerlo. En eso hemos evolucionado un poquito es un tema de ley y es un tema precisamente de gancho comercial y de crear la conciencia del cliente, no, entonces es un poquito más consciente.</p> <p>Pues mi conocimiento es, digamos no sé cómo decirle si amplio o básico, bueno pues un poquito más que lo básico, porque ya lo he venido trabajando hace muchos años en otras empresas.</p>
E3	<p>...porque el área de proyectos es el que mecaniza, es el que hace que todo confluya, entonces yo mantendría paralelo a esa coordinación con una coordinación que sea <i>Green</i>.</p>

Respuestas destacadas	
Categoría: Implementación	
Códigos: Conocimiento, capacitación, impedimentos, innovación, Integración con Partes Interesadas (IPI), normativa y la ley, certificación	
	<p>... podría empezar a tener en cuenta mucho empresas que estén certificadas en diseños técnicos verdes, que se puedan empezar a introducir en la arquitectura.</p> <p>...pero también requiere un costo y normalmente como no son proyectos que le queden bajo administración de AR, sino que son para terceros, pues uno no ve el, digamos el costo –beneficio a corto plazo.</p> <p>...pues obviamente sostenibilidad todavía sigue siendo un tema para certificación LEED y eso tiene un costo dependiendo de las categorías donde uno quiere llegar</p>
E6	<p>Es difícil, es difícil uno decirle a la gente, vea, veníamos haciendo esto así, está bien, pero queremos mejorar entonces toca cambiar esto, es la misma resistencia al cambio. Otras dificultades es... las capacitaciones, no hacer capacitaciones, no capacitar bien a la gente, no explicarle bien para qué es el cambio, y que se espera de ellos... Entonces es falta de claridad, también en las metas que queremos conseguir y en capacitaciones.</p> <p>...el papel de la innovación es completamente importante porque son las personas con capacidad de innovar que son las que nos van a poder llevar a ejecutar cambios en la organización, o sea personas que no tengan en su mente la continua mejora de los procesos pues va a ser muy difícil que se puedan montar en un plan de estos.</p> <p>Mi conclusión principal, fue que cada una de las áreas tenemos muy claro cuál es nuestra cadena y nuestro cómo funcionamos, cómo hacemos desde A hasta B, lo tenemos clarísimo, pero no tan claro cómo mi producto afecta al otro ni en qué momento preciso debe llegar ni como yo soy también responsable de que una cosa que va más adelante mía, no se haga.</p>
E5	<p>Yo creo que, y pues aquí en esta empresa está muy asociado a la gerencia de proyectos como extensión de la presidencia... Pero es indispensable que la cabeza este comprometida para facilitar el proceso.</p> <p>Ok lo primero es eh, capacitándonos es vital, que nos capacitemos, capacitar la alta gerencia, difundir esta información al resto de la organización.</p> <p>Entender cuál es la base del problema para poder dar las soluciones adecuadas, y la innovación es dar ese paso adelante, lo único es que estaría un poco orientado en este caso a la sostenibilidad.</p> <p>La primera, de pronto el desconocimiento de los impactos que puede generar el no hacer esto y como segundo el costo que pueda generar o los sobrecostos que pueda generar esto en la operación.</p>
E7	<p>Pero el concepto de sostenibilidad que debe tener un edificio es antes de comenzar a hacer los planos... por eso creo que es muy difícil, tocaría que el <i>Lean</i> entrara con mucha anticipación a participar en el desarrollo y diseño del proyecto.</p> <p>Primero hay que capacitar a toda la gente, concientizarla, darle todas las herramientas para que eso perdure en el tiempo no sea una charlita y a los dos días se les olvido, sino que sepan del tema y creo que sería la forma de involucrar a una empresa en ese tema.</p> <p>Entonces como sostiene a un hotel o un grupo de hoteles si las empresas importantes dicen, no, si no tienen certificación no les mando la gente para allá.</p>

Respuestas destacadas	
Categoría: Implementación	
Códigos: Conocimiento, capacitación, impedimentos, innovación, Integración con Partes Interesadas (IPI), normativa y la ley, certificación	
E2	Pues digamos que todo eso va ligado al factor dinero. Pues finalmente las empresas constructoras, la función principal es pues conseguir hacer un producto que le guste a la gente y, y que le sirva igual para el vendedor que es en el caso de nosotros es que tenga un buen precio y que genere más utilidades.
	... falta mucha capacitación, falta mucha cultura en esa parte... como todas las informaciones o como todas las mejoras continuas que tiene cada empresa, la base fundamental es la capacitación.
	Hoy en día todavía en la parte ambiental somos muy reacios y desconocemos, falta mucha información todavía.
E8	Pero ya se ve, ehh digamos la diferencia cultural en las obras , ya uno en las obras está hablando de unos indicadores diferentes , ya los directores de obra tienen una presión distinta , hay unas mediciones que digamos antes se hacían, yo con yo...
	Otra cosa es que los dueños de las empresas de pronto crean que implementar eso es muy costoso y por eso no les interesa , entonces la gente mira su utilidad... ahora esas inversiones hoy en día, mi percepción es que son muy altas para incluirlas en proyectos que se venden... y el bolsillo no le da a la gente para que de alguna manera financien esos proyectos o que sean exitosos masivamente... pero de pronto si uno intenta hacer un proyecto grande con esas cosas no encuentra mucha clientela que se le mida.

Para que los resultados entre categorías sean metódicamente similares y comparables, en el programa N Vivo 11 se estableció la búsqueda de las 20 palabras más usadas dentro de la codificación en torno a la categoría de implementación con un criterio de exactitud o similar que se recuerda tiene que ver el similar con presentar palabras clave que sean sinónimos de la palabra usada por el entrevistado.

Dentro de las respuestas se evidencio que las palabras más usadas con respecto a la implementación de un modelo *Green Lean* son “clientes”, “sostenibilidad”, “valor agregado”, “proyecto”, “directivos” y “ambiental”, de estas palabras mencionadas y según lo que se pudo establecer a través de la investigación es que la integración de ACV y VSM debería estar a cargo de los directivos de la empresa aplicándolo a proyectos que deben tener en cuenta a los clientes y sus exigencias como mercado. Además, también consideran que es un valor agregado para la empresa que puede llegar a ser considerado como una ventaja competitiva si se logra vincular las partes interesadas claves en este proceso. La unidad de análisis vincula el tema tratado como una “estrategia” que genera

un “impacto” que traería un “beneficio” “económico” ya que permitiría tomar “decisiones” que “venden” y tienen en cuenta el “medio ambiente” y la “innovación”, ver Figura 4-18.

Figura 4-18: Nube de palabras según la categoría: Implementación. Elaboración propia.



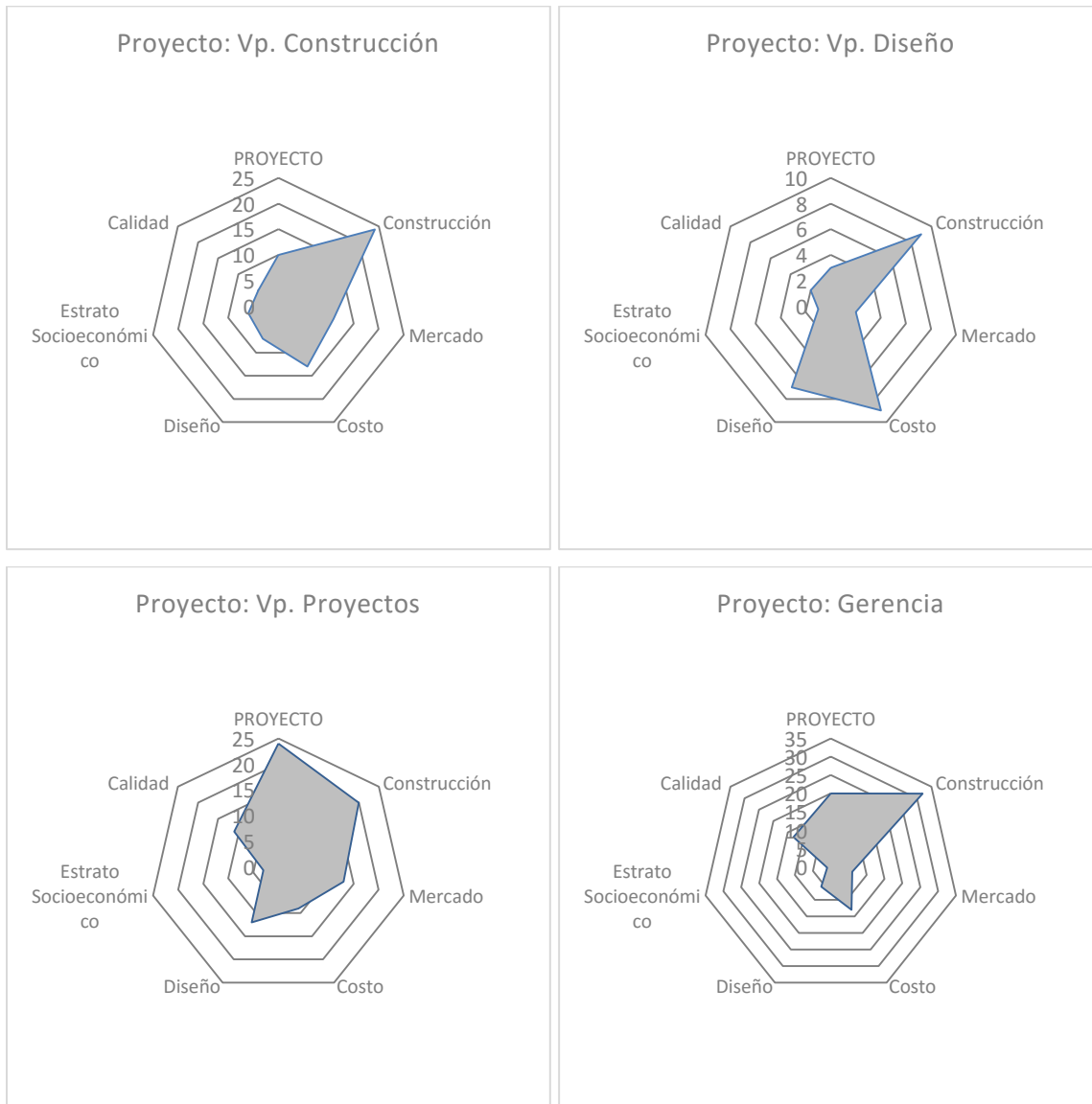
4.4.5 Resultados según la Categoría Proyecto

Dentro de la categoría de Proyecto se incluyeron códigos que se relacionan con el desarrollo de un proyecto de construcción, de este modo se tuvieron en cuenta como ya fue expuesto en este capítulo la construcción, el mercado, el costo, el diseño, el estrato socioeconómico y la calidad.

Dentro del desarrollo de la investigación se relacionó el modelo planteado con la evaluación de los impactos medioambientales en la fase de producción de materiales y en la fase de construcción, también se relacionó el tema de *Green Lean* con el mercado y también el estrato socioeconómico ya que se percibió la idea que la implementación de estas herramientas tiene un alto costo que tal vez debe ser exigido por el mercado y en específico ciertos sectores de la población de acuerdo a sus capacidades de pago. Por otro lado hay personas entrevistadas que consideran que el desarrollo de ACV y VSM en conjunto debe estar más enfocado hacia la etapa de diseño y en general se evidencia una tendencia en las respuestas de correlacionar *Green Lean* con calidad.

A partir del proceso de codificación y compilación de datos se obtienen las siguientes 4 graficas radiales que permiten evidenciar según sub unidades de análisis cuales son los conceptos más importantes a desarrollar y tener en cuenta en el desarrollo de la aproximación del modelo integrando ACV con VSM dentro de una filosofía *Green Lean*.

Figura 4-19: Resultados por Unidad de Análisis según la categoría: Proyecto y códigos descriptivos. Elaboración propia.



Como se puede observar en la primera grafica de la Figura 4-19, la vicepresidencia de construcción relaciona conceptos en torno a *Green Lean* y sus herramientas ACV y VSM

con el código de construcción, donde se tienen en cuenta procesos constructivos y temas de proveedores de materiales. Esta vicepresidencia relaciona la categoría también al costo y el mercado donde se pueda desarrollar proyectos, pero sin involucrar el estrato socioeconómico del mercado al cual se podría ofrecer sino al tipo de edificación, entiéndase por “tipo” ejemplos como hoteles y oficinas.

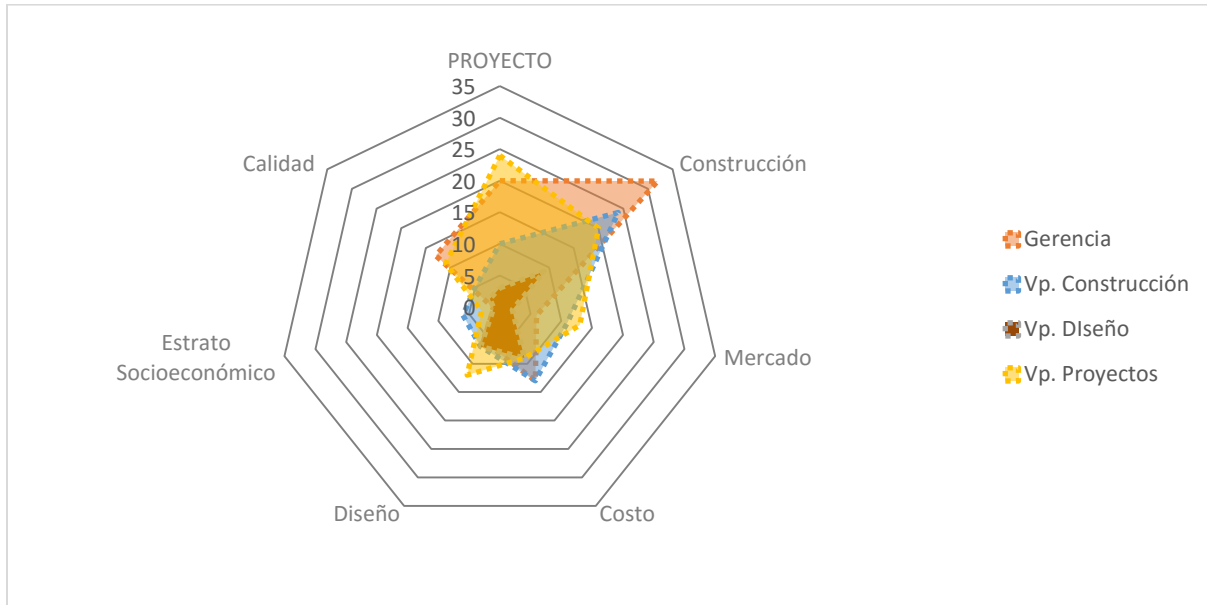
La vicepresidencia de diseño al igual que la vicepresidencia de construcción relaciona los conceptos tratados en la entrevista con la etapa de construcción incluyendo e involucrando los proveedores de materiales pero además evidencian posibles aplicaciones en la etapa del diseño. Al contrario de la vicepresidencia de construcción no existen fuertes indicios de relacionar este tipo de iniciativas con el mercado siendo mencionado un par de veces en las entrevistas.

La vicepresidencia de proyectos asocia de una manera más homogénea todos los códigos a excepción del estrato socioeconómico que es considerado en un grado menor que el resto, a partir de lo cual se puede observar que el mercado y el costo es algo que rigen la implementación de estas herramientas en conjunto y que podrían llegar a asegurar un producto de mejor calidad para el cliente. Finalmente la Gerencia relaciona en gran medida los conceptos tratados en la entrevista con el proceso de construcción seguido de los costos asociados a ello y la calidad.

Si se unen todas las Vicepresidencias con la Gerencia se pueden observar las tendencias producto de la codificación de las respuestas y de la consolidación de los datos resultados de ello se obtiene que la construcción siendo el proceso que viene desde el proceso de producción de los proveedores y la construcción misma de la edificación es la etapa a la cual más vinculan los entrevistados con los conceptos de ACV y VSM, después de este código que da luz de donde es posible aplicar la aproximación de modelo planteado en esta investigación, el mercado, el costo, la calidad y la etapa de diseño son los códigos que más tienen en cuenta la unidad de análisis, de lo que se puede destacar como ya fue mencionado anteriormente que el mercado y el costo son los que tienen más influencia en la implementación de estas herramientas dentro de un proyecto de construcción. Se puede evidenciar en la gráfica también que el tema de estrato socioeconómico si fue relacionado con estos conceptos dentro de un proyecto pero que visto en tendencias no posee gran

relevancia. A continuación se presenta la Figura 4-20 de la cual se pueden contrastar los resultados descritos.

Figura 4-20: Resultado Consolidado según la categoría: Proyecto. Elaboración propia.



De destacar como ya fue expuesto en la categoría de implementación. el código de impedimentos obtuvo muchas respuestas asociadas con costos, lo cual se ve reflejado en general para las tendencias reflejadas para la unidad de análisis completa en torno a la categoría de proyecto, lo cual permite ir encontrando relaciones entre las categorías que se podrán evidenciar más adelante en este capítulo de una manera clara. Al igual que en todas las categorías ya presentadas, a continuación en la Tabla 4-14 se pueden observar respuestas destacadas que tienen que ver con la categoría: Proyecto.

Tabla 4-14: Respuestas destacadas en relación con la categoría: Proyecto.

Respuestas destacadas	
Categoría: Proyecto	
Códigos: Construcción, mercado, costo, diseño, estrato socioeconómico y calidad	
E11	... la parte ambiental dentro de nuestros proyectos es muy valorada por los clientes en varios proyectos, no solo en estrato alto, en proyectos VIS también, cuando hay cierto asunto ambiental alrededor del proyecto, eso genera un diferenciador al momento de vender.

Respuestas destacadas	
Categoría: Proyecto	
Códigos: Construcción, mercado, costo, diseño, estrato socioeconómico y calidad	
	<p>Pero en términos generales nosotros probamos, eso, más que en términos generales nosotros si nos enfocamos a temas ambientales y lo probamos con una construcción sostenible... con el hotel que tenemos en el Salitre...</p> <p>En unos resultados económicos fehacientes como los queremos ver a nivel presupuestal, y a nivel de calidad también en las obras.</p>
E8	<p>...a ver, yo creo que si, en los proyectos ehh, que no se venden, en los proyectos que la empresa se queda para, para rentar si, en el caso de oficinas y locales comerciales. Ahí se ve un valor directo y es básicamente si uno logra tener un proyecto amigable ambientalmente, sostenible energéticamente y todas esas cosas, pues al final eso se tiene que pagar solo, pero porque yo soy el dueño, cierto.</p> <p>Yo creo que podríamos en el tema de nuevos negocios intentar algún proyecto con esas características, o sea que desde la negociación del lote, lo pensemos como un proyectico piloto que fuera cien por ciento sostenible, por decir algo o que cumpliera ciertos parámetros de certificación Lean.</p> <p>...el hecho de no tener hoy en día construcciones eficientes puede golpear tanto a los clientes como aquí a la utilidad que reportamos entonces sí, sí, creo que es un asunto muy importante a controlar mejor.</p> <p>Posiblemente que haga un proyecto chiquito puntual, con esas consideraciones de energía solar y ciertas cosas de recirculaciones de agua, etc. y la gente esté dispuesta a pagarlo pero de pronto si uno intenta hacer un proyecto grande con esas cosas no encuentra mucha clientela que se le mida.</p>
E6	<p>Pero eso finalmente, si es un proyecto de AR es beneficioso porque va a ser rentable, caro al principio pero el sopeso se ve después, en el caso de vivienda a terceros, ese costo le queda es a los propietarios, entonces es mirar cosas muy puntuales en las que podamos trabajar, que sean medibles y se puedan aplicar a todos los proyectos con lo que le digo, con diseñadores técnicos que nos puedan generar redes, pues redes que consuman bajos niveles y poder optimizar los diseños para que impacten menos.</p> <p>Porque el Banco Mundial le presto la plata al gobierno nacional para montar la norma ambiental de las edificaciones en Colombia, si, entonces ellos nos invitaron para decir nosotros vamos a poner ciertas normas, y nosotros ya hicimos un ejercicio y ese ejercicio nos da que a ustedes constructores apenas se les va a variar el presupuesto en unos dos puntos máximo, entonces me invitaron a mí a ser el piloto en un proyecto nuestro, y yo cogí un proyecto nuestro que teníamos cuando en eso era un VIS en Ciudad Verde en Soacha... Ahí pararon porque vieron que no iba a ser posible decirle al constructor métase en un diez por ciento más de inversión sin poderlo recuperar, porque además era VIS, ahí yo no puedo cobrar más y no le puedo decir a la gente, es que mire esto lo chévere que va a quedar págume un poquito más, no... no podía tocaba era de la utilidad del proyecto.</p>
E1	<p>Obviamente hay un tema previo que es que los productos que uno compra como suministros o materias primas, pues que ya vienen de ahí para atrás con un histórico de impacto ambiental, pero en la transformación pues uno los compra y los transforma en el caso nuestro en edificaciones, pues hay una, hay una generación de un impacto ambiental.</p>

Respuestas destacadas	
Categoría: Proyecto	
Códigos: Construcción, mercado, costo, diseño, estrato socioeconómico y calidad	
	<p>Yo creería que más que empresa, habría que mirarlo por proyecto, por empresa como tal hoy en día creería que no, no mucho. Pero en ciertos proyectos, si...</p> <p>...no solo desde los procesos de construcción sino desde la optimización de los diseños, para que los procesos de fabricación por ejemplo de la carpintería, en el aluminio en una carpintería, entre yo de manera más atenta lleve los diseños a reducir los desperdicios, pues desde ahí yo estoy bajándole a la contaminación.</p> <p>Ese se da, ese pensamiento de mantenimiento se da cuando son proyectos de tipo por encargo, o cuando son proyectos propios, es decir si yo voy a construir un hotel para el grupo AR pues yo si pienso en el sostenimiento mensual de ese hotel, entonces, pienso en invertir un poco más de dinero en la construcción, para que al final el mantenimiento sea más económico, más óptimo, más ecológico, en fin...</p> <p>...eso se da mucho en ese tipo de negocios, de oficinas o de hoteles cuando son propios. Cuando yo simplemente construyo, lo vendo y me voy, pues... salvo por esos temas de Lean que se están poniendo de moda.</p>
E9	<p>Garantizando un producto pues con las (3 seg) no sé con los más altos estándares de calidad... como mínimo, debemos trabajar la parte de calidad, o sino el producto pues finalmente no podrá salir</p> <p>...puede que no solamente en que la obra utilizo el mínimo requerido de recursos naturales para desarrollar un producto, sino que además de repente, desde la parte de diseño se preocuparon porque el diseño que yo voy a entregar a la comunidad es un proyecto que a futuro va a tener sostenibilidad con el medio ambiente.</p>
E7	<p>Los factores económicos a veces le dicen, no, no se ponga con tanta cosa y eso hagámoslo como los hemos hecho toda la vida, eso no se puede, no se ponga a inventar, que no sé qué, entonces porque eso vale más plata y ese proyecto no va a dar las utilidades, entonces eso lo frena a uno muchísimo.</p>
E3	<p>Y a nivel de diseño uno poder saber por qué línea se puede ver que contribuya con el medio ambiente y que sea fácil de controlar en obra.</p> <p>Está ligado con los materiales, está ligado con los procesos de obra, con todo eso y pues está programado, es medible, entonces creo que queda fácil de hacer</p>
E2	<p>Eso se podría lograr y se podría manejar con unos buenos diseños, unas buenas, unos buenos estudios preliminares como lo dice el Lean Construction. Primero tenerlos definidos completamente, que funcionen, que sean viables y luego si finalmente construirlos</p> <p>...es donde uno encuentra de pronto el rechazo porque muchos de los diseñadores, a no ser que sea por una solicitud expresa, no, no diseñan de esa forma, sino que lo hacen de la manera más conocida, entonces ahí es donde económicamente si no conoce el tema, la persona que se contrate o lo vaya a hacer va a generar unos costos adicionales, que es lo que de pronto puede influir en que se dé tanto una baja eficiencia como una baja sostenibilidad digamos que ahí es donde puede estar la falla en ese desconocimiento y en la falta de aplicación generalizada de estos sistemas.</p>

A continuación se presenta la nube de palabras en torno a la categoría de proyecto, en la cual se puede evidenciar que “construcción” y “proyecto” son las palabras más usadas para responder en torno a los códigos planteados para llevar a cabo la codificación. Después las palabras más usadas son “diseño” y “calidad” lo cual son conceptos ya abordados en la presentación de resultados en esta sección en las gráficas radiales. También se mencionan las palabras “eficiencia” y “sostenibilidad” que son los enfoques relacionados con las herramientas VSM y ACV respectivamente, como ha sido reiterativo, el tema de “costo” es mencionado junto con palabras como “económicos”, “inversiones” que se relacionan con la relación atribuida a la posible implementación y desarrollo de estas temáticas en un proyecto. Finalmente atendiendo a el código de mercado se pueden relacionar palabras como “hotel”, “cliente”, “comprar”, “empresas” que se relacionan con la competencia de empresas en el mercado al ofrecer proyectos tipo VIS, hoteles, oficinas o vivienda familiar de otros estratos las cuales son producto de las exigencias del cliente, y que los mismos son quienes solicitan conceptos de sostenibilidad dentro de los proyectos, lo que lleva a que la empresa para poder desarrollar e implementar modelos de esta naturaleza *Green Lean* debe ir más allá de lo estipulado por el mercado y la ley y generar estrategias ambientalmente proactivas, algo que se puede acompañar en un proceso de innovación.

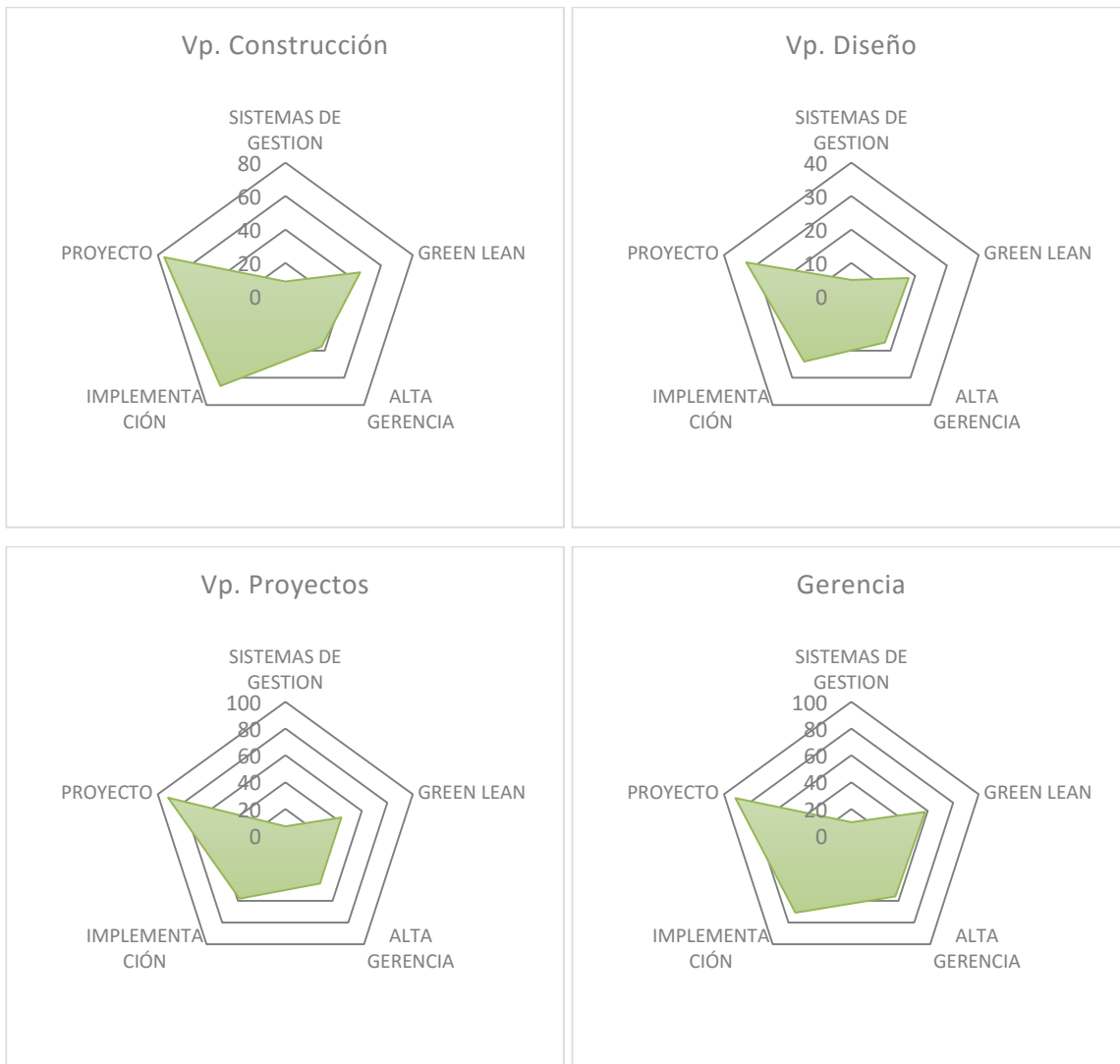
Figura 4-21: Nube de palabras según la categoría: Proyecto. Elaboración propia.

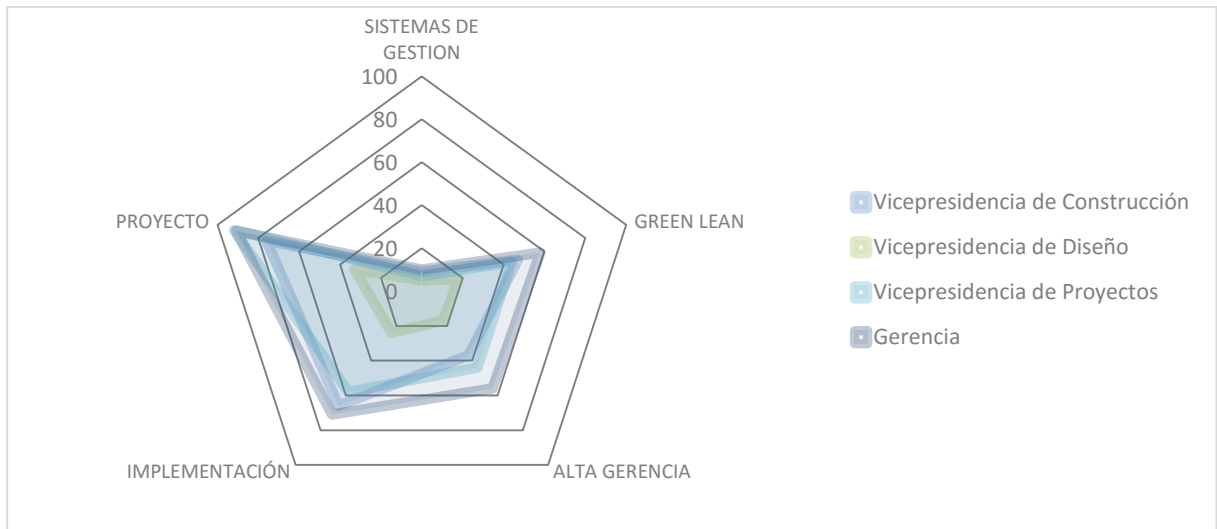


4.4.6 Resultados para la Unidad de Análisis según categorías

Para tener unos resultados más completos y que puedan generar una lectura a lo largo de todos los datos y usar la codificación para generar una descripción que permitan en el siguiente capítulo tener las bases para realizar una interpretación (Creswell, 2012) y de esa manera usarlo como base para la construcción de la aproximación de un modelo *Green Lean* que integre el ACV dentro de la filosofía *Lean* en particular con su herramienta principal que es VSM, se presenta a continuación los resultados de todas las categorías y todas las sub unidades de análisis consolidadas.

Figura 4-22: Resultados por categorías según la Unidad de Análisis. Elaboración propia.





Como se puede observar en las gráficas radiales de la Figura 4-22, existe una distribución homogénea entre las categorías planteadas para el desarrollo del estudio de caso a excepción de la categoría de sistemas de gestión que no fue ampliamente abarcada por los entrevistados pero que como fue expuesto en la sección 4.4.1, se encontraron respuestas en torno a relacionar el modelo y conceptos alrededor de la temática *Green Lean* con un sistema de gestión pero no como una certificación ISO, sino llevar a cabo el proceso de implementación y uso a partir de un ciclo PHVA, que podría basarse de los propuesto en las normas ISO 9001 e ISO 14001 (ISO, 2015a, 2015b).

En la temática *Green Lean* se pueden destacar ideas sustraídas de las respuestas obtenidas en el estudio como que las herramientas alrededor de dicha filosofía van encaminadas a la mejora de la eficiencia de uso de recursos y al identificar los impactos medioambientales poder evitarlos a través del ciclo de vida que puede ser diagramado en un VSM. También se encontró un desconocimiento teórico respecto a la herramienta *Green* planteada en esta investigación con el fin de integrarla con el VSM, pero aun cuando se posee un desconocimiento generalizado del ACV se evidenciaron respuestas que muestran que existen conocimientos prácticos que pueden ser vinculados con el ACV. Además, en esta categoría se evidencio un conocimiento teórico y práctico del VSM que facilitaría el desarrollo de una posible integración con ACV si se implementan procesos de capacitación de manera similar a como lo realizo la empresa analizada en torno a *Lean Construction*.

La categoría de Alta Gerencia a través de sus códigos mostro evidencias de que la implementación y desarrollo de conceptos *Green Lean* a partir de sus herramientas principales identificadas en la revisión de literatura, ACV y VSM, si son capaces de generar una ventaja competitiva que a nivel general se obtiene al poder agregar valor al producto ofrecido al cliente. Para poder desarrollar estos conceptos según la unidad de análisis propuesta en este estudio se plantean conceptos reiterativos como vincular la implementación de los mismos a través de una estrategia corporativa que vaya acompañada de un vínculo cultural para romper los impedimentos evidenciados en la categoría de implementación.

Dentro de la categoría de Implementación se encontraron como ya fue mencionado los impedimentos que podrían llegar a frenar un proceso de generación de ventajas competitivas y valor agregado al producto y que fueron asignadas al código de impedimentos. La categoría de Implementación evidencio que el desarrollo de los conceptos en torno *Green Lean* requiere en gran medida de una Integración con Partes Interesadas (IPI) ya sea con clientes externos o internos, para que de esa manera se pueda articular mejor el uso de estas herramientas.

Un aspecto clave resaltado por todos los entrevistados es el proceso de capacitación en temas de esta naturaleza, que buscan brindar de los conocimientos necesarios para el uso de las herramientas ACV y VSM en un proyecto. Hay una relación entre lo que se codifico dentro del código de innovación y el código de Normatividad y ley, y es algo que también se llegó a validar a partir de las observaciones no participantes realizadas en el estudio, y la relación se da en que para poder llevar a cabo temas no regulados por la ley se requiere de procesos innovadores dentro de las empresas que buscan mejorar los procesos internos de la empresa para poder ampliar el mercado para sus productos ofrecidos, lo que lo llevaría a tener una ventaja competitiva frente al mercado.

Ahora bien, en la categoría de Proyecto se evidencio que la implementación de estos conceptos es más asociada al proceso de construcción y diseño. Por otro lado, existen relaciones entre la utilización de ACV y VSM con lo exigido por el mercado y con lo que requiere el cliente, lo que lleva a considerar muchas veces el costo como un impedimento de desarrollar la implementación de esta filosofía dentro de un proyecto.

4.4.7 Resultados asociados a la Proposición 1

Esta proposición plantea que: La implementación del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y el *Value Stream Mapping* (VSM) pueden ser incluidas dentro de los proyectos para generar ventajas competitivas al integrarse con partes interesadas (IPI).

En las respuestas dadas y en las observaciones no participantes se encontró evidencia de que la implementación del ACV y el VSM si pueden generar ventajas competitivas y se encontró una relación indirecta con la integración de partes interesadas para la generación de las mismas al ser una condición esencial para la implementación de las herramientas *Green Lean*. A continuación se presentan algunas de las respuestas más representativas asociables a esta proposición.

Tabla 4-15: Respuestas destacadas en relación a la Proposición 1.

Entrevistado	Respuestas
E8	Entonces yo creo que el mismo mercado está pidiendo cada vez más producto de esas características , hoy en día no, pero tendrá que llegar el momento... Y esos beneficios ambientales también empezaran a pesar en la decisión de los clientes
E11	Nosotros identificamos que la parte ambiental dentro de nuestros proyectos es muy valorada por los clientes en varios proyectos, no solo en estrato alto, en proyectos VIS también , cuando hay cierto asunto ambiental alrededor del proyecto, eso genera un diferenciador al momento de vender .
	... comprobamos que en la medida en que seamos más amigables con el medio ambiente , eso también nos va a traer a nosotros beneficios de orden económico
E9	Pues es algo que, es muy necesario , pienso yo, que finalmente se traduce a la generación de valor que nosotros como compañía damos a nuestros clientes con la producción de nuestros inmuebles... Claro, más que un valor agregado podría traducirse en que puede convertirse en algún momento en una ventaja competitiva de mi empresa .
	... a mí me parece que la articulación de todas las áreas es un ítem clave porque realmente nosotros no estamos destinados solamente a hacer la producción de un inmueble , sino que tenemos que ir un poco más allá y preocuparnos porque esa necesidad del cliente realmente haya sido satisfecha y aún más preocuparnos por la necesidad del cliente que no pudimos satisfacer.
	Entonces dentro de mi proceso si yo identifico que hay una parte en la que yo puedo ser, amigable con el ambiente y lo puedo explotar pues

Entrevistado	Respuestas
	<p>bienvenidísimo y en eso me encamino y articulo todos mis procesos y el procedimiento a la cadena de valor, (3 seg) entonces sí me parece muy importante.</p> <p>Lean Construction me parece súper clave que, o sea se tienen que articular si o si todas las áreas de la compañía</p>
E3	<p>Si claro, o sea si uno, creo que uno debe conocer el origen para uno poder mejorar, sobre todo la parte ambiental porque obviamente uno si quiere hacer las cosas bien y bajando los impactos ambientales obviamente tenemos que devolvernos a la raíz de los materiales, de los acabados, de donde provienen todos esos insumos para poder saber cómo se maneja la obra, qué impactos va a tener.</p> <p>...podría empezar a tener en cuenta mucho empresas que estén certificadas en diseños técnicos verdes, que se puedan empezar a introducir en la arquitectura.</p>
E1	<p>Obviamente hay un tema previo que es que los productos que uno compra como suministros o materias primas, pues que ya vienen de ahí para atrás con un histórico de impacto ambiental, pero en la transformación pues uno los compra y los transforma en el caso nuestro en edificaciones, pues hay una, hay una generación de un impacto ambiental.</p> <p>... uno podría por ejemplo empezar a mirar los temas de proveedores ecológicos, proveedores sostenibles también se ven ciertos productos que puedan ser eh... contaminantes o ciertos procesos que puedan ser contaminantes, entonces comenzar de compras a retroalimentar a las otras áreas para que, como para que haya buenas practicas.</p> <p>...solo con pensar que voy a tener menos desperdicios, por todo y por todo, no solo desde los procesos de construcción sino desde la optimización de los diseños... entre yo de manera más atenta lleve los diseños a reducir los desperdicios, pues desde ahí yo estoy bajándole a la contaminación. Y ya hacia la obra, pues tengo buenas prácticas que me disminuyan el desperdicio...</p> <p>Entonces, la cadena de valor es importante para ver en dónde se genera eso, en donde se puede generar, y donde se podría evitar, corregir o minimizar.</p>

4.4.8 Resultados asociados a la Proposición 2

La proposición 2 plantea que la implementación de estrategias *Green Lean* (ACV+VSM) deberían ser soportadas con un sistema de gestión de calidad y ambiental.

En las respuestas de los entrevistados se logró identificar que la gran mayoría de entrevistados considera que este tipo de estrategias si deben estar relacionadas con los conceptos básicos que componen la norma ISO 9001 y la norma ISO 14001 (ISO, 2015a,

2015b), entiéndase ciclos PHVA, pero se evidencio que llegar a implementar un sistema para certificación no posee una ventaja para el proceso sino que por el contrario podría llegar a complicar el flujo de valor e información entre las áreas. Ver Tabla 4-16 para leer las respuestas más destacas relacionadas con la Proposición 2.

Tabla 4-16: Respuestas destacadas en relación a la Proposición 2.

Entrevistado	Respuestas
E11	Si, y así lo manejamos en la compañía, si no es así usted no tiene como mantener un sistema Lean y se le queda en una filosofía muy bonita allá que dicen los libros , si usted no lo une, bien sea al Sistema de Gestión de Calidad o a un sistema de control , no le funciona <i>Lean Construction</i> nunca, eso ya está más que demostrado.
	De hecho no le funciona nada, si usted no cierra el ciclo PHVA no le funciona y para nosotros, eh en AR, si es clave que lo integremos con sistemas de gestión , que lo dividimos aquí, que lo manejamos, calidad, salud en el trabajo y ambiental.
	Hace unos años este tema ambiental era más de carácter optativo , nosotros a través de AR en ese sistema de gestión de calidad que venimos implementando de una manera paulatina y que hoy por hoy es una exigencia legal, lo vemos como una parte fundamental de nuestra cadena de valor , de nuestro desarrollo, de nuestros productos, básicamente.
E3	Sí, claro, o sea para poder tener un control toca tener una documentación .
	Súper, ahora, chévere porque veo que aquí a veces lo que cansa es que por un lado va gestión de calidad , por un lado va Lean y eso ya se está empezando a ver, que a veces hablan de lo mismo pero entonces quién hace qué...
E6	...muchos de esos temas, ehh yo creo que pueden llegar a funcionar sin que estén montados en un sistema , sino que simplemente se adopte .
	... uno se comprometa con unos resultados o con unas actividades y simplemente determina que se tiene que hacer y listo, sin tener que enredarme con la parte de que tengo que llenar documentos adicionales .
E5	Tarde que temprano sí. Debe ser una parte de este proceso , más que se quiere trabajar sin desperdicios, sin perdidas, ehhh al involucrar el medio ambiente estamos generando es la protección de él y evitando la perdida de insumos naturales que son las que nos dan de comer.

4.4.9 Resultados asociados a la Proposición 3

La tercera Proposición es que la implementación de estrategias *Green Lean* está justificada principalmente en los requerimientos del mercado y el costo.

Como fue presentado en la categoría de implementación y proyecto, ver sección 4.4.4 y 4.4.5 respectivamente, si se obtuvieron respuestas que vincularon ACV y VSM dentro de una visión *Green Lean* que relacionaban directamente la posible implementación y desarrollo con el costo asociado a ello y con los requerimientos que exigen los clientes al componer un mercado de posibles compradores de vivienda o de otro tipo de edificación. Ver Figura 4-17 para poder leer ciertos apartes de las respuestas dadas en las entrevistas realizadas en esta investigación.

Tabla 4-17: Respuestas destacadas en relación a la Proposición 3

Entrevistado	Respuestas
E1	<p>...Previendo un ahorro futuro en sostenimiento, como nosotros vendemos y nos vamos, entonces tocaría ese costo transmitírselo al comprador en la venta del inmueble... Salvo que sean inmuebles propios, como un hotel, entonces eso es otro negocio. Si, ahí entonces si invierto un poco más porque el mismo constructor es el que al final va a recuperar esa inversión.</p> <p>Es un tema yo diría que principalmente económico, no. Es decir cualquier acción, pues implica unos costos, y pues si la ley no me lo exige por eso es tan importante el papel del gobierno en todos estos temas ambientales, porque pues la empresa privada tiene que velar por sus intereses económicos, entonces si la ley no me lo exige pues yo ya quedo supeditado es al mercado, ver que hay para hacerlo.</p>
E5	<p>La primera, de pronto el desconocimiento de los impactos que puede generar el no hacer esto y como segundo el costo que pueda generar o los sobrecostos que pueda generar esto en la operación.</p>
E3	<p>...pero también requiere un costo y normalmente como no son proyectos que le queden bajo administración de AR, sino que son para terceros, pues uno no ve el, digamos el costo –beneficio a corto plazo.</p>
E2	<p>Pues digamos que todo eso va ligado al factor dinero. Pues finalmente las empresas constructoras, la función principal es pues conseguir hacer un producto que le guste a la gente y, y que le sirva igual para el vendedor que es en el caso de nosotros es que tenga un buen precio y que genere más utilidades.</p>

Entrevistado	Respuestas
E6	Pero eso finalmente, si es un proyecto de AR es beneficioso porque va a ser rentable, caro al principio pero el sopeso se ve después, en el caso de vivienda a terceros, ese costo le queda es a los propietarios
	...entonces lo que usted le va a vender a la gente , es que usted le va a decir mire yo no le impacte nada al ambiente, porque hice estas acciones...
E8	...a ver, yo creo que si, en los proyectos ehh, que no se venden , en los proyectos que la empresa se queda para, para rentar si, en el caso de oficinas y locales comerciales . Ahí se ve un valor directo y es básicamente si uno logra tener un proyecto amigable ambientalmente, sostenible energéticamente y todas esas cosas, pues al final eso se tiene que pagar solo , pero porque yo soy el dueño, cierto.
	Entonces yo creo que el mismo mercado está pidiendo cada vez más producto de esas características , hoy en día no, pero tendrá que llegar el momento... Y esos beneficios ambientales también empezaran a pesar en la decisión de los clientes
E11	la parte ambiental dentro de nuestros proyectos es muy valorada por los clientes en varios proyectos, no solo en estrato alto, en proyectos VIS también , cuando hay cierto asunto ambiental alrededor del proyecto , eso genera un diferenciador al momento de vender .
	... comprobamos que en la medida en que seamos más amigables con el medio ambiente , eso también nos va a traer a nosotros beneficios de orden económico .

4.4.10 Resultados asociados a la Proposición 4

La última Proposición propuesta era que la creación de un modelo *Green Lean* de esta naturaleza requiere ir más allá de la normativa y la ley siendo proactivos e innovadores para superar los impedimentos encontrados.

De los resultados obtenidos se pudo evidenciar que la manera en que la mayoría de los entrevistados describía como podían ser superados los impedimentos era a través de la innovación y sobrepasar lo que exige la normativa, aunque también existieron entrevistados que asocian a que el papel de la normativa puede llegar a regular el mercado dejando a un lado el tema de innovación sino se limitan al cumplimiento de la ley esperando que todos estén en las mismas condiciones de competencia, tal vez dejando también a un lado temas como ventajas competitivas o capacidades dinámicas. En la Tabla 4-18 se presentan las respuestas más representativas que se puedan vincular a esta proposición.

Tabla 4-18: Respuestas destacadas en relación a la Proposición 4

Entrevistado	Respuestas
E1	A medida que las cosas vayan orientándose hacia la ley de manera que todos juguemos con las mismas reglas , entonces aunque se nos suban los costos, pues se nos suben a todos, entonces uno compete en igualdad de condiciones con los demás.
E8	Yo creo que eso es de la alta gerencia , pero, pero no es exclusivamente del presidente, los vicepresidentes, incluso nosotros que estamos a nivel directivo tenemos la posibilidad de opinar y de pronto pues tratar de sesgar a que nuestro presidente empiece a tomar decisiones en ese sentido, asumir esos riesgos o ser innovador en esa clase de proyectos.
	Yo creo que es un tema que se debe pensar como estrategia de la constructora y de pronto si no se tiene un liderazgo tan osado para meternos a innovar al cien por ciento, si intentar hacerlo gradualmente.
E6	... el papel de la innovación es completamente importante porque son las personas con capacidad de innovar que son las que nos van a poder llevar a ejecutar cambios en la organización , o sea personas que no tengan en su mente la continua mejora de los procesos pues va a ser muy difícil que se puedan montar en un plan de estos.
E9	Quién se preocupa por eso, cuál fue la firma que se metió la mano y dijo sabe qué yo voy a hacer esto y abrió mercado?, ¿cómo lo hizo? con innovación...
E11	Deben volverse un tema filosófico , mas no un tema como lo dije impositivo, si lo hacemos solo porque la ley lo dice, no va a surtir el mismo efecto ni se va a integrar como requerimos que suceda.
	... porque dejar ahí Lean como muy superfluo e inclusive efímero que se vaya solo por los pasillos, como lo que podríamos llegar a hacer no va a dar resultados, pero si le combinamos la innovación funciona muy bien.
	... la sostenibilidad y una filosofía como Lean nos invita cada vez más a innovar.
	...una cadena de valor , no solo con la construcción , sino con la verificación , con un control de calidad casi al final, eso repitiéndolo en el tiempo, con una alta dosis de innovación, garantiza la sostenibilidad.
E2	...la estrategia siempre se da a nivel de mandos superiores o sea si nosotros queremos hacer una innovación tenemos que generar cosas nuevas, salirnos de la zona de confort y para salirnos de la zona de confort lo que hay que hacer es implementar, innovar.

5. Discusión

Esta investigación partió de la idea de aportar al desarrollo de la filosofía *Green Lean* y dar respuesta a los objetivos y preguntas de investigación, vinculados a la integración de las herramientas ACV y el VSM, desarrolladas dentro de la teoría de la Visión de la Firma Basada en Recursos Naturales (VFBRN) y el *Lean Construction* buscando generar ventajas competitivas para una empresa constructora en la ciudad de Bogotá.

Para lograr aportar al desarrollo de la teoría *Green Lean*, al construir la aproximación de un modelo de integración de ACV con el VSM, se planteó un estudio de caso holístico simple (Yin, 2009, 2013), adelantado en dos empresas: Inversiones y proyectos en construcción HR Ltda. El cual fue el piloto del estudio y AR CONSTRUCCIONES S.A.S, la cual fue la empresa analizada, y cuya unidad de análisis propuesta para llevar a cabo el estudio fue la dirección y gerencia. Se trabajó un estudio de caso descriptivo con el que se buscó dar respuesta a las preguntas de investigación y objetivos enunciados en el Capítulo 1, pero además se contrastaron empíricamente lo planteado en las proposiciones desde la coincidencia de patrones y para el análisis de datos se realizó lo planteado en el Capítulo de metodología generando al final un modelo lógico producto de este estudio (Yin, 2009).

5.1 Discusión

El desarrollo de la discusión de esta investigación parte de los hallazgos encontrados a partir de las entrevistas semiestructuradas, observaciones no participantes y revisión de documentos aplicados a la unidad de análisis planteada sin perder el enfoque planteado en los conceptos teóricos abordados en el Marco Teórico, y también las proposiciones, objetivos y preguntas de investigación.

5.1.1 La implementación del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y el *Value Stream Mapping* (VSM) pueden ser incluidas dentro de los proyectos para generar ventajas competitivas al integrarse con partes interesadas (IPI) - Proposición 1

El Análisis de ciclo de vida (ACV) y el (VSM) son las principales herramientas del *Green Lean* (Garza-Reyes, 2015; Ng et al., 2015) y que pueden ser vinculadas con el concepto de tutelaje de producto ya que esta capacidad estratégica dentro de la VFBRN, parte de la idea de que las actividades realizadas a través del ciclo de vida de un producto poseen impactos ambientales y ciertamente deben ser incluidos e internalizados en la cadena de valor (Hart, 1995), debido a que el ACV permite identificar los impactos ambientales (ISO, 2006) y el VSM permite conocer la cadena de valor (Koskela, 1992; Rosenbaum, Toledo, & González, 2014; Vinodh et al., 2015). Así, al tener relacionado el ACV y el VSM con el tutelaje de producto se encuentra en la teoría que al ser esta una capacidad estratégica su fuerza impulsora viene dada por un recurso clave que es la Integración de Partes Interesadas (IPI).

Al poder vincular el ACV y el VSM dentro del tutelaje de producto como una capacidad estratégica y saber que la Integración de Partes Interesadas (IPI) es el recurso clave que genera ventajas competitivas, también se destaca que la IPI influye de manera positiva en el desarrollo de estrategias medioambientales cuando identifica barreras internas en el desarrollo de dichas estrategias (Delgado-Ceballos et al., 2012). Así, el tutelaje de producto genera ventajas competitivas al permitir evitar negocios ambientalmente peligrosos, rediseñar y desarrollar nuevos productos con bajos costos de ciclo de vida (Hart, 1995) lo que se convierte en una ventaja competitiva al poder anticiparse a los competidores de la industria (Hart & Dowell, 2011). De esta manera, se puede evidenciar la sustentación teórica que llevo a formular la proposición y a continuación se procede a analizar y contrastar lo planteado a nivel teórico con los resultados obtenidos a partir del estudio de caso realizado y que cuyos datos fueron obtenidos a partir de instrumentos como la entrevista, la observación no participante y el análisis de archivos planteados en el capítulo de la Metodología.

En los resultados obtenidos y presentados en el Capítulo 4, en primer lugar se evidencia la falta de conocimiento en torno a la herramienta ACV aplicada a la construcción o en su defecto la vinculación de esta herramienta con la norma ISO 14040 (ISO, 2006), lo cual se podría convertir como fue evidenciado en las respuestas de los entrevistados en un impedimento de implementación de una estrategia relacionada con *Green Lean*. Si bien es cierto que se evidenció la falta de conocimiento teórico en específico de la herramienta, se reconoció a través de la codificación, cruce de datos y análisis de los mismos que existen conocimientos y atribuciones de importancia a conocer los impactos medioambientales que produce un producto o un proceso. A partir de lo mencionado se encontraron respuestas que vinculaban la implementación de herramientas para generar valor como la cadena de valor identificada a partir del VSM con la identificación de impactos medioambientales dados por el ACV, asociándolo con una forma de generar valor y posiblemente generar ventajas competitivas.

Fue evidenciable que según la unidad de análisis, este tipo de herramientas requieren de la integración de partes interesadas (IPI) de tipo interno entre áreas y de tipo externo vinculando los proveedores y el mercado que compra los inmuebles. La IPI pudo ser asociada con un factor clave necesario para poder generar ventajas competitivas validando lo propuesto en la proposición junto con su sustentación teórica. Las respuestas destacadas asociadas a esta proposición son:

E9: "...a mí me parece que la articulación de todas las áreas es un ítem clave porque realmente nosotros no estamos destinados solamente a hacer la producción de un inmueble, sino que tenemos que ir un poco más allá... es muy necesario, pienso yo, que finalmente se traduce a la generación de valor que nosotros como compañía damos a nuestros clientes con la producción de nuestros inmuebles... Claro, más que un valor agregado podría traducirse en que puede convertirse en algún momento en una ventaja competitiva de mi empresa".

E8: "Entonces yo creo que el mismo mercado está pidiendo cada vez más producto de esas características, hoy en día no, pero tendrá que llegar el momento... Y esos beneficios ambientales también empezaran a pesar en la decisión de los clientes".

E11: “Nosotros identificamos que la parte ambiental dentro de nuestros proyectos es muy valorada por los clientes en varios proyectos, no solo en estrato alto, en proyectos VIS también, cuando hay cierto asunto ambiental alrededor del proyecto, eso genera un diferenciador al momento de vender”.

E1: “Entonces, la cadena de valor es importante para ver en dónde se genera eso, en donde se puede generar, y donde se podría evitar, corregir o minimizar”.

De esta manera se logra validar la proposición 1 que permite deducir que para construir un modelo de naturaleza *Green Lean* usando sus herramientas principales Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y el *Value Stream Mapping* (VSM) es necesaria como lo es enunciado en la teoría, la integración de partes interesadas para generar ventajas competitivas. A partir de la discusión planteada en torno a la proposición 1 se presenta el siguiente resumen gráfico, ver Figura 5-1:

Figura 5-1: Discusión Proposición 1. Elaboración propia.



5.1.2 La implementación de estrategias *Green Lean* (ACV+VSM) deberían estar soportadas con un Sistema de Gestión de Calidad y Ambiental - Proposición 2

La proposición 2 que tiene que ver con que una estrategia *Green Lean* que en el caso de este estudio se refiere a la aproximación de modelo planteado más adelante en este capítulo debe estar basado en un SGC y un SGA. El desarrollo teórico de involucrar sistemas de gestión viene dado desde dos puntos, el primero está dado porque la herramienta *Green* que es el ACV está descrito y estandarizado dentro de una norma ISO 14040 que viene acompañada de otras normas de gestión ambiental promovido por la ISO (Organización Internacional de Normalización por sus siglas en inglés) dentro del paquete de normas ISO 14000. El segundo punto tiene que ver con lo evidenciado en el desarrollo y análisis del estudio piloto, que evidencio que la unidad de análisis de esta empresa relacionó la implementación de este tipo de herramienta y estrategias con ciclos PHVA, los cuales son una base para poder implementar SGC y SGA (ISO, 2015a, 2015b).

De este modo, el SGC y el SGA se convierten en un marco de referencia para mejorar el desempeño global de la empresa y además proporcionar una base sólida para implementar iniciativas de desarrollo sostenible. Dentro de la empresa analizada se renovó a principios del año 2017 la certificación ISO 9001, de lo cual se evidencio un sistema vinculado con gestión documental, lo que llevaría a pensar que los procesos al tener dichos sistemas el desempeño global de la cadena de valor seria optima y adecuada, lo cual a partir del análisis de las entrevistas es validado a nivel teórico y conceptual, pero se evidencian ciertas dudas de vincular un proceso *Green Lean* con dichos sistemas, ya que se considera que existen pérdidas de tiempo e ineficiencia al llenar formatos. A partir de los datos obtenidos, se puede evidenciar que la implementación y desarrollo de un modelo de naturaleza *Green Lean* incorporando el ACV con el VSM debería estar vinculado a un ciclo PHVA que como ya ha sido mencionado es uno de los conceptos básicos desarrollados dentro de un SGA y un SGC.

El ciclo PHVA como ya fue expuesto tiene que ver con un proceso iterativo usado para lograr la mejora continua, lo que llevaría a vincular que la unidad de análisis que según su conocimiento piensan que la mejor manera de llevar a cabo e implementar estas

herramientas en conjunto debe partir de un proceso gradual donde finalmente podría llegar a ser certificado. De esta manera se podrían asociar los siguientes pasos para la aproximación del modelo de integración de VSM con ACV:

- **Planificar:** En esta etapa se deberían establecer los objetivos ambientales y los procesos necesarios para generar resultados de acuerdo a la política ambiental de la empresa (ISO, 2015a).
- **Hacer:** Implementar las herramientas ACV y VSM de manera que dentro de la cadena de valor obtenida a partir del VSM se puedan incluir los impactos medioambientales dados por el ACV, aplicados a los procesos que hayan sido definidos en la etapa de planificación, así se posee un mapa de cadena de valor (VSM) que permite ver que partes de un proceso pueden ser sujetas a una mejora en términos ambientales.
- **Verificar:** Identificar los procesos de la cadena de valor que pueden ser sujetos de una mejora ambiental. También realizar un seguimiento y medición de la implementación del modelo planteado de integración de ACV con VSM, incluyendo su relación con el cumplimiento de los compromisos y objetivos ambientales planteados.
- **Actuar:** Generar el VSM futuro de un proyecto o proceso proponiendo soluciones para mejorar los impactos ambientales identificados con el ACV en la etapa anterior. Además, ejecutar acciones que vayan encaminadas a corregir y mejorar continuamente el modelo (ISO, 2015a).

Para validar lo anteriormente planteado se tuvo en cuenta tendencias y respuestas como las siguientes:

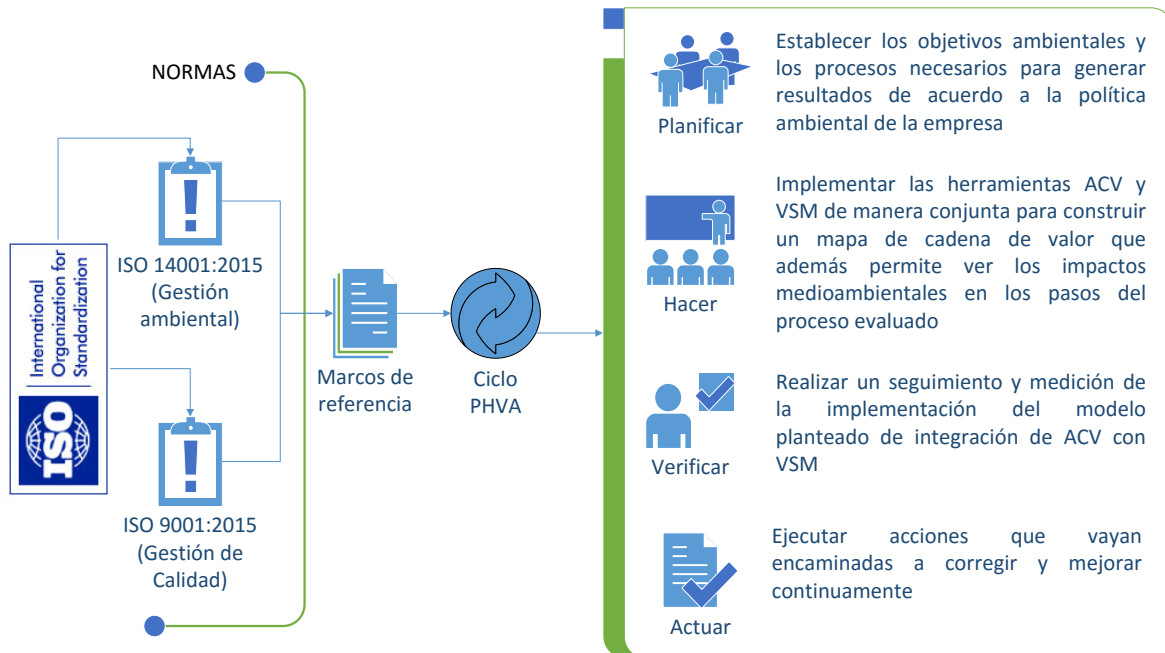
E11: “Si, y así lo manejamos en la compañía, si no es así usted no tiene como mantener un sistema Lean y se le queda en una filosofía muy bonita allá que dicen los libros, si usted no lo une, bien sea al Sistema de Gestión de Calidad o a un sistema de control, no le funciona *Lean Construction* nunca, eso ya está más que demostrado”.

E11: "...si usted no cierra el ciclo PHVA no le funciona y para nosotros, eh en AR, si es clave que lo integremos con sistemas de gestión, que lo dividimos aquí, que lo manejamos, calidad, salud en el trabajo y ambiental".

E6: "...muchos de esos temas, ehh yo creo que pueden llegar a funcionar sin que estén montados en un sistema, sino que simplemente se adopte.... uno se comprometa con unos resultados o con unas actividades y simplemente determina que se tiene que hacer y listo, sin tener que enredarme con la parte de que tengo que llenar documentos adicionales".

Así, se puede ver una relación directa entre las respuestas obtenidas a partir del estudio de caso y la formulación de la proposición 2 construida teóricamente para validar elementos que permitan acompañar y soportar una posible implementación práctica a futuro de lo propuesto en esta investigación. A continuación se presenta una representación gráfica de lo que fue validado de la teoría y las proposiciones con respecto a los resultados obtenidos del estudio, ver Figura 5-2.

Figura 5-2: Discusión Proposición 2. Elaboración propia.



5.1.3 La implementación de estrategias *Green Lean* está justificada principalmente en los requerimientos del mercado y el costo - Proposición 3

Estrategias como la implementación de un modelo de integración de ACV con VSM dentro de una empresa constructora basado en conceptos de *Green Lean*, dados ya los vínculos de estas herramientas con la filosofía (Banawi & Bilec, 2014; Dhingra et al., 2014; Ng et al., 2015; Sertyesilisik, 2014b; Vinodh et al., 2015), según estudios existe la preocupación de que desde un enfoque empresarial la implementación del ACV impone costos inaceptables al negocio que provee un limitado valor (Moreno et al., 2015), lo cual es asociado con la falta de medidas de sostenibilidad dentro de las rutinas de una empresa (O'Rourke, 2014).

Como ya fue expuesto, ver sección 2.1, se encuentran caminos a superar las barreras de costos a través de la innovación lo que teóricamente ya fue soportado en el marco teórico al vincular los procesos de proactividad ambiental dentro de una innovación organizacional buscando tomar decisiones estratégicas a partir de la implementación de un modelo de características *Green Lean* que puede llegar a ser objeto de una deducción del 100% de la inversión realizada más un descuento tributario del 25% siendo sujeto de revisión por parte del Consejo Nacional de Beneficios Tributarios de Ciencia Tecnología e Innovación (Congreso de Colombia, 2016; Departamento Nacional de Planeación, 2015). Por otro lado, ya expuesta una solución para superar la barrera del dinero en cuanto a la implementación, según en las respuestas recolectadas en el estudio de caso el costo que puede implicar el uso de estas herramientas debería ser transferido al valor del inmueble.

Por otro lado los requerimientos del mercado podrían ser vinculados con conceptos de sostenibilidad dentro de la empresa al existir una correlación entre las decisiones gerenciales y la influencia de las partes interesadas (Rodríguez-Melo & Mansouri, 2011). Así a partir de la IPI dentro de la VFBRN es una forma de entender y de integrar los requerimientos de los clientes dentro de la toma de decisiones estratégicas dentro de la empresa constructora. Las respuestas obtenidas y las tendencias producto de reorganizar los códigos muestran que el mercado es un factor decisivo en la toma de decisión de implementar estas herramientas en conjunto, dejando abierta la posibilidad de implementar

los conceptos *Green Lean* a un nivel macro dentro de la empresa o aplicado específicamente por cierto tipo de proyectos.

A continuación se presentan unas respuestas destacadas que permiten validar lo afirmado en la proposición 3:

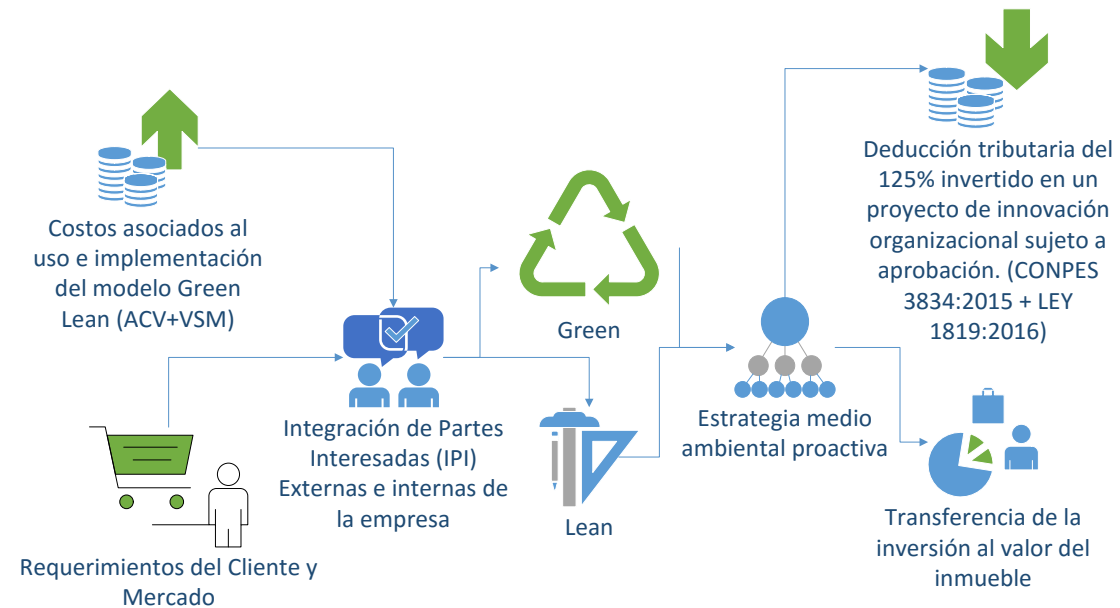
E1: "...Previendo un ahorro futuro en sostenimiento, como nosotros vendemos y nos vamos, entonces tocaría ese costo transmitírselo al comprador en la venta del inmueble... Salvo que sean inmuebles propios, como un hotel, entonces eso es otro negocio. Si, ahí entonces si invierto un poco más porque el mismo constructor es el que al final va a recuperar esa inversión".

E1: "Es un tema yo diría que principalmente económico, no. Es decir cualquier acción, pues implica unos costos, y pues si la ley no me lo exige por eso es tan importante el papel del gobierno en todos estos temas ambientales, porque pues la empresa privada tiene que velar por sus intereses económicos, entonces si la ley no me lo exige pues yo ya quedo supeditado es al mercado, ver que hay para hacerlo".

E2: "Pues digamos que todo eso va ligado al factor dinero. Pues finalmente las empresas constructoras, la función principal es pues conseguir hacer un producto que le guste a la gente y, y que le sirva igual para el vendedor que es en el caso de nosotros es que tenga un buen precio y que genere más utilidades".

E11: "la parte ambiental dentro de nuestros proyectos es muy valorada por los clientes en varios proyectos, no solo en estrato alto, en proyectos VIS también, cuando hay cierto asunto ambiental alrededor del proyecto, eso genera un diferenciador al momento de vender".

Lo que se podría construir a partir del análisis profundo de los resultados obtenidos y contrastándolo y usando los conceptos estudiados presentados en el marco teórico se tiene:

Figura 5-3: Discusión Proposición 3. Elaboración propia.

5.1.4 La creación de un modelo *Green Lean* de esta naturaleza requiere ir más allá de la normativa y la ley siendo proactivos e innovadores para superar los impedimentos encontrados - Proposición 4

Como fue mencionado en el capítulo de Marco Teórico la definición de estrategias ambientales proactivas son un factor diferenciador estratégico (Aragon-Correa, 1998; Romero, 2016) y que son definidas en este contexto como un acercamiento sistemático de la compañía hacia temas del ambiente que voluntariamente van más allá de las obligaciones legales de la organización (Delgado-Ceballos et al., 2012). Es mencionado este aspecto porque se interrelaciona con la Integración con Partes Interesadas (IPI) dentro de la Visión de la Firma Basada en Recursos Naturales (VFBRN) (Liu et al., 2017; Sharma & Vredenburg, 1998).

Así se puede vincular el desarrollo de la aproximación de un modelo, producto de esta investigación, como un enfoque hacia la proactividad ambiental y que según la teoría para llegar a alcanzar esta dinámica empresarial se requiere mayor inversión en innovación orientada ambientalmente (Aragon-Correa, 1998; Aragón Correa & Sharma, 2003;

Romero, 2016), y de ahí se encontró la necesidad de dar un marco de referencia y soporte para desarrollar y vincular la aproximación de este modelo con una innovación organizacional.

Como fue mencionado dentro del capítulo de Marco Teórico, existen tendencias dentro de los legisladores, líderes empresariales y ambientalistas de concentrarse en costos estáticos de los impactos de las regulaciones medioambientales y han olvidado los beneficios de dinámicas que mejoran la productividad a través de la innovación (Porter & Van der Linde, 1995), aun así existen trabajos que demuestran que las empresas si innovan con el objetivo de mantener la posición actual frente a los competidores y además generar nuevas ventajas competitivas (OCDE y Eurostat, 2005). Ahora bien, al estar definida la innovación organizacional como la introducción de un método que no haya sido utilizado antes en la empresa y que sea resultado de la toma de una decisión estratégica tomada por la dirección, el CONPES 3834: 2015 adopta esta definición como una de las posibles líneas de proyectos a ser objeto de deducciones tributarias (Departamento Nacional de Planeación, 2015).

De este modo se evidencia que esta investigación además de desarrollar y proponer la aproximación de un modelo *Green Lean* a partir de la integración del ACV con el VSM también intentó articular este tipo de herramientas dentro de una estrategia que pueda ser producto de implementación en la industria de la construcción en Colombia.

Las respuestas clave que pueden ser asociadas a esta proposición evidenciaron que la unidad de análisis realizó una vinculación de las herramientas ACV y VSM en primer lugar con innovación y en segundo lugar con tener una estrategia proactiva en términos ambientales. A continuación se presentan las respuestas clave en torno a esta proposición:

E6: "...el papel de la innovación es completamente importante porque son las personas con capacidad de innovar que son las que nos van a poder llevar a ejecutar cambios en la organización, o sea personas que no tengan en su mente la continua mejora de los procesos pues va a ser muy difícil que se puedan montar en un plan de estos".

E11: "Deben volverse un tema filosófico, mas no un tema como lo dije impositivo, si lo hacemos solo porque la ley lo dice, no va a surtir el mismo efecto ni se va a integrar como requerimos que suceda".

E11: "...la sostenibilidad y una filosofía como *Lean* nos invita cada vez más a innovar".

E11: "...una cadena de valor, no solo con la construcción, sino con la verificación, con un control de calidad casi al final, eso repitiéndolo en el tiempo, con una alta dosis de innovación, garantiza la sostenibilidad".

A partir del análisis profundo de los resultados obtenidos y contrastándolo y usando los conceptos estudiados presentados en el marco teórico se tiene:

Figura 5-4: Discusión Proposición 4. Elaboración propia.



5.2 Descripción del modelo

Teniendo presente la experiencia e importancia de AR CONSTRUCCIONES S.A.S dentro de la construcción de vivienda a nivel nacional, vendiendo más de 1000 unidades anuales a nivel nacional, y destacándose como una empresa con construcciones en altura desde proyectos de vivienda de interés social hasta edificios de alto estrato, a través de un estudio de caso holístico simple (Yin, 2009) y teniendo en cuenta que esta metodología permite generar teorías emergentes, modelos o teorías (Eisenhardt, 1989; Eisenhardt &

Graebner, 2007; Yin, 2009), se desarrolló un análisis profundo de los datos recolectados en la investigación producto de la codificación, reagrupación y comparación de los mismos, lo que finalmente permitió construir la aproximación de un modelo de integración *Green Lean* usando sus herramientas principales, el ACV y el VSM, para generar ventajas competitivas.

Los temas que interrelacionan los conceptos desarrollados tanto en el marco teórico como en el desarrollo de la investigación en campo puede ser resumidos en las categorías usadas para la codificación, los cuales son: Sistemas de Gestión, *Green Lean* (ACV+VSM), Alta Gerencia, Implementación y Proyecto. Dentro de las categorías mencionadas y según las respuestas analizadas en el estudio de caso los conceptos clave e importantes para ser desarrollados en torno a un modelo de esta naturaleza fueron: el Ciclo PHVA, el Análisis de Ciclo de Vida (ACV), el *Value Stream Mapping* (VSM), las ventajas competitivas, la capacitación y conocimiento acerca de estos conceptos, la Integración con Partes Interesadas (IPI), el mercado junto con los costos y finalmente la innovación.

Los mecanismos entonces que necesita un modelo de naturaleza *Green Lean* dentro de la empresa constructora son la generación de una planeación estratégica que esté vinculada con una innovación organizacional que permita superar los impedimentos asociados a los costos de implementación de este tipo de estrategias, ya que se podría llegar a recuperar en deducción tributaria el 125% de la inversión realizada en este tipo de proyectos según aprobación del Consejo Nacional de Beneficios tributarios de Ciencia, Tecnología e Innovación (Congreso de Colombia, 2016; Departamento Nacional de Planeación, 2015).

Superado el impedimento relacionado con los costos de implementación se evidenció a partir del análisis de resultados que la Integración de Partes Interesadas (IPI) es clave para la inclusión de los conocimientos y perspectivas en torno al uso del ACV y el VSM en conjunto y así poder llevar a cabo una buena implementación dentro de la constructora. Además, según lo evidenciado en la teoría la IPI puede conducir a una empresa a ir más allá de lo exigido por la ley promoviendo una proactividad medioambiental (Aragon-Correa, 1998; Aragón Correa & Sharma, 2003; Delgado-Ceballos et al., 2012; Liu et al., 2017).

El soporte de la aproximación del modelo planteado es vincularlo a un proceso continuo sustentado en una metodología que genere conocimiento o busque el aprovechamiento de nuevas oportunidades y tecnologías. Así, la implementación y construcción de la aproximación del modelo *Green Lean* planteado se soporta dentro de dos marcos: el primero, un Sistema de Gestión de la Calidad, y el segundo dentro de un Sistema de Gestión Ambiental (ISO, 2015a, 2015b) donde el ciclo PHVA, descrito en la sección 5.1.2 construido a partir de la conceptualización y análisis cruzado de la codificación, es el recurso básico clave para poder tener un mejoramiento continuo. La implementación del SGC junto con el SGA implicaría que la empresa pudiera poner en marcha un plan de protección al medio ambiente y que asegure la calidad para el cliente de las viviendas ofrecidas en el mercado, dentro de un marco normativo nacional e internacional.

Además del impedimento de costos ya abordado se identificó que la capacitación y conocimiento son temas que generan barreras internas (Delgado-Ceballos et al., 2012) para desarrollar este tipo de herramientas o estrategias dentro de la empresa, pero que a través del estudio se logró evidenciar que si existe un compromiso de la alta gerencia para abordarlo, la empresa está en las capacidades de usar un modelo *Green Lean* que le permita construir la cadena de valor de sus procesos identificando los impactos medio ambientales con el ACV y que según la metodología VSM se pueda proponer una nueva cadena de valor donde se busquen estrategias que permitan reducir los impactos ambientales identificados.

A partir de la narrativa planteada anteriormente basada en los resultados obtenidos en el estudio de caso holístico simple y con la sustentación teórica en torno a las filosofías *Green Lean* abordadas en el marco teórico, se puede asociar este tipo de modelo con un recurso clave dentro de una capacidad estratégica de la Visión de la Firma Basada en Recursos Naturales (VFBRN) que le permitiría a partir de la Integración de Partes Interesadas generar ventajas competitivas (Hart, 1995; Hart & Dowell, 2011; Hart & Milstein, 2003) a una empresa constructora que use el ACV y el VSM en conjunto, convirtiéndose además en una capacidad dinámica de la empresa la cual permitirá reconfigurar los recursos para generar dichas ventajas en mercados cambiantes en torno a los conceptos de sostenibilidad.

Es muy importante fortalecer y afianzar el proceso de implementación de *Lean Construction* que está en curso, ya que se podrían llegar a establecer las bases y acuerdos de servicios entre las áreas necesarios para poder construir los VSM de los procesos a ser evaluados con el ACV de una manera más eficaz y rápida. Es por esto que es adecuado también generar una estructura de comunicación interna entre todas las áreas de la empresa involucradas en el desarrollo de proyectos de construcción principalmente que sea una garantía de integrar a las partes interesadas para el desarrollo del producto, lo cual además requiere, como fue evidenciado en el análisis de resultados, empezar a construir una cultura dentro de la empresa que rompa las barreras asociadas al miedo y resistencia al cambio, lo cual son impedimentos de una innovación.

A través del análisis profundo de los resultados de las entrevistas semiestructuradas y complementándolo con las observaciones no participantes realizadas a la unidad de análisis del estudio de caso se pueden desprender una serie de reflexiones en torno al alcance que debería tener el modelo y construir así un modelo lógico (Yin, 2009). A partir del análisis realizado se evidenció que el modelo debe contemplarse como una estrategia de la empresa AR CONSTRUCCIONES que esté vinculado con los objetivos empresariales de la misma y que sea respaldada por la alta gerencia, pero también se encontró que más allá de ser un tema conceptual y estratégico debería tener una herramienta práctica que se pudiera aplicar a los procesos de la empresa, especialmente en el desarrollo de los proyectos de construcción teniendo en cuenta todas las posibles partes interesadas a través del ciclo de vida del producto.

5.2.1 Manual de implementación del modelo

El punto de partida para la implementación de este modelo es identificar las entradas que tiene la empresa y que la motivan para usar el mismo.

- **Primera Etapa - Entradas:**
 - **Requerimientos del cliente:** A partir del análisis realizado es evidenciable que el diseño y concepción del proyecto junto con sus especificaciones son el producto de integrar lo que el mercado de compradores de vivienda pide, ver sección 5.1.3.

- **Decisión estratégica tomada por la gerencia:** Para llevar a cabo la implementación de este modelo *Green Lean* y para que se pueda vincular con un proceso de innovación organizacional es requisito que la alta gerencia tome la decisión de introducir este nuevo método verificando que no haya sido utilizado antes en la empresa y que busque a través de la innovación mejorar los resultados ambientales de la empresa y generar ventajas competitivas a partir de ello.
- **Impedimentos:** Es evidenciable en los resultados de la investigación realizada que los costos que están asociados a implementar las herramientas del modelo, el ACV y el VSM, dentro de los procesos es un factor a tener en cuenta para implementar el modelo junto con el desconocimiento en torno a esta filosofía y sus herramientas, ver sección 4.4.4 de este documento para observar los resultados obtenidos.
- **Segunda Etapa – Ciclo PHVA:**

En esta etapa a partir de las bases teóricas de lo que componen un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) y un Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) y lo validado y expuesto por la unidad de análisis del estudio de caso realizado dentro de la empresa, se propone complementar los ciclos de Planificar, Hacer, Verificar y Actuar (PHVA) expuestos en la sección 4.2 de este documento, separando las funciones o procesos a realizar dentro de la implementación del modelo *Green Lean* que deben realizar la Gerencia y las Vicepresidencias.

- **Planificar:** Se debe establecer y planear una estrategia medio ambiental proactiva que vaya más allá de la regulación ambiental actual ya que se buscan desarrollar capacidades organizacionales orientadas a mejorar el desempeño ambiental de la empresa a través de la definición de políticas internas orientadas a romper las barreras internas y externas a partir de la Integración con Partes Interesadas, teniendo como base los objetivos ambientales buscados según el proceso o producto que se quiera evaluar.

La planificación al final lo que busca es buscar la forma de generar ventajas competitivas al mejorar las relaciones entre las partes interesadas, evitar riesgos o

resultados negativos, mejorar la reputación de la empresa y mejorar la adaptabilidad al cambio, todo esto a través de lograr identificar los impactos ambientales que se generan en los procesos de la cadena de valor del producto evaluado.

- **Hacer:** Al evidenciarse un desconocimiento teórico de la filosofía *Green Lean*, sobretudo en cuanto a la herramienta ACV y su fundamentación expuesta en la Norma ISO 14040, lo que se debe hacer es realizar capacitaciones sobre el tema brindando conocimientos adecuados para brindar los aspectos clave que permitirían tomar decisiones a partir del modelo.

Exponer de forma clara los objetivos ambientales y de eficiencia buscados por la política ambiental de la empresa, estructurada en la fase anterior de planificación, según la investigación realizada a la unidad de análisis, es vital para que se logren integrar las partes interesadas en el desarrollo del proyecto a evaluar, y que es un requerimiento expuesto en la discusión de este documento para poder generar ventajas competitivas al trabajar de manera conjunta el ACV y el VSM dentro de un modelo *Green Lean*.

La Integración con Partes Interesadas externas e internas de la empresa permitirá entonces obtener la información y documentación necesaria para construir un VSM (La cadena de valor) del proyecto o proceso a evaluar identificando los impactos ambientales encontrados a partir de la implementación del ACV (ver las posibles herramientas para aplicarlo en la sección 2.4.2), la herramienta propuesta de integración del ACV y el VSM se puede ver en la Figura 5-6.

- **Verificar:** Este proceso es necesario para evaluar el cumplimiento de los objetivos ambientales propuestos en la política y estrategia medio ambiental proactiva de la empresa y se logra gracias a identificar los impactos ambientales encontrados con el ACV dentro del VSM.

En paralelo recordando que todo el proceso de uso e implementación del modelo propuesto se vincula con la innovación organizacional y buscando romper la barrera

interna acerca de los costos que implica el uso del modelo, se debe verificar si el proyecto es aceptado como un desarrollo en Innovación, ciencia y Tecnología por parte del Consejo Nacional de beneficios tributarios de ciencia, tecnología e innovación para ser objeto de una deducción tributaria del 125% invertido y cuyas referencias y explicaciones fueron expuestas en la sección 2.1. Finalmente se debe verificar según la aprobación o no de dicha deducción tributaria si el costo debe ser transferido al valor del inmueble para recuperar la inversión realizada en la implementación de este modelo.

- **Actuar:** Teniendo en cuenta las bases teóricas propuestas en un SGC y un SGA se debería en esta fase ejecutar acciones que vayan encaminadas a corregir y mejorar continuamente el modelo *Green Lean* propuesto y según la metodología de la herramienta VSM dentro de la Filosofía *Lean* e integrándolo con este modelo, en esta etapa generar un VSM futuro de un proyecto o proceso proponiendo soluciones para mejorar los impactos ambientales identificados con el ACV en la etapa anterior.
- **Tercera Etapa - Salidas:**
 - **Ventaja competitiva:** Es el resultado de las habilidades de la organización de desempeñar actividades a menores costos que los competidores y la habilidad de diferenciar y mantener un precio que cubra el costo adicional de dicha diferenciación (Porter, 1991). La ventaja competitiva puede traducirse en reputación y legitimidad, anticiparse a los competidores de la industria y reducir los costos del ciclo de vida (Hart, 1995; Hart & Dowell, 2011; Hart & Milstein, 2003) junto con sus impactos ambientales que se pueden asociarse con capacidades dinámicas en el marco de una estrategia ambiental proactiva (Aragon-Correa, 1998; Aragón Correa & Sharma, 2003).
 - **Reducción de impactos ambientales:** Al poder identificar los impactos ambientales asociados a procesos en específicos dentro de la cadena de valor de un producto o proyecto evaluado con el modelo *Green Lean* propuesto en este documento, el ciclo PHVA propuesto permite buscar cumplir con los objetivos

ambientales propuestos por la empresa y evaluar cuales son las estrategias más adecuadas para reducir los impactos ambientales.

- **Mayor valor agregado del producto:** A partir del análisis realizado en conjunto con la revisión de la teoría se puede concluir que al cumplir el ciclo PHVA del modelo *Green Lean*, el proyecto o proceso evaluado tendrá como resultado procesos con menos impactos ambientales el cual según la validación de la unidad de análisis del estudio de caso puede adicionar un interés en la compra de las viviendas.

De esta manera, ya descrito y explicado la implementación del modelo, se presenta en la siguiente página la aproximación del modelo *Green Lean* junto con la herramienta integrando el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y el *Value Stream Mapping* (VSM), entendiendo que es la primera versión de un modelo que en sí mismo será sujeto de mejora continua si se aplica en la vida real, y que fue planteado como un producto del análisis profundo de los resultados y discusión realizada de los datos obtenidos en el estudio de caso holístico simple realizado a la unidad de análisis propuesta (Yin, 2009) dentro de la empresa AR CONSTRUCCIONES S.A.S., ver Figura 5-5 y 5-6:

Figura 5-5: Aproximación del modelo *Green Lean* usando el ACV y el VSM dentro de la constructora evaluada. Elaboración propia.

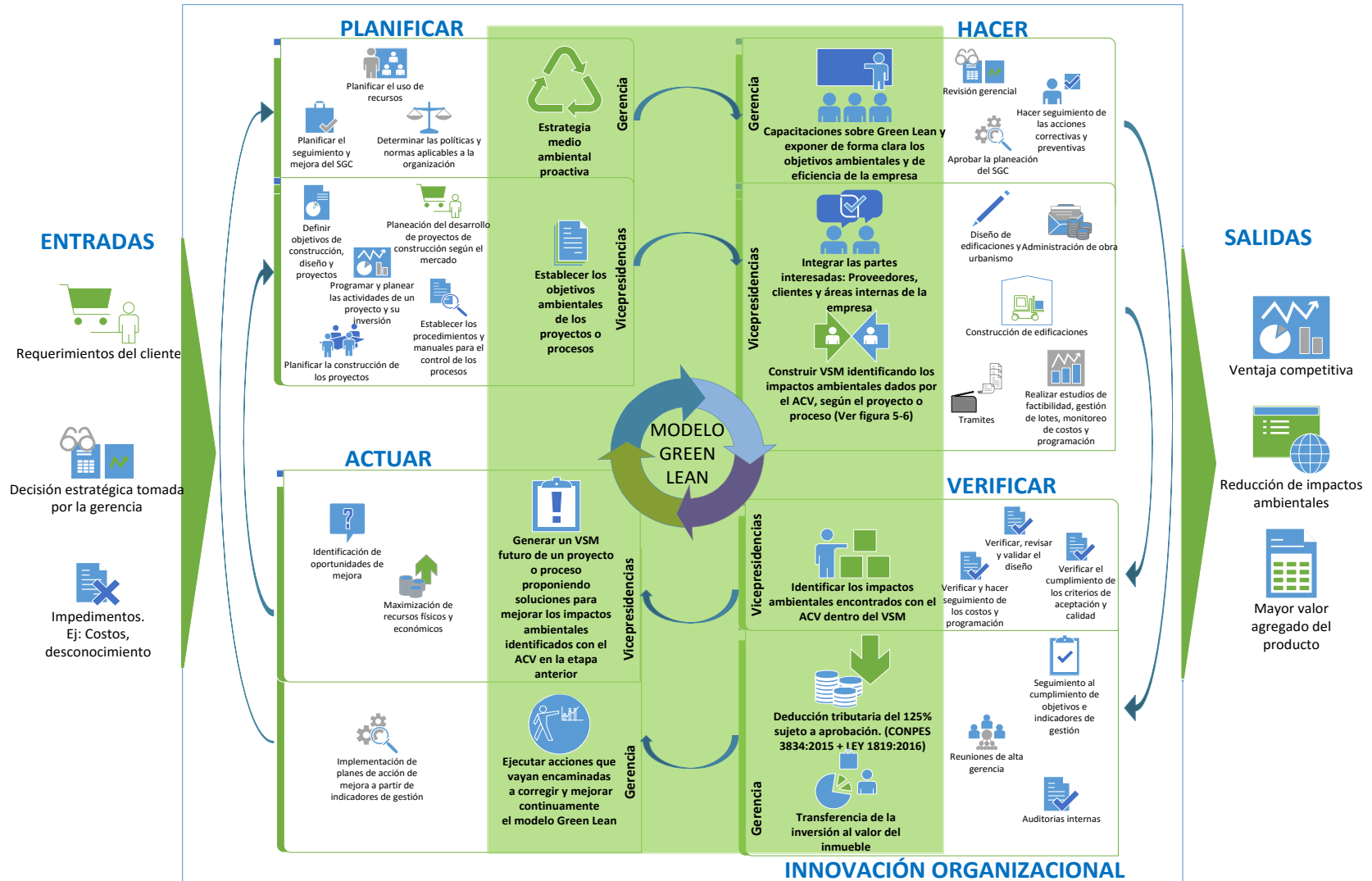
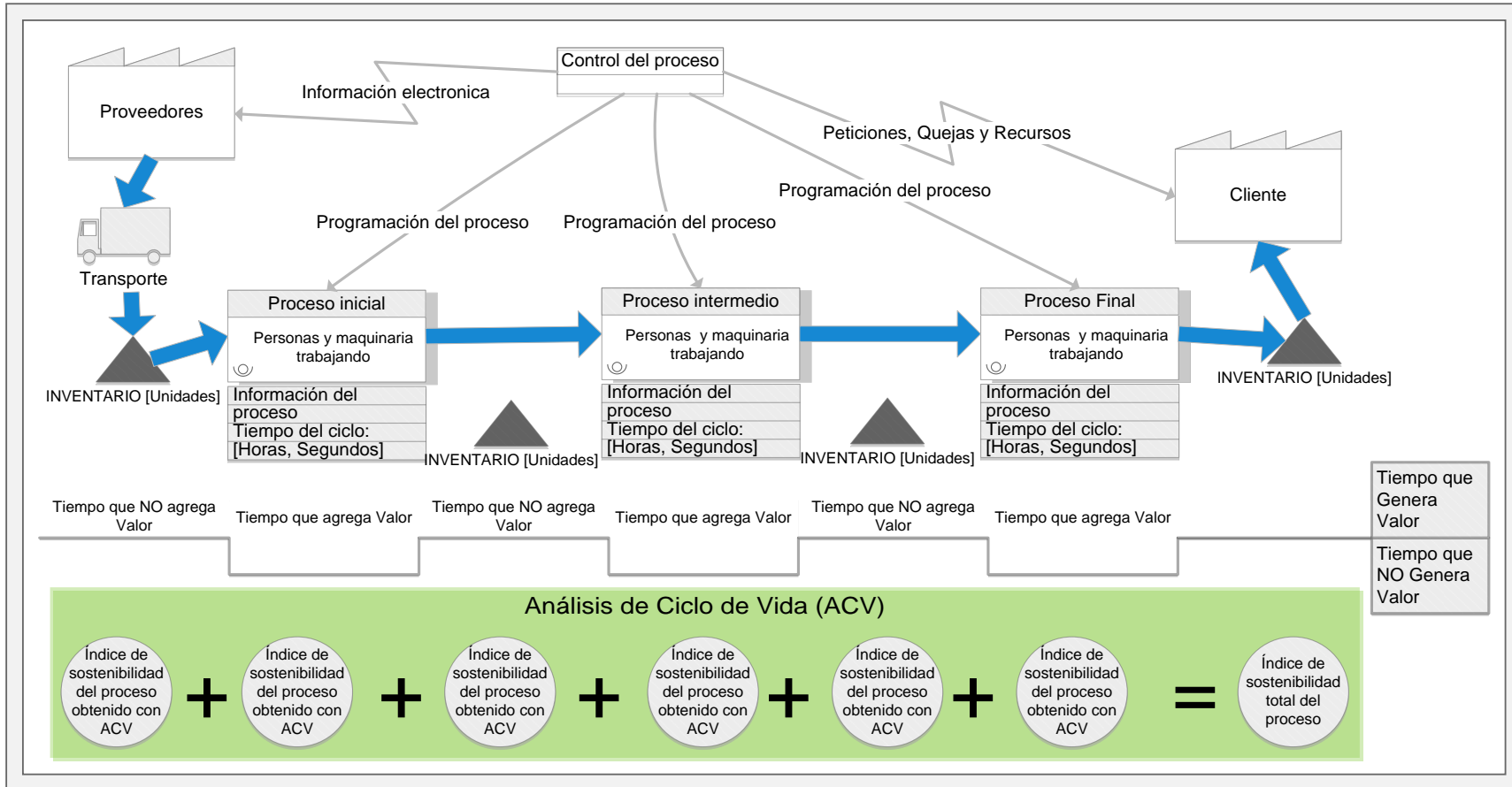


Figura 5-6: Herramienta *Green Lean* usando el ACV y el VSM. Adaptado de (Faulkner & Badurdeen, 2014).

Unión Análisis de Ciclo de Vida (ACV) con el Value Stream Mapping (VSM)



6. Conclusiones, recomendaciones y futura investigación

La fase final de esta investigación son las conclusiones, las cuales deben ser relacionadas con las interpretaciones hechas anteriormente orientadas a responder las preguntas de investigación formuladas: ¿Cómo puede definir una constructora ventajas competitivas a partir de un modelo *Green Lean* que trabaje de manera conjunta el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y el *Value Stream Mapping* (VSM)?, la cual se complementó con: ¿Cómo los resultados y análisis derivados de un estudio de caso pueden evidenciar en empresas constructoras la generación de ventajas competitivas a partir de la aplicación o proyección de la aplicación de un modelo *Green Lean*? y objetivos planteados, donde el general fue: Describir los elementos fundamentales de un modelo *Green Lean*, que integre el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) con el *Value Stream Mapping* (VSM), que pueda generar ventajas competitivas sostenibles para una constructora en la ciudad de Bogotá.

La lógica sugerida en la teoría es que las conclusiones estén conectadas al proceso interpretativo y a la base de datos producto de la investigación presentados en el capítulo 4 de este documento, lo que dentro de una investigación de tipo cualitativo provee de conclusiones altamente específicas y posiblemente únicas (Yin, 2011) al estudio de caso llevado a cabo. Así, se plantea que las conclusiones son una serie de afirmaciones producto del análisis de resultados del estudio de caso, pero que llegan a un nivel conceptual más alto y amplio, capturando el significado del estudio (Creswell, 2012; Yin, 2011). A continuación entonces se presentan las conclusiones producto de esta investigación llevada a cabo a partir de un estudio de caso holístico simple y donde la pregunta y sub pregunta de investigación fueron claras al involucrar:

- Ventajas competitivas
- *Green Lean*

- Trabajar de manera conjunta el Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y el *Value Stream Mapping* (VSM)
- El uso de resultados y análisis de un estudio de caso
- Modelo

6.1 Conclusiones

A partir del desarrollo de la discusión desarrollada en el Capítulo 5, se evidencian aspectos que sirven de base para definir las conclusiones de acuerdo a cada proposición formulada en el estudio de caso y el cual brinda una dirección a las reflexiones. Además es importante mencionar que las conclusiones tomaron de referente aparte de las proposiciones los planteamientos conceptuales del marco teórico y los resultados encontrados en el estudio de caso, dando un carácter iterativo a la investigación.

El objetivo general de describir los elementos fundamentales del modelo *Green Lean* que pudiera generar ventajas competitivas integrando el ACV y el VSM dentro de una empresa constructora en la ciudad de Bogotá fue cumplido en la construcción del modelo presentado en la sección 5.2 de este documento, y también fueron validados los objetivos específicos de esta investigación en el desarrollo del capítulo de Discusión.

Las conclusiones descritas a continuación en conjunto dan respuesta a la pregunta de investigación principal mostrando como una constructora puede generar ventajas competitivas a partir de un modelo *Green Lean* que trabaja de manera conjunta el ACV y el VSM.

6.1.1 El uso del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y el *Value Stream Mapping* (VSM) dentro de un proyecto puede generar ventajas competitivas al integrarse con partes interesadas (IPI).

Se basa en la proposición: La implementación del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y el *Value Stream Mapping* (VSM) pueden ser incluidas dentro de los proyectos para generar ventajas competitivas al integrarse con partes interesadas (IPI).

Se hizo evidente en la investigación realizada a la unidad de análisis que la Integración con Partes interesadas (IPI) es considerada un factor clave en el uso de un modelo *Green Lean* (Ver Figura 4-17) involucrando tanto las áreas internas de la empresa que tienen a cargo la construcción y diseño de un proyecto de vivienda, junto con los proveedores de materiales, ya que se evidencia que actualmente los materiales usados en la etapa de construcción no proveen ningún tipo de dato que permita calcular los índices de sostenibilidad, lo cual es necesario para el análisis de inventario de un Análisis de Ciclo de Vida (ACV). Según los resultados, se evidencia que la Integración con Partes Interesadas (IPI) permitiría que se generen canales de comunicación claros entre los diseñadores, constructores y proveedores, que si la empresa articula en torno a temas de sostenibilidad que vayan más allá de lo exigido en la ley colombiana llevaría a plantearse que un modelo *Green Lean* que integre el ACV y el VSM puede ser considerado como una estrategia medio ambiental proactiva (Delgado-Ceballos et al., 2012), lo cual según lo expuesto en la sección 2.3.2 es una forma de generar ventajas competitivas.

El modelo *Green Lean*, al poder construir una cadena de valor de procesos o productos de la constructora creada a partir de la herramienta VSM y que se complementa con la identificación de los índices de sostenibilidad que representan los impactos medioambientales obtenidos a partir de un ACV, es asociado con una estrategia que permitiría identificar los procesos y etapas del ciclo de vida que pueden ser objeto de mejoras tanto en temas de tiempos que no generan valor y/o etapas que podrían ser mejoradas en términos de impactos ambientales, lo cual a partir de los resultados obtenidos en el estudio de caso definitivamente agregan valor al proyecto donde se implemente el modelo. Además poder construir la cadena de valor que muestre los impactos ambientales es el aporte a la teoría de *Green Lean* (Ver sección 1.4) y valida el aporte propositivo de la investigación.

Si bien es cierto que se hizo evidente el desconocimiento por parte de la unidad de análisis de la herramienta principal de la filosofía *Green*, el Análisis de Ciclo de Vida (ACV), se evidenciaron conocimientos de impactos ambientales a lo largo del ciclo de vida de los procesos especialmente en la etapa de construcción que pueden ser asociados con una forma de ACV incipiente que con capacitaciones e implementación avalada por la Alta Gerencia del modelo planteado no debería ser un impedimento o barrera interna (Delgado-Ceballos et al., 2012). Por el contrario se evidencia una estructuración administrativa y

conocimientos suficientes del *Value Stream Mapping* (VSM) que son producto de una capacitación de la filosofía *Lean Construction* llevada a cabo a finales del año 2016.

En conclusión, dados los conocimientos que tiene la empresa analizada, AR CONSTRUCCIONES, y según los planteamientos teóricos dentro de la Visión de la Firma Basada en Recursos Naturales (Hart, 1995; Hart & Dowell, 2011; Hart & Milstein, 2003) se puede afirmar que la generación de ventajas competitivas a través de la Integración de Partes Interesadas (IPI) puede ser derivado de la aplicación del ACV y el VSM en conjunto en un proyecto de construcción, lo cual a partir del método, transparencia y adherencia a la evidencia (Yin, 2011) permite validar acertadamente la primera proposición.

6.1.2 Fundamentos PHVA del Sistema de Gestión de la Calidad y ambiental soportan estrategias *Green Lean* (ACV+VSM).

Parte de la proposición: La implementación de estrategias *Green Lean* (ACV+VSM) deberían estar soportadas con un sistema de gestión de calidad y ambiental.

Según lo evidenciado (Ver sección 4.4.1), la empresa analizada posee una estructura administrativa orientada y certificada en la Norma ISO 9001 encaminada a mejorar continuamente los procesos internos de la empresa y que puedan derivarse en entregar un producto que satisfaga los requisitos del cliente aumentando su nivel de satisfacción, además el sistema busca aumentar los ingresos de la empresa. Por otro lado aunque se tienen conceptos de gestión ambiental por parte de algunos entrevistados la empresa no posee implementado un Sistema de Gestión Ambiental (SGA) basado en el conjunto de normas ISO 14000. A partir del análisis profundo de la unidad de análisis del estudio de caso a partir de las categorías y códigos propuestos en el capítulo 4, se evidenció que los ciclos PHVA son realmente el soporte que debería tener un modelo *Green Lean* que integre el ACV y el VSM (Ver sección 5.1.2).

De esta manera lo que se puede afirmar es que según la unidad de análisis, un modelo de naturaleza *Green Lean* no necesariamente debe llegar a ser vinculado y certificado con un SGC (ISO, 2015b) o un SGA (ISO, 2015a) sino que debería usar el principio básico de mejoramiento continuo de ambas normas para buscar mejorar el desempeño global e

implementar iniciativas de desarrollo sostenible basados en un ciclo PHVA. La razón encontrada para no vincular en un principio la implementación del modelo con Sistemas de Gestión de la Calidad o Ambiental es una barrera interna detectada a partir del estudio y es la vinculación generalizada de estos sistemas con un trabajo muy documental que poca efectividad puede llegar a tener.

En conclusión, con respecto al planteamiento inicial de la proposición se puede asegurar que el modelo debe usar de referencias el SGC y el SGA, para armar un ciclo PHVA, pero no debería al principio buscar ser vinculado con el cumplimiento o certificación de la norma ISO 14000. Ahora bien, es importante mencionar que durante el estudio se presentaron algunas respuestas codificadas que evidencian que la certificación de estas normas, SGC y SGA, eventualmente pueden llegar a ser un factor que le agregue valor a los productos que compran los clientes de vivienda, por lo que se recomendaría una implementación progresiva que finalmente termine en una certificación de Gestión Ambiental ya que la de Calidad se certifica anualmente por políticas de la empresa. Es así como según lo interpretado y lo hallado en el estudio, se podría afirmar que la proposición propuesta es inválida visto desde una manera clara siguiendo el rigor empírico y metódico usado en esta investigación.

6.1.3 El mercado y el costo son los principales requerimientos para el desarrollo y uso de estrategias *Green Lean*, pero no son los únicos.

Esta conclusión parte de la proposición: La implementación de estrategias *Green Lean* está justificada principalmente en los requerimientos del mercado y el costo.

Se confirmó que existen preocupaciones generalizadas en la unidad de análisis que respaldan lo encontrado en la revisión de literatura que evidencian preocupaciones desde un enfoque empresarial acerca de los costos de implementar el ACV en un negocio (Moreno et al., 2015). A partir entonces del desarrollo de la investigación se logró encontrar una forma de romper dicha barrera interna y es a partir de la deducción tributaria de la inversión realizada en un proyecto de innovación organizacional (Congreso de Colombia, 2016; Departamento Nacional de Planeación, 2015), lo cual según los resultados y análisis profundo del estudio de caso podría llegar a ser la solución. Por otro lado los

requerimientos del mercado a partir de la Integración con Partes Interesadas pueden incentivar a la aplicación de conceptos de sostenibilidad en los proyectos y que finalmente se conviertan en parte de las decisiones gerenciales de la empresa (Rodríguez-Melo & Mansouri, 2011), y los cuales si son tenidos en cuenta por la unidad de análisis en el momento de determinar la pertinencia de las herramientas *Green Lean* para la aplicación dentro de un proyecto (Ver Figura 4-20).

Ahora bien, además de la IPI y los costos, el estudio de caso realizado y el análisis de sus resultados evidencia que el conocimiento sobre estos temas en torno a la filosofía *Green Lean*, la cultura de las personas y la organización junto con las regulaciones de ley son requerimientos complementarios para el desarrollo e implementación de un modelo de esta naturaleza, evidenciando entonces que dentro del ciclo PHVA propuesto en el modelo de investigación, ver Figura 5-5, pueda incorporar dichos requerimientos en un proceso de mejoramiento continuo del modelo.

Así se concluye que la unidad de análisis comparte y afirma que uno de los principales requerimientos de la aplicación de este tipo de herramientas es el costo, evidenciando una preocupación de recuperar las inversiones realizadas al usar el ACV especialmente, pero la investigación también reveló que es considerado como un factor muy importante el tema cultural y de conocimiento sobre los conceptos, lo cual son barreras internas que pueden ser superadas a partir de la teoría de Integración de Partes Interesadas (Delgado-Ceballos et al., 2012). Es por esto que según el análisis y las evidencias expuestas en esta investigación se puede validar esta proposición.

6.1.4 La creación de un modelo *Green Lean* de esta naturaleza requiere ir más allá de la normativa y la ley siendo proactivos e innovadores para superar los impedimentos encontrados.

Esta proposición en si se convierte en una conclusión ya que a partir de los resultados obtenidos se validó en conjunto lo planteado. De esta manera la unidad de análisis involucra como recurso clave la innovación e ir más allá de lo exigido por la ley para poder llevar a cabo el desarrollo e implementación de un modelo que integre el ACV y el VSM dentro de un marco de referencia *Green Lean*, lo cual se puede vincular con una estrategia

medio ambiental proactiva que es considerada como un factor diferenciador estratégico (Aragon-Correa, 1998; Romero, 2016).

Se respalda la vinculación entre innovación con una estrategia medioambiental proactiva a partir de (Aragon-Correa, 1998; Aragón Correa & Sharma, 2003) y que vinculándolo con la definición de la OCDE de innovación organizacional, se puede llegar a presentar este tipo de modelo e implementación del mismo como un proyecto sujeto a deducción tributaria del 125% invertido (Congreso de Colombia, 2016; Departamento Nacional de Planeación, 2015) y que además se convierte en una herramienta que permitirá tomar decisiones estratégicas con respecto a mejorar los procesos en términos medioambientales, convirtiéndose entonces la innovación propuesta en un factor interno distintivo de cambio (Schumpeter, 1939; Suárez, 2004) y que podría llevar según la teoría a aumentar la demanda o reducir los costos de operación o construcción.

En conclusión la investigación permite vincular la aproximación del modelo planteado con una estrategia medioambiental proactiva dentro de la VFBRN, la cual puede llegar a ser considerada como una capacidad dinámica que permite reconfigurar los recursos de una empresa y de esa manera generar ventajas competitivas de frente a los entornos cambiantes de los negocios (Hart & Dowell, 2011, p. 1473), de esta manera se logra vincular todo el desarrollo teórico propuesto y validado a partir del estudio de caso con una estrategia que organizacionalmente se convierte en una herramienta para tomar decisiones estratégicas y que genera ventajas competitivas. Además se concluye que los impedimentos y barreras internas pueden ser superadas si la alta gerencia se compromete en realizar la implementación y capacitación de los temas ligados con el modelo *Green Lean* que tienen que ir articulados con los objetivos ambientales y de eficiencia definidos en la planeación estratégica de la empresa, donde uno de los recursos clave que permitiría usar y desarrollar los conceptos de ACV y VSM en los proyectos es la Integración de Partes interesadas.

6.2 Recomendaciones y futura investigación

Se presenta a continuación una serie de aspectos que se podrían realizar en un futuro para emprender investigaciones similares o fortalecer la investigación realizada: El camino hacia la implementación y desarrollo de la filosofía *Green Lean* dentro del sector de la construcción aún requiere ser investigado desde niveles prácticos y teóricos. Desde esta investigación se evidencia que se requieren futuras investigaciones que empleen el modelo propuesto en este documento y que permitan corroborar con datos cuantitativos cuales son los impactos en dinero, tiempo y demás recursos de la aplicación del mismo, y de esta manera lograr fortalecer esfuerzos que buscan mejorar el desempeño en términos de eficiencia y sostenibilidad de una empresa.

Hace falta investigación para precisar cuáles pueden llegar a convertirse en las ventajas competitivas del uso de este modelo, ya que dentro del alcance de esta investigación se puede afirmar que según lo expuesto en la teoría y lo validado por el estudio de caso, el modelo *Green Lean* propuesto si puede generar ventajas competitivas, pero no se validan que tipo de ventajas.

A. Anexo 1: Entrevista Semi-estructurada T-01: Gerencia

PROTOCOLO PARA ESTUDIO CUALITATIVO

TÉCNICA: ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA – ALTA GERENCIA

OBJETIVO: Definir los conceptos de un modelo *Green Lean* que puede generar ventajas competitivas para una constructora en la ciudad de Bogotá.

TEMAS POR DESARROLLAR EN LA ENTREVISTA:

1. Conocimiento de lean construction y cadena de valor
2. Conocimiento del análisis de ciclo de vida
3. Conocimiento de *Green Lean*
4. Implicaciones de los temas dentro de la empresa
5. Existencia de elementos similares no reconocidos por la empresa

Fecha de la entrevista:
Lugar de la entrevista:
¿Permite la grabación de la entrevista?:
Entrevistador:
Entrevistado:
Cargo del entrevistado:
Hora de inicio de la entrevista:
Hora de finalización de la entrevista:

PREGUNTAS A DESARROLLAR EN LA ENTREVISTA

1. ¿Cuál es su conocimiento sobre *Lean construction* y cadena de valor, y cómo ha evolucionado el proceso de implementación de *lean construction* en la empresa?
2. ¿Considera importante conocer la cadena de valor de un producto o proceso para identificar posibles mejoras a nivel ambiental?
3. ¿Cuál es su conocimiento sobre sostenibilidad y el análisis de ciclo de vida de una construcción?
4. ¿Considera usted que identificar los impactos medioambientales de una construcción genera un valor agregado para la empresa?
5. ¿Manejar los procesos de sostenibilidad y *Lean construction* deberían estar relacionados con sistemas de gestión ambiental y de calidad documentada?
6. Desde la alta gerencia, ¿cuál es el papel de la eficiencia y la sostenibilidad en la empresa?
7. ¿Considera importante integrar el *Lean construction* con la sostenibilidad o cadena de valor con análisis de ciclo de vida para generar ventajas competitivas?
8. ¿Cómo se podrían implementar los conceptos de sostenibilidad y cadena de valor dentro de la empresa desde la alta gerencia?
9. ¿Cuáles cree usted que son las dificultades que impiden la implementación de estas estrategias en la empresa?
10. ¿Cree usted que la implementación de estos conceptos de *Green lean* contribuyen al desarrollo de las competencias de la empresa?
11. ¿De quién considera usted que es la responsabilidad de desarrollar e implementar estos conceptos y modelo dentro de la empresa?
12. ¿Cuál es el papel de la innovación en la implementación de estas estrategias en la empresa?

B. Anexo 2: Entrevista Semi estructurada T-02: Dirección

PROTOCOLO PARA ESTUDIO CUALITATIVO

TÉCNICA: ENTREVISTA SEMIESTRUCTURADA

OBJETIVO: Definir los conceptos de un modelo *Green Lean* que puede generar ventajas competitivas para una constructora en la ciudad de Bogotá.

TEMAS POR DESARROLLAR EN LA ENTREVISTA:

1. Conocimiento de *Lean construction* y cadena de valor
2. Conocimiento del análisis de ciclo de vida
3. Conocimiento de *Green Lean*
4. Implicaciones de los temas dentro de la empresa
5. Existencia de elementos similares no reconocidos por la empresa

Fecha de la entrevista:
Lugar de la entrevista:
¿Permite la grabación de la entrevista?:
Entrevistador:
Entrevistado:
Cargo del entrevistado:
Hora de inicio de la entrevista:
Hora de finalización de la entrevista:

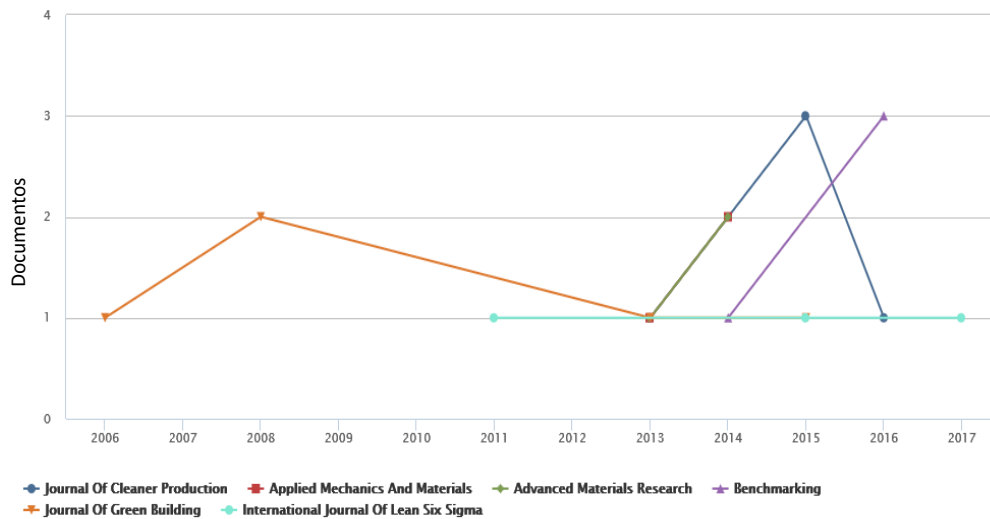
PREGUNTAS A DESARROLLAR EN LA ENTREVISTA

1. ¿Con que áreas y direcciones se relaciona mayormente de manera directa y por qué razones?
2. ¿Cuál es su conocimiento sobre *Lean Construction* y cadena de valor, y cómo ha evolucionado el proceso de implementación en la empresa?
3. ¿Considera importante conocer la cadena de valor de un producto o proceso para identificar posibles mejoras a nivel ambiental?
4. ¿Cuál es su conocimiento sobre sostenibilidad y el Análisis de Ciclo de Vida de una construcción?
5. ¿Considera usted que identificar los impactos medioambientales de una construcción genera un valor agregado?
6. ¿Manejar el proceso de sostenibilidad debería estar relacionado con una Gestión Ambiental documentada?
7. ¿Cuál es la importancia que usted le atribuye a integrar el *Lean Construction* con la sostenibilidad o en su defecto la cadena de valor (VSM) con el Análisis de Ciclo de Vida?
8. ¿Cómo se podrían implementar los conceptos de sostenibilidad y cadena de valor dentro de la empresa desde el cargo que usted desempeña?
9. ¿Desde su cargo y conocimiento, cuál es el papel de la eficiencia y la sostenibilidad en la empresa?
10. ¿Cuáles cree usted que son las dificultades que impiden la implementación de estas estrategias en la empresa?
11. ¿Cree usted que la implementación de estos conceptos de *Green Lean* contribuyen al desarrollo de las competencias de la empresa?
12. ¿De quién considera usted que es la responsabilidad de desarrollar e implementar estos conceptos y modelo dentro de la empresa?
13. Dentro de un organigrama de la empresa, ¿Dónde ubicaría la responsabilidad de gestionar estrategias de sostenibilidad y cadena de valor?

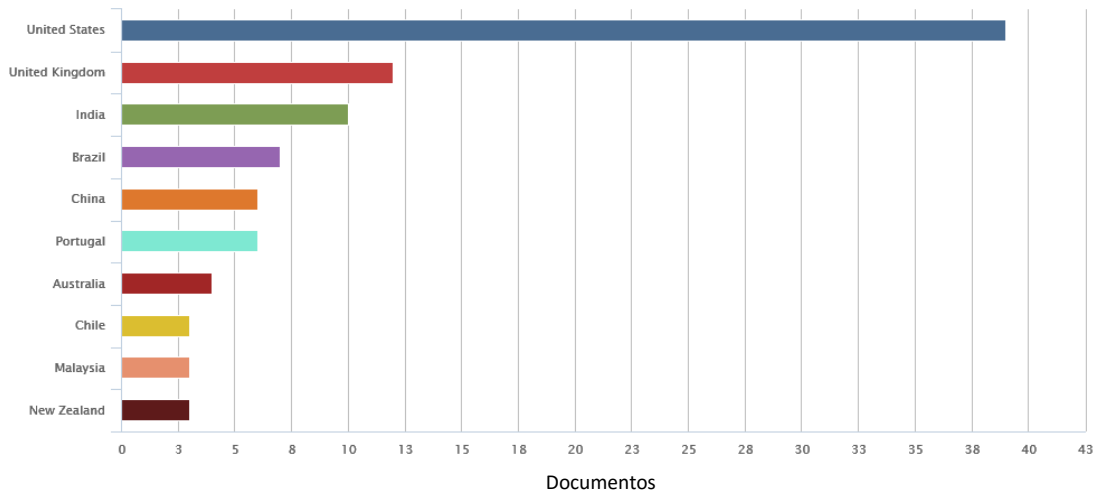
C. Anexo 3: Revisión bibliométrica de *Green Lean* en la construcción

Las siguientes figuras son producto del análisis realizado en la base de datos Scopus: En primer lugar, se presentan los principales *Journals* que trabajan y publican temas relacionados de *Green Lean* en la construcción:

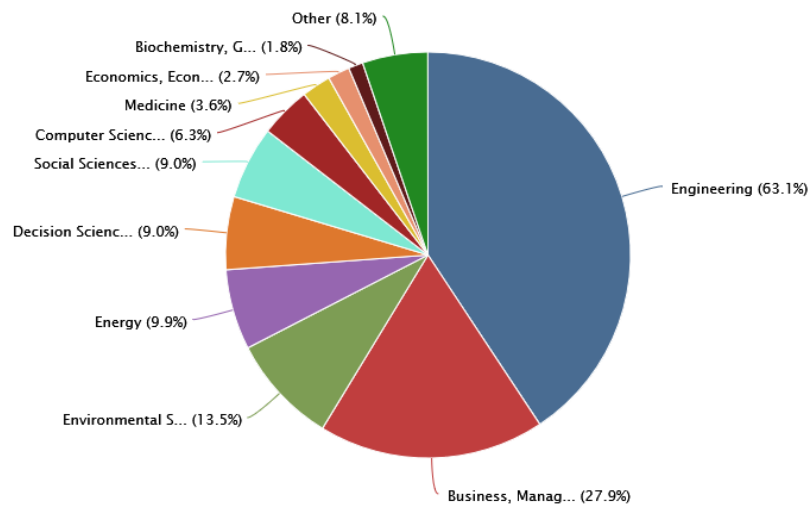
Figura 6-1: Cantidad de documentos publicados por Jornal a través de los años para los últimos 10 años.



Complementando la figura anterior ahora se presentan los principales países donde se publican artículos indexados en torno al tema de *Green Lean* que tengan que ver con la construcción, destacándose Estados Unidos como el país líder en el mundo en el desarrollo académico de esta filosofía y encontrándose valiosos aportes en América Latina en Brasil:

Figura 6-2: Cantidad de documentos publicados por país para los últimos 10 años.

Finalmente, las áreas donde se desarrollan las temáticas de *Green Lean* en la construcción según las publicaciones indexadas a Scopus son:

Figura 6-3: Porcentaje de incidencia de *Green Lean* por áreas de conocimiento.

De aquí se puede observar que las dos grandes áreas en torno al desarrollo de la filosofía *Green Lean* es el sector de la ingeniería seguido de la administración estratégica.

Bibliografía

- Abd Rashid, A. F., & Yusoff, S. (2015). A review of life cycle assessment method for building industry. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 45, 244–248. <http://doi.org/10.1016/j.rser.2015.01.043>
- Abdulmalek, F. A., & Rajgopal, J. (2007). Analyzing the benefits of lean manufacturing and value stream mapping via simulation: A process sector case study. *International Journal of Production Economics*, 107(Special Section on Building Core-Competence through Operational Excellence), 223–236. Retrieved from <http://ezproxy.unal.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edselp&AN=S0925527306002258&lang=es&site=eds-live>
- Acevedo Agudelo, H., Vásquez Hernández, A., & Ramírez Cardona, D. A. (2012). Sostenibilidad: Actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia Gestión y Ambiente. *Alejandro*, 15(1), 105–118. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/31618/1/30825-111602-1-PB.pdf>
- Adalberth, K. (1997). Energy use during the life cycle of single-unit dwellings: Examples. *Building and Environment*, 32(4), 321–329. [http://doi.org/10.1016/S0360-1323\(96\)00069-8](http://doi.org/10.1016/S0360-1323(96)00069-8)
- Aoun, M., & Hasnan, N. (2013). Lean production and TQM: Complementary or Contradictory Driving Forces of Innovation Performance? *International Journal of Innovation Science*, 5(4), 237–252. <http://doi.org/10.1260/1757-2223.5.4.237>
- Aragon-Correa, J. A. (1998). Strategic Proactivity and Firm Approach To the Natural Environment. *Academy of Management Journal*, 41(5), 556–567.
- Aragón Correa, J. A., & Sharma, S. (2003). A CONTINGENT RESOURCE-BASED VIEW OF PROACTIVE CORPORATE ENVIRONMENTAL STRATEGY. *Academy of Management Review*, 28(1), 71–88.
- Asif, M., Muneer, T., & Kelley, R. (2007). Life cycle assessment: A case study of a dwelling home in Scotland. *Building and Environment*, 42(3), 1391–1394. <http://doi.org/10.1016/j.buildenv.2005.11.023>
- Bae, J.-W., & Kim, Y.-W. (2007). Sustainable Value on Construction Projects and Lean Construction. *Journal of Green Building*, 3(1), 312–321. <http://doi.org/10.3992/jgb.3.1.156>
- Banawi, A., & Bilec, M. M. (2014). A framework to improve construction processes: Integrating Lean, Green and Six Sigma. *International Journal of Construction Management*, 14(1), 45–55. <http://doi.org/10.1080/15623599.2013.875266>

- Barney, J. (1991). Firm Resources and Sustained Competitive Advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99–120. Retrieved from <http://ezproxy.unal.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=5978921&lang=es&site=eds-live>
- Barrera Morales, M. F. (2007). *No Title*. (Q. Ediciones, Ed.) (Cuarta Edi). Caracas, Venezuela.
- Baxter, P., & Jack, S. (2008). Qualitative Case Study Methodology: Study Design and Implementation for Novice Researchers. *Qualitative Report*, 13(4), 544–559. Retrieved from <http://ezproxy.unal.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=eric&AN=EJ824836&lang=es&site=eds-live>
- Baysan, S., Bülent, M., & Lu, D. Ş. O. Ğ. (2015). SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW FOR DEVELOPMENT PRINCIPLES AND TOOLS. *Sigma Journal Engineering and Natural Sciences*, 33(3), 305–323.
- Bedoya Montoya, C. M. (2011). *Construcción sostenible: para volver al camino*. Medellín: Biblioteca Jurídica Díké. <http://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Bhowmik, C. ., Bhowmik, S. ., Ray, A. ., & Pandey, K. M. . (2017). Optimal green energy planning for sustainable development: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 71, 796–813. <http://doi.org/10.1016/j.rser.2016.12.105>
- Börjesson, P., & Gustavsson, L. (2000). Greenhouse gas balances in building construction: wood versus concrete from life-cycle and forest land-use perspectives. *Energy Policy*, 28(9), 575–588. [http://doi.org/10.1016/S0301-4215\(00\)00049-5](http://doi.org/10.1016/S0301-4215(00)00049-5)
- Brundtland, G. H. (1987). Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development. *Medicine, Conflict and Survival*, 4(1), 300. <http://doi.org/10.1080/07488008808408783>
- California Integrated Waste Management Board. (2000). *Designing With Vision: A Technical Manual for Material Choices in Sustainable Construction*. California: California Environmental Protection Agency.
- Camacol. (2014). Informe de actividad edificadora Octubre de 2014, 66. Retrieved from http://camacol.co/sites/default/files/secciones_internas/IAE_Octubre.pdf
- Camacol. (2016). INFORME DE ACTIVIDAD EDIFICADORA, 56. Retrieved from http://camacol.co/sites/default/files/secciones_internas/IAE_Mayo.pdf
- Chacón Vargas, J. R. (2008). Historia ampliada y comentada del análisis de ciclo de vida (ACV). *Revista de La Escuela Colombiana de Ingeniería*, (72), 37–70.
- Chang, R.-D. ., Zuo, J. ., Zhao, Z.-Y. ., Zillante, G. ., Gan, X.-L. ., & Soebarto, V. . (2017). Evolving theories of sustainability and firms: History, future directions and implications for renewable energy research. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 72, 48–56. <http://doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.029>
- Cole, R. J., & Kernan, P. C. (1996). Life-cycle energy use in office buildings. *Building and Environment*, 31(4), 307–317. [http://doi.org/10.1016/0360-1323\(96\)00017-0](http://doi.org/10.1016/0360-1323(96)00017-0)

- Congreso de Colombia. (2016). LEY NO 1819: "POR MEDIO DE LA CUAL SE ADOPTA UNA REFORMA TRIBUTARIA ESTRUCTURAL, SE FORTALECEN LOS MECANISMOS PARA LA LUCHA CONTRA LA EVASIÓN Y LA ELUSIÓN FISCAL, y SE DICTAN OTRAS DISPOSICIONES." Presidencia de la República. Retrieved from [http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/LEY 1819 DEL 29 DE DICIEMBRE DE 2016.pdf](http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/LEY_1819_DEL_29_DE_DICIEMBRE_DE_2016.pdf)
- Creswell, J. W. (2012). *Qualitative Inquiry and Research Design: Choosing Among Five Approaches*. SAGE Publications. Retrieved from https://books.google.com.co/books/about/Qualitative_Inquiry_and_Research_Design.html?id=OJYEbDtkxq8C&redir_esc=y
- Delgado-Ceballos, J., Aragón-Correa, J. A., Ortiz-de-Mandojana, N., & Rueda-Manzanares, A. (2012). The Effect of Internal Barriers on the Connection Between Stakeholder Integration and Proactive Environmental Strategies. *Journal of Business Ethics*, 107(3), 281–293. <http://doi.org/10.1007/s10551-011-1039-y>
- Departamento Nacional de Planeación. (2015). Conpes 3834. Bogotá D.C. Retrieved from <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Economicos/3834.pdf>
- Dhingra, R., Kress, R., & Upreti, G. (2014). Does lean mean green? *Journal of Cleaner Production*, 85, 1–7. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.10.032>
- Digalwar, A. K., Tagalpallewar, A. R., & Sunnapwar, V. K. (2013). Green manufacturing performance measures: An empirical investigation from Indian manufacturing industries. *Measuring Business Excellence*, 17(4). <http://doi.org/10.1108/MBE-09-2012-0046>
- Dineshkumar, B., & Dhivyamenaga, T. (2016). Study on Lean Principle Application in Construction Industries. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(2). <http://doi.org/10.17485/ijst/2016/v9i2/86366>
- Eisenhardt, K. M. (1989). Building Theories from Case Study Research. *Academy of Management Review*, 14(4), 532–550. Retrieved from 10.5465/AMR.1989.4308385
- Eisenhardt, K. M., & Graebner, M. E. (2007). Theory building from cases: Opportunities and challenges. *Academy of Management Journal*, 50(1), 25–32. <http://doi.org/10.2307/20159839>
- Eisenhardt, K. M., & Martin, J. A. (2000). Dynamic capabilities: what are they? *Strategic Management Journal*, 21(10–11), 1105–1121. [http://doi.org/10.1002/1097-0266\(200010/11\)21:10/11<1105::AID-SMJ133>3.0.CO;2-E](http://doi.org/10.1002/1097-0266(200010/11)21:10/11<1105::AID-SMJ133>3.0.CO;2-E)
- Environmental Protection Agency. (2011). *Lean, energy and climate toolkit [electronic resource]: achieving process excellence through energy efficiency and greenhouse gas reduction*. [Washington, D.C.]: U.S. Environmental Protection Agency, [2011]. Retrieved from <http://ezproxy.unal.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsgpr&AN=gprocn786040357&lang=es&site=eds-live>
- Erlandsson, M., & Levin, P. (2005). Environmental assessment of rebuilding and possible performance improvements effect on a national scale. *Building and Environment*, 40(11), 1459–1471. <http://doi.org/10.1016/j.buildenv.2003.05.001>

- Española, R. A. (2014). *El Diccionario de la lengua española* (vigésimote). España. Retrieved from <http://dle.rae.es/?w=diccionario>
- Faulkner, W., & Badurdeen, F. (2014). Sustainable Value Stream Mapping (Sus-VSM): methodology to visualize and assess manufacturing sustainability performance. *Journal of Cleaner Production*, 85, 8–18. <http://doi.org/http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2014.05.042>
- Ferreira, J., & Coelho, A. (2017). Dynamic capabilities, managerial and marketing capabilities and their impact on the competitive advantage and firm performance. *International Journal of Entrepreneurship and Small Business*, 30(4). <http://doi.org/10.1504/IJESB.2017.082925>
- Freeman, R. E., Harrison, J. S., Wicks, A. C., Parmar, B. L., & Colle, S. de. (2010). Stakeholder Theory: The State of the Art. *The Academy of Management Annals*, 4(1), 103–445. <http://doi.org/10.1080/19416520.2010.495581>
- Freeman, R., & Macvea, J. (2001). A Stakeholder Approach to Strategic Management. *Blackwell Handbook of Strategic Management*, 189–207. <http://doi.org/10.2139/ssrn.263511>
- Galeano, M. E. (2004). *Diseño de proyectos en la investigación cualitativa* (1st ed.). Medellín: Universidad EAFIT. Retrieved from Colección Académicos
- Garvin, W. (2015). Lean in six steps. *Industrial Engineer*, 121, 42–45.
- Garza-Reyes, J. A. (2015). Lean and Green – A systematic review of the state of the art literature. *Journal of Cleaner Production*, 102, 18–29. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.04.064>
- Graedel, T. E., & Allenby, B. R. (2003). *Industrial ecology* (2nd ed). Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall.
- Harmon, A. (2015). Triple bottom line (accounting). *Salem Press Encyclopedia*. Salem Press. Retrieved from <http://ezproxy.unal.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=ers&AN=100259327&lang=es&site=eds-live>
- Harrison, J. S., Bosse, D. A., & Philips, R. A. (2010). MANAGING FOR STAKEHOLDERS, STAKEHOLDER UTILITY FUNCTIONS, AND COMPETITIVE ADVANTAGE. *Strategic Management Journal*, 51(2), 5874. <http://doi.org/10.1002/smj.801>
- Hart, S. L. (1995). A Natural-Resource-Based View of the Firm. *Academy of Management*, 20(4), 986–1014.
- Hart, S. L., & Dowell, G. (2011). Invited Editorial: A Natural-Resource-Based View of the Firm: Fifteen Years After. *Journal of Management*, 37(5), 1464–1479. <http://doi.org/10.1177/0149206310390219>
- Hart, S. L., & Milstein, M. B. (2003). Creating sustainable value. *The Academy of Management Executive*, 17(2), 56–69. Retrieved from <http://amp.aom.org/content/17/2/56.short>

- Helfat, C. E., & Peteraf, M. A. (2003). The dynamic resource-based view: Capability lifecycles. *Strategic Management Journal*, 1–31. <http://doi.org/10.1002/smj.332>
- Hendrickson, C., & Horvath, A. (2000). Resource Use and Environmental Emissions of Construction Sectors. *JOURNAL OF CONSTRUCTION ENGINEERING AND MANAGEMENT*, (February), 38–44.
- Horvath, A. (2004). CONSTRUCTION MATERIALS AND THE ENVIRONMENT. *Annual Review of Environment & Resources*, 29(1), 181–182. Retrieved from 10.1146/annurev.energy.29.062403.102215
- Huovila, P., & Koskela, L. (1998). Contribution of the principles of lean construction to meet the challenges of sustainable development. ... *International Group for Lean Construction*. Retrieved from http://www.researchgate.net/publication/228706368_Contribution_of_the_principles_of_lean_construction_to_meet_the_challenges_of_sustainable_development/file/e0b495289507cc3f3c.pdf
- ISO. (2006). *Environmental management — Life cycle assessment — Principles and framework. ISO 14040* (Vol. 2006). The International Standards Organization. <http://doi.org/10.1136/bmj.332.7550.1107>
- ISO. (2015a). *Sistemas de Gestión Ambiental - Requisitos con orientación para su uso. ISO 14001:2015*. Suiza: The International Standards Organization. Retrieved from www.iso.ch
- ISO. (2015b). *Sistemas de gestión de la calidad - Requisitos. ISO 9001:2015*. Suiza: The International Standards Organization.
- Junnila, S., & Horvath, A. (2003). Life-Cycle Environmental Effects of an Office Building. *Journal of Infrastructure Systems*, 9(4), 157–166. [http://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1076-0342\(2003\)9:4\(157\)](http://doi.org/10.1061/(ASCE)1076-0342(2003)9:4(157))
- Junnila, S., Horvath, A., & Guggemos, A. A. (2006). Life-cycle assessment of office buildings in Europe and the United States. *Journal of Infrastructure Systems*, 12(1), 10–17. [http://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1076-0342\(2006\)12:1\(10\)](http://doi.org/10.1061/(ASCE)1076-0342(2006)12:1(10))
- Kelly, T., & Matos, G. (2014). *Historical statistics for mineral and material commodities in the United States*. Retrieved from <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/historical-statistics/>
- Kestle, L., Potangaroa, R., & Storey, B. (2011). Integration of Lean Design and Design Management and its Influence on the Development of a Multidisciplinary Design Management Model for Renote Site Projects. *Architectural Engineering and Design Management*, 7, 139–154. <http://doi.org/10.1080/17452CI07.2011.582336>
- Khasreen, M. M., Banfill, P. F. G., & Menzies, G. F. (2009). Life-cycle assessment and the environmental impact of buildings: A review. *Sustainability*, 1(3), 674–701. <http://doi.org/10.3390/su1030674>
- Koskela, L. (1992). Application of the new production philosophy to construction. Tech. Report, 37–62.
- Kotaji, S., Schuurmans, A., & Edwards, S. (2003). *Life-Cycle Assessment in Building and*

- Construction: A State-of-the-Art Report*. Society of Environmental Toxicology and Chemistry SETAC. Retrieved from <https://www.setac.org/store/ViewProduct.aspx?id=1036191>
- Lasso, A., & Misle, R. (2012). Evaluación Técnica, Económica e Institucional de la gestión de residuos de construcción y demolición en Bogotá D.C., 195. <http://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Liu, Y. ., Zhu, Q. ., & Seuring, S. . (2017). Linking capabilities to green operations strategies: The moderating role of corporate environmental proactivity. *International Journal of Production Economics*, 187, 182–195. <http://doi.org/10.1016/j.ijpe.2017.03.007>
- Loasby, B. J. (2010). Capabilities and strategy: problems and prospects. *Industrial and Corporate Change*, 19(4), 1301–1316. Retrieved from <http://dx.doi.org/10.1093/icc/dtq032>
- Millet, D., Bistagnino, L., Lanzavecchia, C., Camous, R., & Poldma, T. (2007). Does the potential of the use of LCA match the design team needs? *Journal of Cleaner Production*, 15(4), 335–346. <http://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.07.016>
- Moreno, O. A. V., Swarr, T. E., Asselin, A.-C., Milà i Canals, L., Colley, T., & Valdivia, S. (2015). Implementation of life cycle management practices in a cluster of companies in Bogotá, Colombia. *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 723–730. <http://doi.org/10.1007/s11367-015-0875-x>
- Mujica Chirinos, N., & Rincón González, S. (2011). Consideraciones teórico-epistémicas acerca del concepto de modelo. *Telos*, 13(1), 51–64.
- Ng, R., Low, J. S. C., & Song, B. (2015). Integrating and implementing Lean and Green practices based on proposition of Carbon-Value Efficiency metric. *Journal of Cleaner Production*, 95, 242–255. Retrieved from <http://ezproxy.unal.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=bth&AN=102100534&lang=es&site=eds-live>
- Nicoletti, G. M., Notarnicola, B., & Tassielli, G. (2002). Comparative Life Cycle Assessment of flooring materials: ceramic versus marble tiles. *Journal of Cleaner Production*, 10(3), 283–296. [http://doi.org/10.1016/S0959-6526\(01\)00028-2](http://doi.org/10.1016/S0959-6526(01)00028-2)
- O'Rourke, D. (2014). The science of sustainable supply chains. *Science*, 344(6188), 1124–1127. <http://doi.org/10.1126/science.1248526>
- OCDE y Eurostat. (2005). *Manual de Oslo. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación* (Grupo Trag). <http://doi.org/10.1787/9789264065659-es>
- Ogunbiyi, O., Oladapo, A., & Goulding, J. (2014). An empirical study of the impact of lean construction techniques on sustainable construction in the UK. *Construction Innovation*, 14(1), 88–107. <http://doi.org/10.1108/CI-08-2012-0045>
- Ohno, T. (1988). *Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production*. Taylor & Francis. Retrieved from https://books.google.co.uk/books?id=7_-67SshOy8C
- Ortiz, O., Castells, F., & Sonnemann, G. (2009). Sustainability in the construction industry: A review of recent developments based on LCA. *Construction and Building Materials*,

- 23(1), 28–39. <http://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2007.11.012>
- ORTIZ R., O. (2009). *Sustainability assessment within the residential building sector: A practical life cycle method applied in a developed and a developing country*. Primera Edición. Universidad Rovira i Virgil.
- Pasqualini, F., & Zawislak, P. A. (2005). Value Stream Mapping in Construction: A Case Study in a Brazilian Construction Company. *13th International Group for Lean Construction Conference: Proceedings*. International Group on Lean Construction. Retrieved from <http://ezproxy.unal.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsiec&AN=587398139937786&lang=es&site=eds-live>
- Peuportier, B. L. . (2001). Life cycle assessment applied to the comparative evaluation of single family houses in the French context. *Energy and Buildings*, 33(5), 443–450. [http://doi.org/10.1016/S0378-7788\(00\)00101-8](http://doi.org/10.1016/S0378-7788(00)00101-8)
- Phillips, B. R. (2003). *Stakeholder Theory and Organizational Ethics*. San Francisco: Berrett-Koehler Publishers. Retrieved from <https://www.bkconnection.com/static/stakeholdertheoryPR.pdf>
- Porter, M. E. (1991). Towards a dynamic theory of strategy. *Strategic Management Journal*, 12(Special Issue), 95–117.
- Porter, M. E., & Van der Linde, C. (1995). Green and Competitive. *Harvard Business Review*, 120–134.
- Pujari, D., Wright, G., & Peattie, K. (2003). Green and competitive. *Journal of Business Research*, 56(8), 657–671. [http://doi.org/10.1016/S0148-2963\(01\)00310-1](http://doi.org/10.1016/S0148-2963(01)00310-1)
- Raynsford, N. (1999). UK's approach to sustainable development in construction. *Building Research & Information*, 27(6), 420–424. Retrieved from <https://www.sciencebase.gov/catalog/item/5053fdf6e4b097cd4fcf9da7>
- Rodriguez-Melo, A., & Mansouri, S. A. (2011). Stakeholder engagement: Defining strategic advantage for sustainable construction. *Business Strategy and the Environment*, 20(8), 539–552. <http://doi.org/10.1002/bse.715>
- Romero, P. A. (2016). *La integración de partes interesadas y su relación con el diseño para el ambiente en la implementación o mejora del tutelaje de producto*. Universidad Nacional de Colombia. Retrieved from <http://www.bdigital.unal.edu.co/55552/>
- Rosenbaum, S., Toledo, M., & González, V. (2014). Improving Environmental and Production Performance in Construction Projects Using Value-Stream Mapping: Case Study. *Journal of Construction Engineering and Management*, 140(2), 4013045. [http://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000793](http://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000793)
- Rother, M., Shook, J., Womack, J., & Dan, J. (2013). *Learning to see. value-stream mapping to create value and eliminate muda*. Cambridge, Massachusetts Lean Enterprise Institute 2003. Retrieved from <http://ezproxy.unal.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=cat01040a&AN=pujbc.715174&lang=es&site=eds-live>
- Sacks, R., & Koskela, L. (2010). Interaction of lean and building information modeling in

- construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 136(9), 968–981.
[http://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000203](http://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000203)
- Saldaña, J. (2010). *The Coding Manual for Qualitative Researchers*. SAGE Publications.
- Salem, O., & Solomon, J. (2006). Lean construction: from theory to implementation. *Journal of Management in Engineering*, (October), 168–175. Retrieved from [http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)0742-597X\(2006\)22:4\(168\)](http://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)0742-597X(2006)22:4(168))
- Sampson, H. (2004). Navigating the waves: the usefulness of a pilot in qualitative research. *Qualitative Research*, 4(3), 383–402.
<http://doi.org/https://doi.org/10.1177/1468794104047236>
- Samuelson, P. A. (1971). Understanding the Marxian Notion of Exploitation: A Summary of the So-called Transformation Problem between Marxian Values and Competitive Prices. *Journal of Economic Literature*, IX(2), 390–431.
- Schumpeter, J. A. (1939). Business cycles: A Theoretical, Historical and Statistical Analysis of the Capitalist Process. *NBER Books*, 1950(1939), 461.
<http://doi.org/10.1016/j.socscimed.2006.11.007>
- Sertyesilisik, B. (2014a). Lean and Agile Construction Project Management: As a Way of Reducing Environmental Footprint of the Construction Industry. In H. Xu & X. Wang (Eds.), *Optimization and Control Methods in Industrial Engineering and Construction SE - 11* (Vol. 72, pp. 179–196). Springer Netherlands. http://doi.org/10.1007/978-94-017-8044-5_11
- Sertyesilisik, B. (2014b). *Optimization and Control Methods in Industrial Engineering and Construction*. (H. Xu & X. Wang, Eds.) *Intelligent Systems, Control and Automation: Science and Engineering* (Vol. 72). Dordrecht: Springer Netherlands. <http://doi.org/10.1007/978-94-017-8044-5>
- Sharma, S., & Vredenburg, H. (1998). Proactive corporate environmental strategy and the development of competitively valuable organisational capabilities. *Strategic Management Journal*, 19(8), 729–253. [http://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0266\(199808\)19:8<729::AID-SMJ967>3.0.CO;2-4](http://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0266(199808)19:8<729::AID-SMJ967>3.0.CO;2-4)
- Solís-Guzmán, J., Marrero, M., Montes-Delgado, M. V., & Ramírez-de-Arellano, A. (2009). A Spanish model for quantification and management of construction waste. *Waste Management* (New York, N.Y.), 29(9), 2542–8.
<http://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.05.009>
- Suárez, O. M. (2004). Schumpeter, Innovación Y Determinismo Tecnológico. *Scientia Et Technica*, 2(25), 209–213. Retrieved from [http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/7255%0Ahttp://files/622/Suárez - 2004 - SCHUMPETER, INNOVACIÓN Y DETERMINISMO TECNOLÓGICO.pdf%0Ahttp://files/623/7255.html](http://revistas.utp.edu.co/index.php/revistaciencia/article/view/7255%0Ahttp://files/622/Suárez%20-%202004%20-%20SCHUMPETER,%20INNOVACIÓN%20Y%20DETERMINISMO%20TECNOLÓGICO.pdf%0Ahttp://files/623/7255.html)
- Suzuki, M., & Oka, T. (1998). Estimation of life cycle energy consumption and CO2 emission of office buildings in Japan. *ENERGY AND BUILDINGS*, 28(1), 33–41. Retrieved from <http://ezproxy.unal.edu.co/login?url=http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=tr>

- ue&db=edsbl&AN=RN046426617&lang=es&site=eds-live
- Teece, D. J. (2007). EXPLICATING DYNAMIC CAPABILITIES: THE NATURE AND MICROFOUNDATIONS OF (SUSTAINABLE) ENTERPRISE PERFORMANCE. *Strategic Management Journal*, (28), 1319–1350. <http://doi.org/10.1002/smj.640>
- Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic Capabilities and Strategic Management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509–533.
- Téllez, L., Villareal, L., Armenta, C., Ponsen, R., & Bremer, M. (2014). Situación de la Edificación Sostenible en América Latina. *Programa de Las Naciones Unidas Para El Medio Ambiente*, 1–119.
- Venkatarama Reddy, B. ., & Jagadish, K. . (2003). Embodied energy of common and alternative building materials and technologies. *Energy and Buildings*, 35(2), 129–137. [http://doi.org/10.1016/S0378-7788\(01\)00141-4](http://doi.org/10.1016/S0378-7788(01)00141-4)
- Vinodh, S., Ben Ruben, R., & Asokan, P. (2015). Life cycle assessment integrated value stream mapping framework to ensure sustainable manufacturing: a case study. *Clean Technologies and Environmental Policy*. <http://doi.org/10.1007/s10098-015-1016-8>
- Xing, S., Xu, Z., & Jun, G. (2008). Inventory analysis of LCA on steel- and concrete-construction office buildings. *Energy and Buildings*, 40(7), 1188–1193. <http://doi.org/10.1016/j.enbuild.2007.10.016>
- Yin, R. K. (2009). *Case Study h Researc Design and Methods Fourth Edition. Applied Social Research Methods Seiries* (Volume 5, Vol. 5). SAGE Publications.
- Yin, R. K. (2011). *Qualitative Research from Start to Finish*. New York: THE GUILFORD PRESS.
- Yin, R. K. (2013). *INVESTIGACIÓN SOBRE ESTUDIO DE CASOS. Diseño y Métodos* (Vol. 5). SAGE Publications.
- Zhou, S. S., Zhou, A. J., Feng, J., & Jiang, S. (2017). Dynamic capabilities and organizational performance: The mediating role of innovation. *Journal of Management and Organization*, 30(4), 629–652. <http://doi.org/10.1017/jmo.2017.20>