

UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

**Determinación de los Factores Críticos de Éxito (FCE)  
para la integración de la sostenibilidad en la gestión de  
proyectos de construcción de edificaciones en  
Colombia**

**Diana Paola Rincón Valbuena**

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencia Económicas

Bogotá D.C., Colombia

2021



# **Determinación de los Factores Críticos de Éxito (FCE) para la integración de la sostenibilidad en la gestión de proyectos de construcción de edificaciones en Colombia**

**Diana Paola Rincón Valbuena**

Trabajo de investigación presentado como requisito parcial para optar al título de:  
**Magíster en Administración**

Director:

Juan Javier Saavedra Mayorga, Ph.D.

Codirector:

James Alberto Ortega Morales, MSc.

Línea de Investigación:

Estrategia y Organizaciones

Grupo de Investigación:

**GRIEGO**

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Económicas

Bogotá D.C., Colombia

2021



*Dedicatoria*

*“La mejor manera de predecir el futuro es crearlo”*

*Peter Drucker*

*A mis padres y mis hermanos por ser mi inspiración y mi soporte incondicional, a Carlos por su persistente apoyo y por compartir este sueño de comprender y aportar al desarrollo de ciudades más sostenibles y resilientes.*



# Agradecimientos

Quiero empezar agradeciendo a mi director el profesor Juan Javier Saavedra Mayorga por su apoyo, soporte y guía en el desarrollo de esta investigación; a mi codirector el profesor James Ortega Morales por sus consejos y por motivarme a trabajar en el tema de construcción sostenible, y al profesor Andrés Martínez por sus cuestionamientos y recomendaciones. También agradezco a mi primo Fredy Valbuena por su colaboración, interés y respaldo constante, el cual fue fundamental para la consecución de este trabajo final de maestría; asimismo reconozco el acompañamiento y la orientación de Fabian Reyes con el análisis estadístico multivariado efectuado en este estudio.

Finalmente, me gustaría agradecer al Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS) por el apoyo de varios de sus colaboradores en el desarrollo metodológico de este estudio, así como a los promotores de la certificación EDGE en Colombia y a los profesionales que se desempeñan en el campo de la gestión de proyectos sostenibles en Colombia y que participaron en esta investigación.





## Resumen

La Construcción Sostenible (CS) es una necesidad urgente en todo el mundo para lograr la *descarbonización* del planeta en los años venideros, por lo que las organizaciones que gestionan proyectos de construcción deben integrar las perspectivas de la sostenibilidad a sus procesos como mecanismo para asegurar edificaciones durables y resilientes al cambio climático. Bajo esta premisa y tomando en cuenta que la mayoría de las organizaciones del sector de construcción en Colombia carecen de metodologías robustas para la Gestión de Proyectos Sostenibles de Construcción (GPSC) y que existen disparidades en la dirección y gestión de los proyectos constructivos, además de situaciones políticas, sociales y económicas particulares en el país que dificultan la transición hacia una completa CS en Colombia, la presente investigación tiene como objetivo principal la determinación de los Factores Críticos de Éxito (FCE) para incorporar la sostenibilidad como una innovación en la gestión de proyectos de construcción de edificaciones en Colombia. Para lograr el objetivo propuesto se lleva a cabo un diseño exploratorio secuencial de tipo *qual* → *QUAN* (de cualitativo a cuantitativo) compuesto por 3 etapas. En un primer momento se desarrolla un metaanálisis de la literatura para identificar los FCE iniciales (71 FCE); posteriormente se adaptan los FCE iniciales al contexto colombiano y se clasifican en las etapas del modelo de implementación de innovaciones propuesto por Slaughter (2000) con el apoyo de 18 expertos en GPSC (45 FCE validados); luego, estos FCE se califican a través de un instrumento por 124 profesionales con experiencia en GPSC en el país. Finalmente, los datos obtenidos se modelan mediante la técnica *Partial Least Squares Structural Equation Modeling* (PLS-SEM), logrando como resultado que 18 FCE son los más importantes para la GPSC en Colombia, dentro de los que se destacan la transparencia, el conocimiento y la conciencia en la entrega de proyectos sostenibles de construcción, el trabajo de alta calidad, proceso de compras basado en los criterios de sostenibilidad, equipo de proyectos multidisciplinario y metodologías efectivas de resolución de problemas. De igual forma se verifica que el modelo de Slaughter (2000) es altamente predictivo, asociativo y explicativo para la GPSC en contextos emergentes como Colombia.

**Palabras clave:** Construcción Sostenible, Gestión de Proyectos Sostenibles de Construcción, Factores Críticos de Éxito, Industria de la Construcción, Marco Estratégico, Gerentes de Proyectos.

---

## Abstract

Sustainable Construction (SC) is an urgent matter worldwide to tackle the decarbonization of the planet, thus organizations that manage construction projects must integrate sustainable insights to their processes as a mechanism to ensure sustainable and climate change resilient buildings. Under this premise and considering that organizations in the construction sector in Colombia lack robust methodologies for project management and that there are discrepancies in the direction and management of construction projects, alongside particular political, social and economic affairs in the country that hinder the transition to a complete SC in Colombia, this research is intended to determine the Critical Success Factors (CSFs) to incorporate sustainability as an innovation in building construction project management practices in Colombia. In order to address this goal, a sequential exploratory design *qual*→*QUAN* (from qualitative to quantitative) divided in 3 stages is performed: first a meta-analysis of the literature is developed to identify the initial CSFs (71 CSFs); then the initial CSFs are adapted to the Colombian context and classified into the stages of the innovation implementation model proposed by Slaughter (2000) supported by 18 experts in Sustainable Construction Project Management (SCPM) (45 validated FCEs); next, these FCEs are scored through a comprehensive survey held by 124 professionals with experience in SCPM in the country; finally, the data is processed using the Partial Least Squares Structural Equation Modeling (PLS-SEM) technique leading to a result where 18 FCE are the most important for the SCPM in Colombia, among which the following factors are outlined: knowledge and awareness in the delivery of sustainable construction projects, high quality work, purchasing process based on sustainability criteria, multidisciplinary project team and effective problem solving methodologies. Furthermore, it is verified that the Slaughter (2000) model is highly predictive, associative, and explanatory for SCPM in emerging economies such as Colombia's.

**Keywords:** Sustainable Construction, Management of Sustainable Construction Projects, Critical Success Factors, Construction Industry, Strategic Framework, Project Managers.

# Contenido

<b>1. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>21</b>
1.1. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN .....	21
1.1.1 <i>La sostenibilidad como una demanda creciente al sector de la construcción</i> .....	21
1.1.2 <i>La sostenibilidad como una necesidad urgente en la gestión de proyectos</i> .....	24
1.1.3 <i>Los FCE como una forma de lograr la integración de la sostenibilidad en la gestión de proyectos de construcción</i> .....	26
1.2. PREGUNTA DE INVESTIGACIÓN .....	30
1.3. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN .....	30
1.3.1 <i>Objetivo general</i> .....	30
1.3.2 <i>Objetivos específicos</i> .....	31
1.4. JUSTIFICACIÓN .....	31
1.5. ESTRUCTURA DEL DOCUMENTO .....	34
<b>2. CONTEXTO DE LA CONSTRUCCIÓN.....</b>	<b>37</b>
2.1. CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES A NIVEL GLOBAL, REGIONAL Y NACIONAL .....	37
2.1.1 <i>Aspectos económicos de la industria de la construcción</i> .....	38
2.1.2 <i>Aspectos Sociales de la industria de la construcción</i> .....	40
2.1.3 <i>Aspectos ambientales de la industria de la construcción</i> .....	44
2.2. CONTEXTO ORGANIZACIONAL DE LAS EMPRESAS DE CONSTRUCCIÓN EN COLOMBIA ...	45
2.2.1 <i>Aspectos de organización y tamaños de empresas de la industria de la construcción</i> .....	46
2.2.2 <i>Modelos organizacionales y metodologías de gestión de proyectos</i> .....	48
2.2.3 <i>Cargos del sector de construcción de edificaciones y proyecciones al futuro</i> .....	50
2.3. MARCO REGULATORIO, CERTIFICACIONES Y RETOS DE LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN COLOMBIA.....	53
2.3.1 <i>Antecedentes y marco regulatorio de la Construcción Sostenible en Colombia</i> .....	53
2.3.2 <i>Certificaciones para construcciones sostenibles en Colombia</i> .....	56
2.3.3 <i>Retos para la Construcción Sostenible en Colombia</i> .....	58
2.4. RESUMEN DEL CAPÍTULO .....	61
<b>3. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>63</b>
3.1. HACIA LA SOSTENIBILIDAD EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN.....	63
3.1.1 <i>Gestión de proyectos</i> .....	63
3.1.2 <i>Gestión de proyectos sostenibles</i> .....	66
3.1.3 <i>Gestión de Proyectos de Sostenibles de Construcción</i> .....	74
3.2. LOS FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS SOSTENIBLES DE CONSTRUCCIÓN.....	78
3.3. LA CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE VISTA COMO UNA INNOVACIÓN .....	85
3.4. RESUMEN DEL CAPÍTULO .....	90
<b>4. DISEÑO METODOLÓGICO.....</b>	<b>93</b>
4.1. PARADIGMA EPISTEMOLÓGICO, ENFOQUE Y TIPO DE INVESTIGACIÓN .....	93
4.1.1 <i>Paradigma epistemológico: el pragmatismo</i> .....	93
4.1.2 <i>Enfoque de la investigación: mixto (diseño exploratorio secuencial)</i> .....	94

4.1.3.	<i>Tipo y corte de la investigación: deductiva-transversal</i> .....	95
4.2.	TERRENO DE LA INVESTIGACIÓN .....	95
4.2.1.	<i>Proyectos inmobiliarios certificados y en procesos de certificación sostenible</i> .....	96
4.3.	PROCEDIMIENTO PARA DETERMINAR LOS FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO.....	99
4.3.1.	<i>Etapa 1. Metaanálisis cualitativo</i> .....	100
4.3.1.1	<i>Síntesis de los FCE iniciales</i> .....	108
4.3.2.	<i>Etapa 2. Validación de los FCE para el contexto colombiano bajo un modelo de implementación de innovaciones</i> .....	116
4.3.2.1	<i>Preclasificación de los factores potenciales en un modelo de implementación de innovaciones</i> .....	116
4.3.2.2	<i>Elaboración del Instrumento para Validación de los Factores por Parte de Expertos</i> .....	118
4.3.2.3	<i>Aplicación del instrumento de validación a los expertos</i> .....	119
4.3.2.4	<i>Aplicación del Índice de Validez de Contenido (IVC)</i> .....	121
4.3.2.5	<i>Análisis cualitativo de contenido aplicado a las observaciones de los expertos</i> .....	124
4.3.3.	<i>Etapa 3. Calificación de los FCE y descripción del método estadístico</i> .....	137
4.3.3.1	<i>Ajuste del instrumento</i> .....	138
4.3.3.2	<i>Instrumento final</i> .....	139
4.3.3.3	<i>Definición de la muestra y aplicación del instrumento</i> .....	143
4.3.3.4	<i>Definición del método estadístico para el análisis de los datos</i> .....	145
4.3.3.5	<i>Descripción de la técnica de análisis multivariable PLS-SEM</i> .....	151
4.3.3.5.1	<i>Nomogramas</i> .....	152
4.3.3.5.2	<i>Evaluación de los modelos de medida formativos</i> .....	153
4.3.3.5.3	<i>Evaluación del modelo estructural formativo</i> .....	156
4.4.	RESUMEN DEL CAPÍTULO .....	158
<b>5.</b>	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	<b>161</b>
5.1.	ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS OBTENIDOS .....	161
5.1.1.	<i>Caracterización de la muestra</i> .....	162
5.1.2.	<i>Distribución de los datos</i> .....	167
5.1.3.	<i>Resultados de la modelización de ecuaciones estructurales por SEM-PLS</i> .....	169
5.1.3.1	<i>Resultados de la evaluación del modelo de medida compuesto por indicadores formativos</i> .....	169
5.1.3.1.1.	<i>Parte 1: Valoración de la validez convergente</i> .....	170
5.1.3.1.2.	<i>Parte 2: Colinealidad de los indicadores formativos</i> .....	171
5.1.3.1.3.	<i>Parte 3: resultados de la significación y relevancia de los indicadores formativos</i> .....	173
5.1.3.1.4.	<i>Parte 4: determinación de los indicadores formativos más importantes por cada constructo</i> .....	175
5.1.3.2	<i>Resultados de la evaluación del modelo estructural formativo (Modelo de Slaughter, 2000)</i> .....	181
5.1.3.2.1.	<i>Parte 1: valoración de la colinealidad en el modelo estructural</i> .....	181
5.1.3.2.2.	<i>Parte 2: verificación de la relevancia de las relaciones de significancia (valor p)</i> .....	182
5.1.3.2.3.	<i>Parte 3: estimación del poder predictivo del modelo de Slaughter (2000) - coeficientes de determinación (valor R<sup>2</sup>)</i> .....	183
5.1.3.2.4.	<i>Parte 4: valoración de los impactos de las variables latentes predictivas (valor f<sup>2</sup>)</i> .....	184
5.2.	DISCUSIÓN DE LOS HALLAZGOS .....	185
5.2.1.	<i>Etapa de identificación: transparencia, entorno regulatorio y gestión del conocimiento</i> .....	186
5.2.2.	<i>Etapa de evaluación: EGP con conocimientos y disposición para la entrega de proyectos sostenibles y suministro de materiales durables</i> .....	191
5.2.3.	<i>Etapa de compromiso: trabajo de alta calidad, asignación de los recursos esenciales y compromiso de los patrocinadores con la sostenibilidad</i> .....	194
5.2.4.	<i>Etapa de preparación en la organización: proceso contractual, compras transparentes y seguridad en el trabajo</i> .....	198
5.2.5.	<i>Etapa de preparación en el proyecto: EGP competente y multidisciplinario, monitoreo, retroalimentación y comunicación</i> .....	202

---

5.2.6. Etapa de implementación: resolución de problemas, gestión de impactos ambientales y Reciclaje de los Residuos de Construcción y Demolición .....	205
5.2.7. Aplicación del Modelo de Slaughter (2000) .....	208
5.3. RESUMEN DEL CAPÍTULO .....	211
<b>6. CONCLUSIONES, APORTES Y LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>215</b>
6.1. CONCLUSIONES .....	215
6.2. APORTES.....	223
6.3. LÍNEAS FUTURAS DE INVESTIGACIÓN.....	226
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>229</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>253</b>
ANEXO A: PRODUCCIÓN ANUAL DE PUBLICACIONES SOBRE GESTIÓN DE PROYECTOS SOSTENIBLES DE CONSTRUCCIÓN EN PAÍSES EN DESARROLLO .....	253
ANEXO B: INSTRUMENTO DE VALIDACIÓN DE CONTENIDO DIRIGIDO A EXPERTOS .....	254
ANEXO C: CARTA DE INVITACIÓN DIRIGIDA A LOS EXPERTOS .....	276
ANEXO D: VIDEO DE INVITACIÓN PARA LOS EXPERTOS .....	278
ANEXO E: OBSERVACIONES DE LOS EXPERTOS SOBRE LOS FACTORES POTENCIALES VALIDADOS CUANTITATIVAMENTE PARA CONTEXTO COLOMBIANO .....	279
ANEXO F: SECCIÓN UNO O INTRODUCTORIA DEL INSTRUMENTO DIRIGIDO A PROFESIONALES CON EXPERIENCIA EN GPSC EN COLOMBIA .....	298
ANEXO G: CARTA ENVIADA A LAS ORGANIZACIONES QUE HAN GESTIONADO PROYECTOS SOSTENIBLES DE CONSTRUCCIÓN EN COLOMBIA .....	300
ANEXO H: RESULTADOS DE LAS PRUEBA DE KOLMOGÓROV-SMIRNOV .....	302
ANEXO I: VALORES DE PESOS Y CARGAS EXTERNOS ESTIMADOS MEDIANTE PLS-SEM.....	304

## Lista de figuras

<b>Figura 2.1</b>	Tipos de producción que conforman el sector de construcción de edificaciones en Colombia (\$ miles de millones de pesos).....	42
<b>Figura 2.2</b>	Urbanización de las principales ciudades de Colombia.....	43
<b>Figura 2.3</b>	Cambios en el área de piso construida 2010-2018.....	44
<b>Figura 2.4</b>	Cantidad de miembros de la junta directiva de las empresas del sector de construcción.....	47
<b>Figura 2.5</b>	Metodologías de proyectos empleadas por empresas del sector de construcción. ...	49
<b>Figura 2.6</b>	Certificaciones de edificios sostenibles en Colombia con respecto al CONPES 3919.....	57
<b>Figura 2.7</b>	Número de edificaciones sostenibles hasta el primer semestre de 2021 en Colombia clasificadas por uso de la edificación y tipo de certificación. ....	58
<b>Figura 3.1</b>	Evolución de la gestión de proyectos como profesión.....	66
<b>Figura 3.2</b>	Estructura de la gestión de proyectos con enfoque en sostenibilidad aplicado en el campo de la construcción.....	71
<b>Figura 3.3</b>	Ciclo de vida y partes interesadas contempladas en los proyectos sostenibles.....	72
<b>Figura 3.4</b>	Modelo de implementación de innovaciones en gestión de proyectos de construcción.....	88
<b>Figura 4.1</b>	Etapas del procedimiento metodológico.....	100
<b>Figura 4.2</b>	Número de artículos encontrados en cada base de datos.....	103
<b>Figura 4.3</b>	Distribución geográfica de las publicaciones encontradas en la RSL.....	104
<b>Figura 4.4</b>	Journals más relevantes, respecto a autores y palabras claves.....	105
<b>Figura 4.5</b>	Términos más citados en los artículos encontrados en la RSL.....	106
<b>Figura 4.6</b>	Autores más citados en las publicaciones obtenidas de la RSL.....	106
<b>Figura 4.7</b>	Citaciones directas entre diferentes actores.....	107
<b>Figura 4.8</b>	Citaciones de literatura por parte de Banihashemi et al. (2017).....	109
<b>Figura 4.9</b>	Frecuencia en la que se repiten los FCE potenciales en las diferentes.....	115
<b>Figura 4.10</b>	Resumen proceso de síntesis de Factores Críticos de Éxito (FCE) iniciales.....	116
<b>Figura 4.11</b>	Perfil de los expertos que validaron los FCE potenciales para la GPSC en el contexto colombiano.....	121
<b>Figura 4.12</b>	Representación del Análisis Factorial Exploratorio.....	146
<b>Figura 4.13</b>	Representación del Análisis Factorial Confirmatorio.....	147
<b>Figura 4.14</b>	Modelos de medidas reflectivos y formativos.....	149
<b>Figura 4.15</b>	Diferencias entre los dominios de las variables de medida reflectiva y formativas.....	149
<b>Figura 4.16</b>	Resumen del procedimiento seguido para definir el método estadístico para el análisis de los datos.....	150
<b>Figura 4.17</b>	Estructura de un nomograma o modelo path.....	153
<b>Figura 4.18</b>	Valoración de la colinealidad en modelos de medida formativos usando los factores VIF.....	154
<b>Figura 4.19</b>	Proceso para determinar las contribuciones relativas y absolutas de indicadores formativos.....	156

---

<b>Figura 5.1</b>	Profesiones base de los profesionales de la muestra .....	163
<b>Figura 5.2</b>	Nivel de formación académica de los participantes de la muestra.....	164
<b>Figura 5.3</b>	Cargos con los que se identificaron los profesionales de la muestra .....	165
<b>Figura 5.4</b>	Años de experiencia en GPSC reportados por los profesionales de la muestra .....	166
<b>Figura 5.5</b>	Tamaño de las organizaciones en las que los profesionales de las muestras han contribuido con la GPSC en Colombia .....	167
<b>Figura 5.6</b>	Modelo Inicial (Significancia y aportes de cada FCE).....	174
<b>Figura 5.7</b>	Modelo final (FCE más importantes de acuerdo con sus coeficientes de camino)..... .....	176
<b>Figura 5.8</b>	FCE determinados como los más importantes para la GPSC en Colombia .....	213

---

## Lista de tablas

<b>Tabla 2.1</b>	Crecimiento de la superficie construida por regiones hasta 2050 .....	39
<b>Tabla 2.2</b>	Clasificación de empresas por nivel de activos.....	46
<b>Tabla 2.3</b>	Clasificación de empresas por nivel de ingresos.....	46
<b>Tabla 2.4</b>	Porcentaje de empresas que emplean modelos de gestión estandarizados.....	48
<b>Tabla 2.5</b>	Cargos de gestión o administración de proyectos en empresas de construcción de edificaciones en Colombia. ....	51
<b>Tabla 2.6</b>	Tendencias y áreas de conocimiento demandadas por el sector de la construcción en Colombia .....	52
<b>Tabla 2.7</b>	Políticas sectoriales sobre el desarrollo urbano en Colombia. ....	54
<b>Tabla 2.8</b>	Regulaciones sobre Construcción Sostenible en la última década en Colombia .....	55
<b>Tabla 3.1</b>	Definiciones de gestión de proyectos sostenibles. ....	69
<b>Tabla 3.2</b>	Autores principales del tema de gestión de proyectos sostenibles.....	73
<b>Tabla 3.3</b>	Principales investigaciones en gestión de proyectos de Construcción Sostenible .....	74
<b>Tabla 3.4</b>	Síntesis de investigaciones sobre FCE en la gestión de proyectos de Construcción Sostenible .....	81
<b>Tabla 4.1</b>	Número de proyectos certificados sosteniblemente y en proceso de certificación en Colombia hasta marzo de 2021 .....	96
<b>Tabla 4.2</b>	Términos de la ecuación de búsqueda definidos mediante la estrategia PICO .....	102
<b>Tabla 4.3</b>	Número de artículos por Journals.....	104
<b>Tabla 4.4</b>	Lista de FCE potenciales obtenidos de estudios previos.....	111
<b>Tabla 4.5</b>	Preclasificación de la lista de factores iniciales en las etapas del modelo Slaughter (2000) .....	117
<b>Tabla 4.6</b>	Asignación de códigos a los factores potenciales según la etapa del modelo de Slaughter (2000).....	119
<b>Tabla 4.7</b>	Número de Factores validados por concordancia de expertos para cada una de las etapas del modelo de Slaughter (2000) .....	123
<b>Tabla 4.8</b>	Factores validados para el contexto colombiano relacionados con las etapas del modelo de Slaughter (2000) .....	124
<b>Tabla 4.9</b>	Distribución y codificación de los FCE validados para contexto colombiano etapa del Slaughter (2000).....	136
<b>Tabla 4.10</b>	Resumen del perfil profesional de los evaluadores iniciales del instrumento para calificación de FCE .....	138
<b>Tabla 4.11</b>	Datos de contacto e información demográfica solicitada al encuestado .....	139
<b>Tabla 4.12</b>	Escala Likert codificada para calificar los FCE, según Hair et al. (2019) .....	140
<b>Tabla 4.13</b>	FCE calificados en cada una de las etapas del modelo de Slaughter (2000).....	140



---

<b>Tabla 5.1</b>	Datos de contacto e información demográfica solicitada al encuestado .....	167
<b>Tabla 5.2</b>	Coefficientes path .....	170
<b>Tabla 5.3</b>	Valores de colinealidad VIF de cada uno de los indicadores formativos o FCE .....	172
<b>Tabla 5.4</b>	FCE más importantes para la GPSC en Colombia de acuerdo con las etapas del modelo de Slaughter (2000) .....	180
<b>Tabla 5.5</b>	Valores VIF de las relaciones entre los constructos .....	182
<b>Tabla 5.6</b>	Relaciones de significancia entre los constructos (valores $p$ ) .....	183
<b>Tabla 5.7</b>	Coefficientes de determinación (valor $R^2$ ) .....	184
<b>Tabla 5.8</b>	Impactos de las variables predictivas (valor $f^2$ ) .....	185

---

## **Lista de abreviaturas**

**ALC** América Latina y Caribe

**Camacol** Cámara Colombiana de la Construcción

**CB-SEM** *Covariance-based Structural Equation Modeling*

**CCCS** Consejo Colombiano de Construcción Sostenible

**CFA** Análisis Factorial Confirmatorio

**CO<sub>2</sub>** Dióxido de Carbono

**COP21** Acuerdo de París

**CPM** Método de Ruta Crítica

**CS** Construcción Sostenible

**DNP** Departamento Nacional de Planeación

**DS** Desarrollo Sostenible

**EFA** Análisis Factorial Exploratorio

**EGP** Equipo de Gestión de Proyecto

**FCE** Factores Críticos de Éxito

**GBCI** Green Business Certification

**GEI** Gases de efecto invernadero

**GPSC** Gestión de Proyectos Sostenibles de Construcción

**IPMA** International Project Management Association

**IVC** Índice de Valides de Contenido

**ODS** Objetivos de Desarrollo sostenible

**PDAs** Atributos de Ejecución de Proyectos

**PERT** Técnica de Evaluación y Revisión de Programas

**PIB** Producto Interno Bruto

---

**PLS-SEM** *Partial Least Squares Structural Equation Modeling*

**PMI** Project Management Institute

**RCD** Residuos de Construcción y Demolición

**RSL** Revisión Sistemática de Literatura

**SEM** Modelación de Ecuaciones Estructurales

**TBL** Triple Bottom Line

**VIF** Factor Indicador de la Varianza



# 1. Introducción

En este primer capítulo se describe el problema de investigación que se abordará en el presente trabajo final de maestría. Para ello se realiza una contextualización global, regional y local de la industria de la construcción de edificaciones, se enfatiza en la gestión de proyectos sostenible y se señala la necesidad de determinar los Factores Críticos de Éxito (FCE) para la integración de la sostenibilidad en la gestión de proyectos de construcción de edificaciones en Colombia. A continuación se plantean la pregunta y los objetivos de investigación. Finalmente, se exponen los argumentos que justifican el desarrollo de la investigación y se describe el contenido del documento.

## 1.1. Problema de investigación

### 1.1.1 La sostenibilidad como una demanda creciente al sector de la construcción

Para el año 2060 se prevé que el área de piso construido a nivel mundial se duplicará (IFC, 2019). Este crecimiento supone una presión muy grande para las ciudades en términos económicos, sociales y ambientales, además de generar una alerta importante especialmente en países con economías emergentes.

Debido al acelerado aumento de la población, que se estima crecerá de 7700 millones a 9700 millones en 2050, la industria de la construcción se está incrementando a un ritmo que se proyecta en 3,9 % anualmente, aportando aproximadamente un 13 % del PIB mundial, lo que la convierte en uno de los sectores más dinámicos de la economía (ILO, 2016), apalancado por el rápido crecimiento en la zona de Asia-Pacífico, especialmente en China (GCP y Oxford Economics, 2015) y solamente ralentizado levemente por la crisis de la *covid-19* en el año 2020 (Craven *et al.*, 2020). Esta situación lleva a que el sector de la construcción, que atrae entre el 11 y 13 % de la fuerza laboral en todo el mundo (ILO, 2016) y tiene un prospecto de inversiones de 10 billones de dólares para 2050 (IFC, 2019), deba enfrentar la creciente demanda de edificaciones para diferentes usos alrededor del mundo, lo cual implica la expansión en uso de materiales de construcción con altas emisiones de carbono, así como una mayor demanda de servicios públicos (gas, electricidad, agua, entre otros) y el aumento

---

en la contaminación de los recursos naturales (calidad del aire, fuentes hídricas, suelos, entre otros).

La población con más alta tasa de crecimiento se encuentra en los países pobres, lo cual complica el escenario de acceso digno a vivienda para un amplio sector de la población mundial en los años venideros (GlobalABC, IEA y UNEP, 2020). Un ejemplo de esto se encuentra en América Latina y el Caribe (ALC), región que aporta el 8,4 % de la población y el 6,2 % del PIB mundial (IFC, 2019) y en la que la mayoría de su población, aproximadamente el 80 %, vive en ciudades (UN DESA, 2019), lo que genera una mayor demanda de servicios públicos, espacios más grandes y mayores niveles de confort (GlobalABC, IEA y UNEP, 2020). El hecho de que el 30 % de la población de la región viva en condición de pobreza la vuelve particularmente vulnerable al cambio climático pues habita en zonas pobladas con alta probabilidad de inundación, derrumbes, riesgo de vendavales, entre otros fenómenos naturales, lo cual hace que las construcciones sostenibles y resilientes sean una necesidad urgente para afrontar estos escenarios (GlobalABC, IEA y UNEP, 2019).

En el caso de Colombia, el sector de la construcción de edificaciones aportó el 3,1 % del PIB Nacional en el 2019 (MNC y Camacol, 2020); así mismo, se estima que esta industria demanda el 6,3 % de la fuerza laboral del país (DANE, 2019a) y el 54 % de los insumos del aparato productivo, lo que significa aproximadamente 43 billones de pesos por año (MNC y Camacol, 2020). A esto se suma el hecho de que el sector de la construcción de edificaciones ha mostrado una variación positiva del PIB de 5,7 % en el primer trimestre del año 2021 con respecto al último trimestre el año 2020, cuando estuvo paralizado por cuenta de la pandemia (Minvivienda, 2021).

A pesar de lo anterior, el sector presenta una serie de dificultades como la informalidad en la construcción de edificaciones –se calcula que 37 de cada 100 viviendas construidas se edifican mediante autoconstrucción (El Tiempo, 2019)– y la alta informalidad laboral, la cual está alrededor del 48,5 % en las principales ciudades del país (Bonet-Moron, Perez-Valbuena y Chiriví-Bonilla, 2016). Además, 5,1 millones de viviendas en el país se encuentran en déficit habitacional, lo que es equivalente a 31,4 % del total nacional (DANE, 2021). A las situaciones descritas se suma la creciente demanda de espacios habitacionales que supone un desafío de alta envergadura, agravado por la falta de planificación urbana y por un

---

crecimiento exponencial de la población en las grandes ciudades de Colombia, la cual se estima en 18 millones más de habitantes para el 2050 (DNP, 2012). Este hecho lleva a una mayor presión en las ciudades en lo referente al acceso al transporte, sitios de trabajo, lugares de estudio, oficinas de prestación de servicios, entre otros.

Por otra parte, estudios recientes muestran que el sector de construcción es el responsable del 36 % del uso final de la energía y un 39 % de las emisiones de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) a nivel mundial, aspectos que vienen en aumento desde el 2010. Esto lo convierte en uno de los ejes críticos para reducir la huella de carbono de las actividades humanas en todo el mundo (GlobalABC, IEA y UNEP, 2019). Asimismo, la industria de la construcción demanda el 12 % del gasto global de agua y el 40 % de la generación de residuos tanto en la fase de construcción como a lo largo del ciclo de vida de la edificación (GlobalABC, 2016).

En cuanto a Colombia, estudios realizados por el Ideam en el 2016 indican que las edificaciones residenciales generan un 10,5 % de las emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) durante su etapa de uso, y Tellez (2018) reporta una cifra muy elevada de pérdidas de energía (aproximadamente \$4,700 millones de dólares al año), lo cual indica una alta tasa de ineficiencias energéticas en las edificaciones. En lo referente al consumo de agua en Colombia, el sector residencial consume aproximadamente un 79 % del total (SSPD, 2014) y es el sector que genera más pérdidas de agua por unidad de volumen (Ideam, 2015). Adicionalmente, si se revisa el consumo de materiales, que en su mayoría son no renovables, el segmento de edificaciones demanda el 60 % de materiales extraídos de la tierra, mostrando así su alto impacto ambiental (DNP y Tecnalía, 2017).

En suma, considerando los factores económicos, sociales y ambientales expuestos previamente, se evidencia que el sector de construcción de edificaciones es un generador de condiciones desfavorables para el ambiente y de alta trascendencia en términos económicos y sociales (Gan *et al.*, 2017 y Chang *et al.*, 2018). Este segmento de la industria está llamado a jugar un rol muy importante en la posible mitigación de los efectos del cambio climático en un contexto de crecimiento poblacional y economías emergentes (GlobalABC, IEA y UNEP, 2020). En este sentido, las consecuencias de la construcción de edificaciones en las condiciones que se realiza actualmente van en contravía de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) propuestos por la ONU y del acuerdo de París (COP21), y se convierten

en una prioridad para lograr la *descarbonización* de las actividades humanas siguiendo la apuesta de neutralidad de carbono para el 2050 (UN, 2020).

De conformidad con lo expuesto previamente, se hace imperativo trabajar en transformar la industria de la construcción para mitigar sus impactos negativos en el ambiente y asegurar los beneficios que las edificaciones han brindado a la humanidad a lo largo de la historia (Ning *et al.*, 2009 y Gan *et al.*, 2015); en este sentido, las organizaciones del sector de construcción se convierten en actores clave en la medida en que puedan mejorar o implementar la Gestión de Proyectos Sostenibles de Construcción (GPSC) (Ning *et al.*, 2009; Ahmad, Aibinu y Stephan, 2019).

### **1.1.2 La sostenibilidad como una necesidad urgente en la gestión de proyectos**

Bajo las consideraciones expuestas en el anterior apartado, y debido a que gran parte de las edificaciones son desarrolladas bajo los lineamientos de las metodologías de gestión de proyectos por parte de las empresas de construcción, es necesario enfocarse en el rol e importancia de dichas prácticas e incorporar la sostenibilidad en el ciclo de vida de la edificación para poder atender apropiadamente a los desafíos ambientales, sociales y económicos asociados a la industria de la construcción. Las organizaciones del sector de construcción deben enfrentarse a los cambios que implica la Construcción Sostenible (CS), viéndose obligadas a reaccionar a ellos mediante la innovación en la gestión de sus proyectos, la cual se considera como una habilidad organizativa clave en este nuevo contexto (Silvius *et al.*, 2012).

En general, la gestión de proyectos que se aplica en el sector corresponde a una metodología basada en la triple restricción, la cual contempla un equilibrio y una interrelación entre el alcance, el tiempo y el costo (PMI, 2017). Según Silvius *et al.* (2012), dicha metodología ha evolucionado desde mediados del siglo pasado a la década actual, pasando de la consideración de una realidad objetiva y procesos poco flexibles, con resultados estables o predecibles (gestión de proyectos tradicionales), a un enfoque más holístico en el que las relaciones humanas desempeñan un papel central (gestión de proyectos modernos). Esto ha permitido en las últimas décadas la incorporación de nuevos enfoques a la gestión de



proyectos, tales como la sostenibilidad y la innovación, así como el uso de metodologías colaborativas relacionadas con proyectos ágiles (Silvius, 2017).

Del mismo modo, la consideración del ciclo de vida del proyecto que contemplaba solamente el entregable y su uso se ha transformado a un concepto que se conoce actualmente como ciclo de vida del producto (de la cuna a la tumba) (Silvius y Schipper 2014a). Aun cuando los proyectos de gestión modernos logran entregar edificaciones que benefician a la gran mayoría de los interesados, muchos no consideran las perspectivas que incluye la sostenibilidad (Brundtland, 1987), como son la perspectiva social, económica y ambiental – también conocidas como *'Triple Bottom Line'* (TBL) o *'Triple-P'* (en inglés *People, Planet, Profit*)–, ni el ciclo de vida del producto desde una visión sostenible (de la cuna a la cuna) (Silvius y Schipper 2014a).

Al revisar la gestión de proyectos en el sector de la construcción en el contexto colombiano, se puede observar que la mayor parte de las organizaciones, independientemente de su tamaño, emplean la metodología de Ruta Crítica (Camacol y SENA, 2015), la cual es muy limitada debido a que tiene en cuenta solamente el alcance, el cronograma y, de forma aislada, los recursos, dejando de lado otros aspectos como la gestión integral de la calidad, las comunicaciones y el desarrollo de capacidades (PMI, 2017). En ese sentido, la implementación de la sostenibilidad se convierte en una falencia en los sistemas de gestión y en las metodologías de proyectos usadas por estas empresas (Giraldo *et al.*, 2018).

En el contexto actual, si se quieren emprender cambios para mejorar la gestión de proyectos y lograr que estos sean sostenibles (Banihashemi *et al.*, 2017), la sostenibilidad debe ser abordada desde una perspectiva estratégica, tanto en la organización como en el proyecto, especialmente para economías emergentes en las que, además de los factores económicos, sociales y ambientales mencionados anteriormente, existen agravantes como la coyuntura política, la falta de transparencia, la falta de información (Elkhalifa, 2016) y la corrupción (Othman y Ahmed, 2013), entre otros. Dichos elementos deben ser abordados de manera integral para generar valor en una organización y sortear los desafíos de la construcción sostenible.

A partir del 2008 la relación entre sostenibilidad y gestión de proyectos ha despertado un gran interés de investigación y aplicación luego de que, en el marco del Congreso Mundial

organizado por el International Project Management Association (IPMA), se afirmara que el desarrollo de la profesión de gestión de proyectos requiere que los directores de proyectos asuman la responsabilidad de integrar la sostenibilidad en sus prácticas (Silvius *et al.*, 2012). Ello se ha sumado al incremento, en los últimos 10 años, de la literatura emergente sobre gestión de proyectos sostenibles como lo describen Silvius (2017) y Keeyes y Huemann (2017).

Recientemente se ha considerado la sostenibilidad como una nueva escuela de pensamiento en gestión de proyectos (Silvius, 2017), en la cual los criterios referentes al contenido, la comunidad y el impacto se caracterizan por comprender las ‘pistas’ de una visión común enfocada en los proyectos con una perspectiva sostenible, que vinculan activamente la gestión de las partes interesadas y las convierten en casos de negocios y proyectos exitosos. No obstante, considerando el estado actual de la gestión de proyectos en el país, la mayoría de organizaciones no contemplan metodologías contemporáneas y robustas de gestión y se enfocan en métodos tradicionales (Giraldo *et al.*, 2018), renunciando a los beneficios que esta nueva escuela de pensamiento propone para contrarrestar el cambio climático, que son los de cumplir los desafíos del milenio y generar valor en las organizaciones; en otras palabras, la mayor parte de las organizaciones del sector de la construcción en Colombia tienen aún una visión del proyecto orientada al entregable (Vargas, 2015 y Giraldo *et al.*, 2018).

### **1.1.3 Los FCE como una forma de lograr la integración de la sostenibilidad en la gestión de proyectos de construcción**

Uno de los mecanismos más apropiados para incentivar de forma adecuada la incorporación de la sostenibilidad en la gestión de proyectos de construcción de edificaciones es la identificación de los Factores Críticos de Éxito (FCE) asociados a la gestión de proyectos sostenibles (Pade *et al.*, 2008 y Banihashemi *et al.*, 2017). En la gestión de proyectos, los FCE son los aspectos claves en los que es necesario que los resultados sean favorables para que los gerentes de proyectos puedan cumplir con los objetivos del proyecto, es decir que son un número relativamente pequeño de asuntos verdaderamente importantes en los que el gerente de proyectos debe enfocar su atención (Rockart, 1979 y Bullen y Rockart, 1981). Por

---

esta razón, la exploración e identificación de los FCE para la GPSC ha recibido continua y especial atención en países en desarrollo en los últimos años (Li *et al.*, 2019).

De acuerdo con lo anterior, los FCE podrían constituir una base importante para que los gerentes de proyectos, quienes son el centro en la toma de decisiones en el proyecto y los principales influenciadores de todas las partes interesadas, puedan incorporar la sostenibilidad en los proyectos y gestionarlos de forma adecuada (De Carvalho y Rabechini, 2017; Martens y De Carvalho, 2016; Robichaud y Anantatmula, 2010). En consecuencia, los FCE se convierten en una lista de verificación esencial para que los gerentes de proyectos orienten sus prioridades al momento de ejecutar proyectos sosteniblemente (Johansson, 2012 y Mollaoglu *et al.*, 2016), indistintamente de las metodologías de gestión de proyectos adaptadas por las organizaciones, lo que supone una necesidad imperativa de estudio, especialmente para la GPSC en entornos en desarrollo. Así mismo, los FCE surgen como una herramienta esencial para que las organizaciones de construcción reconozcan, desde los procesos de gestión de proyectos, en dónde enfocar sus esfuerzos para gestionar la sostenibilidad como una innovación e introducir elementos de valor agregado a sus operaciones, manteniendo un equilibrio entre lo económico, social y medioambiental (Boons y Lüdeke-Freund, 2013 y Gan *et al.*, 2015).

En relación con la necesidad de investigar sobre los FCE para la GPSC en países en desarrollo como Colombia, es fundamental subrayar que estudios efectuados en contextos similares resaltan que los FCE constituyen aspectos esenciales que deberían considerarse según el entorno y el tipo de proyecto, por lo que critican vehementemente que para la GPSC en economías emergentes se sigan listas de verificación o FCE determinados para países desarrollados, pues en los países en desarrollo la inclusión de la sostenibilidad en proyectos de construcción debe sortear una serie de desafíos que son propios de cada país emergente (Banihashemi *et al.*, 2017 y Shen *et al.*, 2018). También destacan que el éxito en el desarrollo de proyectos sostenibles de construcción requiere la consideración de múltiples factores como el mercado, la tecnología, el medio ambiente, la sociedad, la gestión a nivel del proyecto y de las organizaciones, entre otros (Shen *et al.*, 2018).

En la gestión de proyectos edificatorios sostenibles existen diversos factores que deberían considerarse para lograr ejecutar estos proyectos con éxito. Sin embargo, se debe tener en

---

cuenta que no todos tienen la misma importancia y que el monitoreo concurrente de la totalidad de los factores constituiría una tarea ardua para los gerentes de proyectos, la cual podría distraer la atención de los que son más relevantes para cumplir con los objetivos del proyecto (Kiani Mavi y Standing, 2018). Por consiguiente, autores como Banihashemi *et al.* (2017), Kiani Mavi y Standing (2018) y Sfakianaki (2019) señalan la importancia de investigar sobre los FCE para la GPSC como un marco estratégico claro y mensurable para que los gerentes de proyectos puedan estructurar sus intervenciones y planes de acción en las diferentes etapas de los proyectos, con el objetivo de asegurar entregables innovadores y con el alto valor diferencial que la sostenibilidad le provee a las edificaciones construidas bajo los parámetros del TBL.

En este mismo sentido, los FCE permitirán que los gerentes de proyectos mejoren significativamente el éxito del proyecto al centrarse en los aspectos más cruciales, en lugar de prestar la misma asistencia a todos ellos. Asimismo, los gerentes pueden mitigar los impactos que pueden estar asociados a los FCE e incidir en mejoras en el desempeño del proyecto (Kiani Mavi y Standing, 2018 y Ahmad, Aibinu y Stephan, 2019). En el caso específico de los proyectos sostenibles de construcción, que son altamente complejos, los FCE son fundamentales pues modifican determinados aspectos de la gestión de proyectos tradicionales de tal forma que se asegure una adecuada GPSC en países con economías emergentes (Li *et al.*, 2019).

A lo anterior hay que agregar que, dado que los FCE abordan aspectos cuyos resultados son claves para lograr las metas del proyecto, una lista específica de los FCE más importantes para la GPSC en un contexto particular resulta esencial para asegurar la integración de las perspectivas que contempla la sostenibilidad en proyectos de edificación, así como los beneficios que esta proporciona a lo largo del ciclo de vida de estos proyectos (Sang y Yao, 2019).

Por este motivo, **el presente trabajo de grado busca determinar los Factores Críticos de Éxito (FCE) para la integración de la sostenibilidad en la gestión de proyectos de construcción de edificaciones en Colombia.**

Lo anterior se basa en la constatación de que en Colombia no existen a la fecha estudios que identifiquen los FCE en la GPSC. Las investigaciones más afines al tema, como las de Vargas

---

(2015) y Giraldo *et al.* (2018), están enfocadas en estudiar los modelos de gestión de las organizaciones del sector de la construcción, y señalan las falencias en las metodologías de gestión de proyectos (el modelo de Ruta Crítica) más frecuentemente empleadas por estas empresas. La carencia de investigaciones al respecto dificulta que la industria de la construcción encuentre formas innovadoras de mitigar la baja productividad del sector a la vez que hace frente a las nuevas tendencias como son la construcción industrializada, la digitalización, la sostenibilidad, la adaptación al cambio climático, entre otras (Camacol, 2018 y MNC y Camacol, 2020).

El escenario planteado acerca de la gestión de proyectos de construcción en el país implica que las organizaciones del sector modifiquen sus modelos de gestión, es decir que cambien el uso de metodologías sencillas y poco robustas a modelos más consistentes y complejos que permitan adaptar el sector a los nuevos retos y tendencias, además de posibilitar una mejora en la productividad para la entrega de proyectos de construcción en el país (Giraldo *et al.*, 2018). Sin embargo, la transición hacia nuevos modelos de gestión como PMI, SCRUM, Lean, entre otros, puede tomar períodos de tiempo significativos y demandar recursos claves, por lo que las organizaciones del sector deberían inicialmente enfocarse en reducir las brechas gerenciales de los proyectos, mediante la incorporación de marcos estratégicos que permitan la mitigación de los sobrecostos, los retrasos en las entregas y los demás riesgos que podrían afectar a los proyectos de construcción (Vargas, 2015; Giraldo *et al.*, 2018; IDIGER, 2019).

Desde otra perspectiva, y considerando la creciente demanda de construcciones sostenibles y resilientes al cambio climático en los países en desarrollo como Colombia, es necesario garantizar que los proyectos de construcción basados en el TBL de la sostenibilidad sean entregados de forma más eficaz y eficiente (Li *et al.*, 2019). No obstante, la GPSC difiere ampliamente de la gestión de los proyectos de construcción tradicionales, lo que indica la necesidad de investigar sobre estrategias y mecanismos de gestión que permitan maximizar los beneficios de este tipo de proyectos (Ahmad, Aibinu y Stephan, 2019). Igualmente, debe reconocerse que los proyectos de CS son complejos y desafiantes, al requerir un análisis más profundo y detallado del entorno en donde estará ubicada la edificación, así como la incorporación de diseños arquitectónicos integrativos, el empleo de nuevas tecnologías,

materiales entre otros aspectos (Shen *et al.*, 2018; Venkataraman y Cheng, 2018 y Li *et al.*, 2019).

Por consiguiente, para la incorporación de la sostenibilidad en la gestión de proyectos de construcción en Colombia debería contemplarse la carencia en el uso de metodologías robustas de gestión de proyectos por parte de las organizaciones del sector y la necesidad estratégica de reducir las disparidades en la gestión de este tipo de proyectos (Vargas, 2015; Giraldo *et al.*, 2018 y IDIGER, 2019). Este panorama muestra la imperatividad de realizar una investigación sobre los FCE que deberían tenerse en cuenta para la GPSC en Colombia, como se había señalado previamente, pues no existen trabajos que indiquen los aspectos más importantes que los gerentes de proyectos sostenibles de construcción deben tener en cuenta para mejorar las prácticas de gestión en este tipo de proyectos.

Finalmente, si se tiene en cuenta que la sostenibilidad es un tema reciente en el país y que por ende puede ser percibida como una innovación (Boons y Lüdeke-Freund, 2013 y Gan *et al.*, 2015), el uso de un modelo de implementación de innovaciones (Slaughter, 2000) podría significar una estructura base para la integración de las oportunidades sostenibles a un proyecto y su aplicación para la identificación de los FCE en GPSC resultaría beneficiosa para que los gerentes de proyectos de las organizaciones del sector de la construcción en el país reconozcan los aspectos cruciales para desarrollar de forma adecuada proyectos de CS, independientemente de la metodología de gestión de proyectos que estas utilicen.

## **1.2. Pregunta de investigación**

¿Cuáles son los Factores Críticos de Éxito (FCE) para la integración de la sostenibilidad en la gestión de proyectos de construcción de edificaciones como una innovación en Colombia?

## **1.3. Objetivos de investigación**

### **1.3.1. Objetivo general**

Determinar los Factores Críticos de Éxito (FCE) para la integración de la sostenibilidad como una innovación en la gestión de proyectos de construcción de edificaciones en Colombia.

### 1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar los Factores Críticos de Éxito (FCE) necesarios para la integración de la sostenibilidad dentro de las prácticas de gestión en proyectos de construcción de edificaciones.
- Describir los Factores Críticos de Éxito (FCE) que afectan la integración de la sostenibilidad como una innovación en la gestión de proyectos de construcción de edificaciones en el contexto Colombiano.
- Definir los Factores Críticos de Éxito (FCE) más importantes para el desarrollo de mejores prácticas de gestión de proyectos de construcción de edificaciones sostenibles en Colombia.

## 1.4. Justificación

La Construcción Sostenible (CS) es el nuevo ‘Zeitgeist’ a nivel global en los últimos años (Zhang *et al.*, 2014). Por esta razón, los gestores de proyectos en todo el mundo, incluidos los países en desarrollo como Colombia, deberían promover la realización de proyectos de forma sostenible (Dobrovolskienė y Tamošiūnienė, 2016 y Banihashemi *et al.*, 2017). Por consiguiente, la presente investigación es pertinente para la Gestión de Proyectos Sostenibles de Construcción (GPSC) de edificaciones para diferentes usos en el contexto colombiano, dado que la consecución de este tipo de proyectos se ha venido gestando en el país desde el 2008 con la creación del Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS). Este estudio permitirá dar claridad en la contribución al Desarrollo Sostenible (DS) enmarcado en los Objetivos del Milenio (ODS), en el Acuerdo de París (COP21) y la apuesta a la neutralidad en carbono para el 2050 por parte de las Naciones Unidas, desde un marco estratégico para la GPSC como mecanismo para reducir las brechas gerenciales imperantes en las organizaciones del sector de la construcción en el país y aportar al desarrollo de mejores prácticas de gestión de proyectos de construcción establecidas desde las perspectivas de la sostenibilidad (Vargas, 2015; Giraldo *et al.*, 2018 y IDIGER, 2019).

Lo expuesto anteriormente está en concordancia con la política sobre CS en el país aprobada por el Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES) en marzo de 2018, en la

que se especifica que el 100 % de las nuevas edificaciones en Colombia deben cumplir con criterios de sostenibilidad para el año 2030, de acuerdo con los lineamientos propuestos en el documento CONPES 3919 (DNP, 2018). Por consiguiente, la gestión de proyectos de construcción se convierte en una habilidad organizativa clave para lograr la consecución de edificaciones desde las perspectivas del TBL (*Triple Bottom Line*) en Colombia y otros contextos en desarrollo (Banihashemi *et al.*, 2017 y Li *et al.*, 2019), y por ende se debe prestar atención a los factores relacionados con las circunstancias políticas, sociales, económicas, ambientales y de mercado de cada entorno para lograr una exitosa gestión de construcciones sostenibles (Ahmad, Aibinu y Stephan, 2019).

Como resultado, esta investigación permitirá determinar los Factores Críticos de Éxito (FCE) teniendo en cuenta las condiciones propias del país para la integración de la sostenibilidad como una innovación en gestión de proyectos de construcción de edificaciones, de tal forma que las organizaciones del sector puedan conocer los criterios más relevantes para la GPSC y puedan focalizar sus estrategias, recursos y esfuerzos para garantizar los beneficios que ofrece la sostenibilidad a lo largo del ciclo de vida de las edificaciones construidas bajo este enfoque (de la cuna a la cuna) (Silvius y Schipper, 2014a; Banihashemi *et al.*, 2017 y Li *et al.*, 2019). Igualmente, esta investigación busca contribuir a mejorar las prácticas de gestión sostenible de proyectos edificatorios en el contexto colombiano y aportar al desarrollo territorial y sostenible del país según los acuerdos y metas que se tienen actualmente en materia de sostenibilidad (COP 21, ODS, CONPES 3919, neutralidad en carbono para el 2050 entre otros).

Cabe recalcar que recientemente en Colombia se ha impulsado la CS mediante la gestión de certificaciones como LEED<sup>®</sup>, EDGE, CASA Colombia, WELL<sup>®</sup>, entre otras, por parte de organizaciones como el CCCS, Camacol y otras del sector de la construcción. Aunque estos sistemas representan un paso hacia adelante en CS en Colombia, todavía hace falta mucha investigación desde la academia enfocada en cómo integrar la sostenibilidad a partir del contexto social, económico y ambiental propio del país. También se hace necesario investigar desde el enfoque de la administración el cambio que representa introducir la sostenibilidad en la gestión de proyectos, la cual se ha configurado en una innovación para países en desarrollo (Gan *et al.*, 2015). En cuanto a Colombia, comúnmente la gestión de proyectos de



---

construcción se hace siguiendo los lineamientos tradicionales como el de triple restricción (tiempo, costo y alcance) y de Ruta Crítica, lo cual es insuficiente para la transición adecuada a la *descarbonización* de la industria de la construcción, mediante el aseguramiento de espacios habitacionales sostenibles y resilientes al cambio climático (Banihashemi *et al.*, 2017 y GlobalABC, IEA y UNEP, 2020).

Como se mencionó, la literatura existente sobre gestión de proyectos de construcción en el Colombia se ha enfocado en la necesidad de que las organizaciones del sector de la construcción adopten metodologías de gestión más robustas y modernas como PMI, SCRUM, Lean, entre otras (Vargas, 2015 y Giraldo *et al.*, 2018), debido a que la mayoría de las empresas que gestionan proyectos de construcción en el país lo hacen bajo las consideraciones de Ruta Crítica (Camacol y SENA, 2015). Otros trabajos (Hurtado, 2015 y Salazar, 2017) subrayan la importancia de integrar la metodología BIM (Building Information Modeling) como un sistema de gestión para garantizar la consecución de proyectos de construcción de alta calidad en el país. Sin embargo, en ninguna de estas y otras investigaciones sobre gestión de proyectos aplicadas al sector de la construcción se han determinado los FCE para la integración de la sostenibilidad en gestión de proyectos de construcción de edificaciones en Colombia.

La lista de FCE determinados en esta investigación contribuirá, por lo tanto, a que las prácticas en la gestión de proyectos edificatorios incorporen la sostenibilidad, apalancando al sector de la construcción en su transición hacia la CS de todas las edificaciones nuevas para el 2030, a la vez que se propende por un mejoramiento de la productividad y del desempeño de la industria.

Finalmente, esta investigación se justifica en la medida en que produce un documento académico de referencia en el que se determinan los FCE que deberían tenerse en cuenta para la GPSC en el país; los proyectos sostenibles de construcción difieren ampliamente de los proyectos tradicionales y por lo tanto es necesaria una lista de verificación de los factores más importantes para asegurar proyectos de construcción sostenibles exitosos en el contexto colombiano. Asimismo, el presente trabajo de grado puede constituir una base para futuras investigaciones relacionadas con marcos estratégicos para la gestión de proyectos sostenibles tanto en el ámbito de la construcción como en otros; también puede ser usado para estudios

más específicos sobre FCE enfocados a la gestión de la sostenibilidad en proyectos de construcción de edificaciones para usos y demandas particulares –como la gestión de Vivienda Social Sostenible (SSH por sus siglas en inglés) o proyectos que integran diferentes tipos de edificaciones en un solo lugar como hoteles, oficinas, parques de recreación, centros comerciales y de convenciones y apartamentos residenciales (denominados HOPSCA por sus siglas en inglés)– y para investigaciones referidas al entorno colombiano y a contextos análogos, especialmente en América Latina y el Caribe (ALC).

## **1.5. Estructura del documento**

El presente documento de trabajo final de maestría está estructurado en seis capítulos, los cuales se enuncian a continuación:

**Capítulo 1:** el presente capítulo, que estuvo orientado a describir el problema, la pregunta y los objetivos de investigación. En la parte final del capítulo se expusieron los argumentos que justifican el desarrollo de este trabajo final de maestría.

**Capítulo 2:** se expone la contextualización del sector de la construcción a nivel global, regional y nacional, desde las perspectivas económicas, sociales y ambientales. Además se abordan los aspectos organizacionales de las empresas que componen el sector de la construcción en Colombia enfatizando en los modelos de gestión de proyectos adoptados por estas organizaciones. Finalmente, en este capítulo se hace una descripción del contexto normativo de la Construcción Sostenible (CS) en Colombia y sus retos.

**Capítulo 3:** se establece el marco teórico de esta investigación, orientado en la primera parte a la descripción del concepto y la evolución de la gestión de proyectos, así como a la noción de gestión de proyectos sostenibles y a los estudios relacionados con esta temática y su aplicación en el campo de la construcción de edificaciones. En la segunda parte se abordan los Factores Críticos de Éxito (FCE) y su aplicación en GPSC para países en desarrollo como Colombia. En la tercera parte se explica que la CS puede ser vista como una innovación para contextos emergentes; en consecuencia, se propone que la identificación de los FCE para la GPSC se haga a partir de un modelo específico de implementación de innovaciones en gestión de proyectos de construcción (Slaughter, 2000).

**Capítulo 4:** se presenta el diseño metodológico, el cual inicia con la enunciación del paradigma epistemológico, el enfoque, el tipo de investigación, el corte y el terreno de la investigación. Posteriormente se explican las tres etapas del diseño exploratorio secuencial seguido para la determinación de los FCE, detallando los pasos seguidos en la Revisión Sistemática de Literatura (RSL), en la validación del contenido por parte de expertos y en la aplicación de la técnica estadística no paramétrica PLS-SEM.

**Capítulo 5:** se exponen los resultados obtenidos en la investigación. Se inicia con la caracterización de la muestra y la distribución de los datos. Posteriormente se describen en los hallazgos de la modelización por la técnica SEM-PLS, resaltando los FCE más críticos dentro de los críticos de acuerdo con la valoración conseguida para cada uno y la capacidad predictiva del modelo de Slaughter (2000) en su aplicación para este trabajo final de maestría. Finalmente, se discuten en profundidad los FCE determinados como los más importantes para cada una de las etapas del modelo de Slaughter (2000) y se argumenta la pertinencia del uso de este modelo para la GPSC en el contexto colombiano.

**Capítulo 6:** en este último capítulo se describen las conclusiones y los aportes de la presente investigación; de igual forma se proponen diferentes líneas de investigación relacionadas con la integración de la sostenibilidad en la gestión proyectos edificatorios en Colombia.



---

## 2. Contexto de la Construcción

En este segundo capítulo se presenta una contextualización del sector de la construcción de edificaciones a nivel global, regional y nacional, haciendo énfasis en el papel que tiene esta industria en términos económicos, sociales y ambientales. Además, se expone sobre la necesidad de la *descarbonización* de este sector para contribuir significativamente a los objetivos del COP21, a los ODS y a la neutralidad en carbono para el 2050. A esto se suma la descripción de las organizaciones que gestionan y ejecutan proyectos de construcción de edificaciones en Colombia centrándonos en los modelos de gestión empleados para la ejecución de sus proyectos y su estructura organizacional. También se hace una descripción de las tendencias de este sector en el país y se hace énfasis en los orígenes de la Construcción Sostenible (CS) y su evolución en Colombia, así como de ciertas rutas de acción que ha planteado el Gobierno Nacional junto con las agremiaciones del sector como mecanismos para lograr que la industria de la construcción se ajuste a nuevos desafíos, especialmente en términos de sostenibilidad. Finalmente, se enumeran los retos más relevantes para la industria en un contexto de construcción sostenible en Colombia.

### 2.1. Construcción de edificaciones a nivel global, regional y nacional

Antes de abordar el tema de construcción sostenible de edificaciones se debe describir la industria de la construcción en términos económicos, sociales y ambientales a nivel global y nacional, con el objetivo de presentar un panorama general de esta industria que permita comprender el entorno organizacional de las empresas de construcción, específicamente en Colombia, y los desafíos estratégicos que deben enfrentar para una realizar gestión de proyectos exitosa (Solarte-Pazos y Sánchez-Arias, 2014), enfocados en contribuir a los retos en materia de *descarbonización* que debe garantizar este sector para contribuir con los ODS, el COP 21 y la neutralidad en carbono para el 2050 (CCCS, Camacol, y IFC, 2020; GlobalABC, IEA y UNEP, 2020a y UN, 2020). Por consiguiente, en este apartado se expondrán los aspectos económicos, sociales y ambientales de la industria de la construcción tanto a escala mundial, como regional y nacional.

### 2.1.1. Aspectos económicos de la industria de la construcción

La creciente demanda de edificaciones se debe principalmente al aumento de la población, la cual se prevé que crecerá de 7700 millones a 8500 millones para el 2030 y 9700 millones para el 2050 (GlobalABC, IEA y UNEP, 2020a), lo que representa una duplicación en el área de piso construida para el 2060. Esto es equivalente a agregar el área construida de Japón año a año en todo el mundo hasta el 2060 (IFC, 2019), lo que representaría una oportunidad de inversión de \$24,7 billones de dólares en edificios ecológicos, sobre todo en mercados emergentes para 2030 (GlobalABC, IEA y UNEP, 2020a).

La industria de la construcción ha mostrado ser fundamental para el desarrollo económico a nivel mundial, dado que representa el 13 % del PIB (João *et al.*, 2020) y emplea entre el 11% y 13% de la fuerza laboral en todo el mundo, la cual se proyectó que aumentaría a un 15% en 2020 (ILO, 2016). Además, según el *Global Construction Perspectives and Oxford Economics (2015)*, el sector de la construcción es uno de los más dinámicos con un crecimiento anual proyectado de 3,9 %, superando incluso el crecimiento proyectado del PIB mundial en más de un 1 %; estas proyecciones se basan en los siguientes patrones claves, descritos por GCP y Oxford Economics (2015):

- Se espera que el mercado mundial de la construcción crezca a un ritmo más rápido que el PIB mundial durante la próxima década a medida que las economías asiáticas continúan industrializándose y EE. UU. se recupera de la fuerte recesión generada por la crisis financiera mundial de 2008.
- En la próxima década el mercado de la construcción tendrá un rápido crecimiento en Asia y otras economías emergentes, impulsado por el aumento de la población, la rápida urbanización y el crecimiento económico.
- Se espera que China aumente significativamente su inversión en activos e infraestructura y en la exportación de productos y servicios de construcción en mercados globales claves durante la próxima década, aprovechando su capacidad de construcción, ingeniería y fabricación.
- Los mercados desarrollados están preparados para una perspectiva a corto plazo más positiva, debido a que a largo plazo Europa y Japón tendrán dificultades por su

- decrecimiento demográfico y potencial limitado para el crecimiento económico a excepción de Reino Unido que tendrá un aumento significativo en las próximas décadas.
- Estos patrones pueden variar con el nuevo escenario generado por la crisis de la covid-19, la cual, en un estudio publicado por Craven *et al.* (2020), se prevé que podría generar cambios profundos en la entrega de proyectos de construcción en todo el mundo, en donde las tendencias disruptivas pueden estar favorecidas (João *et al.*, 2020). Además, aspectos como la sostenibilidad, la productividad y el enfoque en clientes más conscientes con el ambiente impulsarían la inclusión de cambios en la cadena de valor de la industria de la construcción (João *et al.*, 2020).

Por otra parte, y según La Corporación Financiera Internacional (IFC por sus siglas en Inglés), la industria de construcción y renovación en el 2017 representó inversiones por \$ 5 billones de dólares (IFC, 2019). Estas inversiones pueden duplicarse al 2050, teniendo presente que la superficie construida global será dos veces mayor que la actual para esa fecha, como se puede evidenciar en la Tabla 2.1. Este aumento en el área de piso construida representa una oportunidad para la generación de empleos y el desarrollo de la industria de la construcción espacialmente en las economías emergentes (GlobalABC, 2016).

**Tabla 2.1** *Crecimiento de la superficie construida por regiones hasta 2050*

Miles de Millones de m <sup>2</sup>	2015	2030	2050
América del Norte	38,1	47,1	56,9
Europa Occidental	29,8	34,3	36,9
Eurasia	9,8	13,1	14,9
China	57,2	79,3	84,6
India	15,8	32,1	57,6
Japón y Corea	9,8	10,9	11,1
Asia suroriental	15,6	23,8	32,3
Australia y Nueva Zelanda	2,1	2,7	3,4
América Latina y el Caribe	19,3	29,1	43,1
Medio Oriente	8,0	12,7	18,3
África	18,0	30,4	56,0
<b>Mundo</b>	<b>223,4</b>	<b>31,54</b>	<b>415,2</b>

Fuente: GlobalABC (2016)

En cuanto a América latina y el Caribe, la construcción de edificaciones sostenibles representará una oportunidad de negocio de 4 billones de dólares para 2030 según el IFC (2019). Además, para el caso de Colombia, la construcción de edificaciones es uno de los sectores que mayor impacto genera a la economía del país: según publicaciones del MNC y Camacol (2020), dicho sector representó el 50 % del total de la construcción y el 3,1 % del PIB Nacional para el año 2019. A su vez, la investigación de MNC y Camacol (2020) arrojó que el sector de la construcción demanda insumos del 54 % del aparato productivo del país, lo que significa aproximadamente 43 billones de pesos por año. A esto se suma el hecho de que el sector de la construcción de edificaciones ha mostrado una variación positiva del PIB de 5,7 % en el primer trimestre del año 2021 con respecto al último trimestre el año 2020, en el que el sector estuvo paralizado por cuenta de la pandemia de la *covid-19* (Minvivienda, 2021).

### **2.1.2. Aspectos Sociales de la industria de la construcción**

Actualmente, se estima que la población mundial es de 7700 millones de personas, de las cuales la gran mayoría vive en Asia, África y América Latina (GlobalABC, IEA y UNEP, 2020). Se espera que la población mundial crezca a 8500 millones en 2030 y hasta 9700 millones en 2050 (UN DESA, 2019). A esto se suma que la edad media de la población mundial es de aproximadamente 30 años, lo que significa que una gran mayoría están entrando a su período económicamente más productivo. Además se espera que la población crezca en una tasa de natalidad media de 2,5; a pesar de que la tasa de natalidad está en descenso en varios países, es decir por debajo de la tasa de reemplazo de 2,1, la esperanza de vida ha seguido en aumento (73 años) (UN DESA, 2019).

Las cifras citadas en el anterior párrafo proyectan que la demanda de edificios y servicios como agua y energía continuará aumentando significativamente, especialmente en las regiones del mundo que tienen las demandas más bajas para fecha (la mayoría corresponde a países con economías emergentes) (GlobalABC, IEA y UNEP, 2020). Este fenómeno representa una oportunidad para cambiar la forma en que los edificios son construidos y operados hacia una vía sostenible y baja en carbono (GlobalABC, IEA y UNEP, 2019).

A pesar del alto impacto social que tiene el sector de la construcción a nivel mundial, existe una serie de retos como la pobreza, que sigue siendo un problema sustancial, aunque ha



---

experimentado un cambio positivo desde 2010, con una reducción del 16 % al 8,6 % para 2018 (UN DESA, 2019); no obstante, las poblaciones de más rápido crecimiento se encuentran en los países más pobres (GlobalABC, IEA y UNEP, 2020), generando como consecuencia limitaciones para abordar la pobreza y apoyar la prosperidad económica, a lo que se suma la necesidad de proteger el medio ambiente y la lucha contra el cambio climático como desafíos centrales para lograr el Desarrollo Sostenible (IEA, 2019).

Por otra parte, dentro de los mercados emergentes se encuentra América Latina y el Caribe (ALC), que es el hogar de 624 millones de personas, equivalente al 8,4 % de la población mundial, con una contribución de 6,2 % al PIB mundial (IFC, 2019). La región presenta altas tasas de urbanización, con más del 80 % de su población que vive en ciudades (UN DESA, 2019). Se espera que en este continente la población crezca en un 20 % más para el 2040 y tenga un incremento en su riqueza de un 83 % para el mismo año (GlobalABC, IEA y UNEP, 2020).

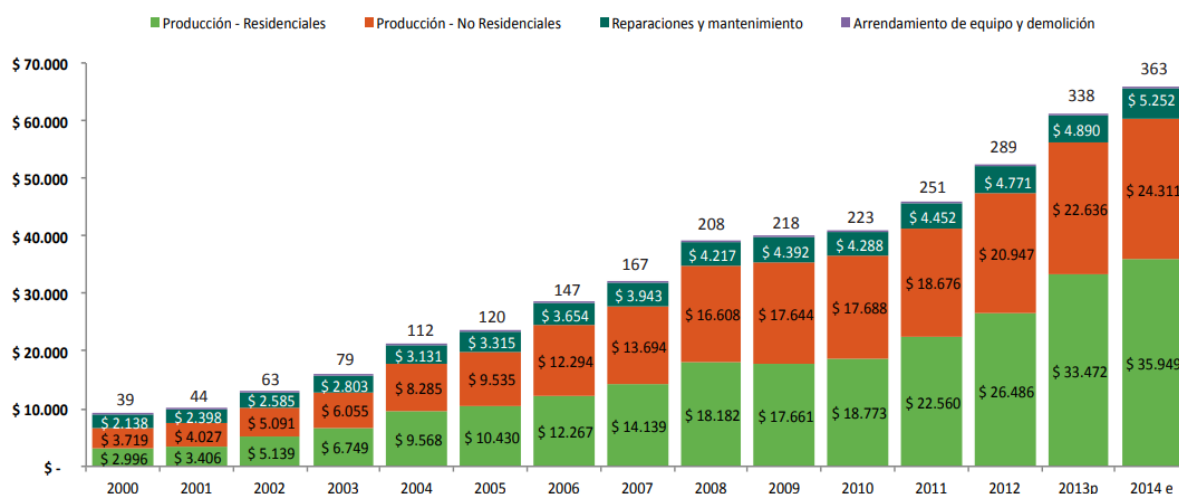
El crecimiento económico ha resultado en la expansión de la clase media que representa un tercio de la población, y seguirá en aumento en los próximos años (UN DESA, 2019). La clase media creciente ha dado lugar a una demanda de servicios públicos de mejor calidad, como viviendas más grandes y con más servicios (incluidos calefacción, refrigeración y electrodomésticos de consumo) y mayores niveles de confort (GlobalABC, IEA y UNEP, 2020). Esto representa un reto en urbanización e infraestructura, teniendo en cuenta que la región de América Latina y el Caribe es particularmente vulnerable al cambio climático; además el 30 % de la población que vive en América Latina está en condiciones de pobreza, lo que los hace aún más vulnerables a los riesgos climáticos, como inundaciones, deslizamientos, entre otros (GlobalABC, IEA y UNEP, 2019).

A esto se suma que la fuerza laboral del sector de construcción en América Latina tiene una alta participación de trabajo informal en donde alrededor del 60 % de los trabajadores de la construcción son autónomos o asalariados en pequeños establecimientos (DNP y BID, 2014; Bonet-Moron, Perez-Valbuena y Chiriví-Bonilla, 2016 y UN DESA, 2019). Según otras estimaciones, esta participación es hasta el 75 % para la construcción de edificios residenciales (Banco Mundial, 2017). Por lo que en este contexto en América Latina el sector de la construcción es altamente informal y descentralizado, generando deficiencias

en los sistemas constructivos y limitaciones para enfrentar el cambio climático (GlobalABC, IEA y UNEP, 2020), razón por lo cual es necesario priorizar el desarrollo de capacidades en la fuerza laboral enfocadas a reducir la informalidad y a crear conciencia en prácticas constructivas sostenibles (DNP y BID, 2014 y UN DESA, 2019).

En cuanto a Colombia, el sector de la construcción de edificaciones tiene un alto impacto en la economía y la generación de empleos. Para el 2019 este sector aportó el 4,9 % del PIB Nacional (DANE, 2019) y empleó aproximadamente el 7,2 % de la fuerza laboral del país (Camacol, 2021). La dinámica de la construcción de edificaciones en Colombia está dada principalmente por la producción de edificaciones residenciales y no residenciales como se observa la Figura 2.1, en donde estos tipos de edificaciones han aumentado significativamente su participación entre el 2000 y el 2014. Este aumento se debe principalmente a la alta tasa de urbanización que se ha dado en las últimas décadas en las ciudades capitales de Colombia (Camacol y SENA, 2015).

**Figura 2.1** *Tipos de producción que conforman el sector de construcción de edificaciones en Colombia (\$ miles de millones de pesos)*

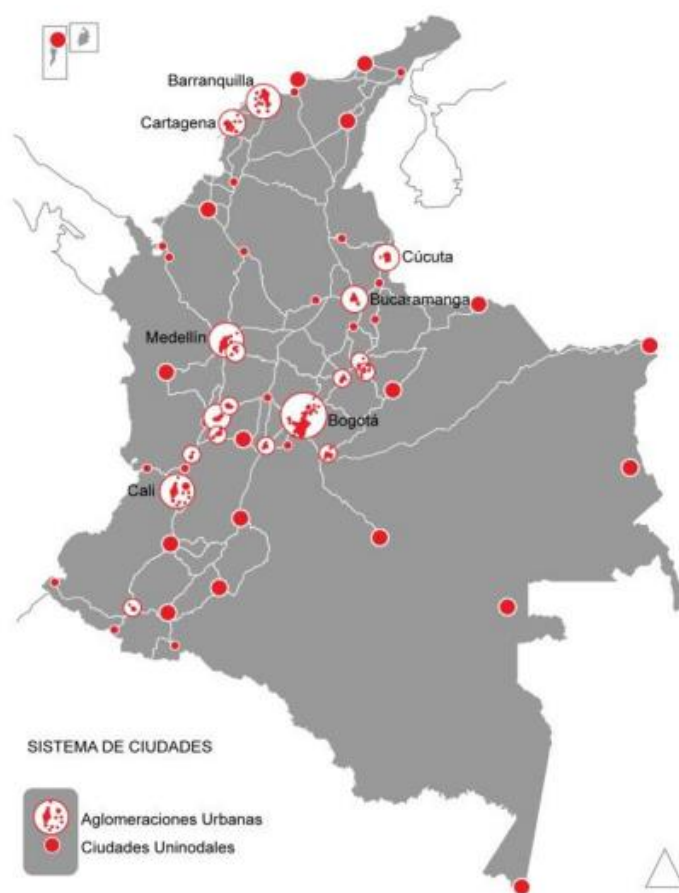


*Fuente:* Camacol y SENA (2015)

Se prevé que la demanda en edificaciones residenciales y no residenciales continuará en aumento en las próximas décadas, esto en concordancia con las estimaciones dadas por el DNP en el 2012, en las que se plantea que para el año 2050 habrá 18 millones de personas más en las grandes urbes de Colombia, como se observa en la Figura 2.2. Esto supone un

reto para las empresas del sector de construcción que deben atender esta creciente demanda, considerando el compromiso que tiene Colombia con los ODS y el COP 21, además de enfrentar desafíos sociales como la informalidad, que corresponde a una de las más altas en América Latina, lo que demuestra el hecho de que en Colombia 37 de cada 100 viviendas construidas se realizan mediante autoconstrucción (El Tiempo, 2019).

**Figura 2.2** *Urbanización de las principales ciudades de Colombia*



*Fuente:* DNP (2012)

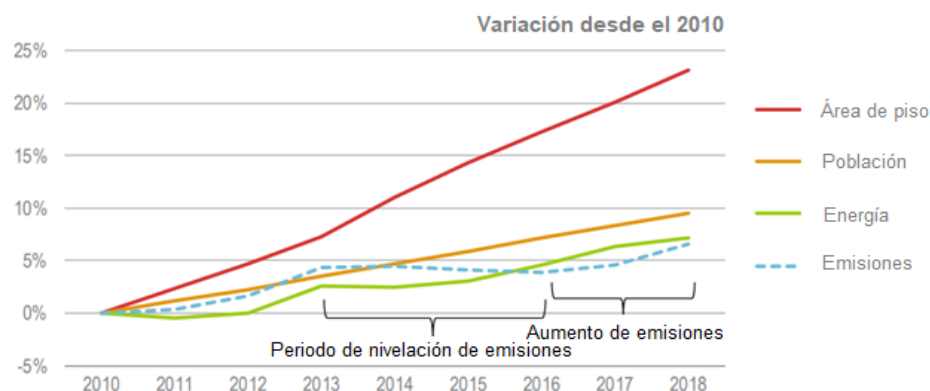
La alta informalidad del sector de construcción de viviendas en Colombia contrasta con el hecho de que el 14,4 % de las viviendas urbanas y rurales están bajo riesgo de inundación y que de este porcentaje el 24,7 % están localizadas en zonas de alto riesgo de derrumbes (DNP y BID, 2014), lo que dificulta la mitigación de los efectos del cambio climático y los avances en materia de garantizar vivienda digna y segura a los habitantes a lo largo del territorio nacional (IFC, 2019). Adicionalmente, en el país el 33,8 % de los hogares vive en

arriendo y el 14,7 % ocupa las viviendas con el permiso de los propietarios (DANE, 2019b); de igual manera, 5,1 millones de viviendas en el país se encuentran en déficit habitacional, lo que es equivalente a 31,4 % del total nacional (DANE, 2021).

### 2.1.3. Aspectos ambientales de la industria de la construcción

En 2018, el sector de la edificación y la construcción representó el 36 % del uso final de energía y el 39 % de las emisiones de CO<sub>2</sub>, de las cuales el 11 % provienen de la fabricación de materiales de construcción como acero, cemento y vidrio (GlobalABC, IEA y UNEP, 2019). También este sector es el responsable del 12 % del gasto global de agua y de la generación del 40 % de los residuos en el mundo (GlobalABC, 2016). Como se puede observar en la Figura 2.3, el sector de edificaciones ha aumentado significativamente tanto su consumo energético como sus emisiones en los últimos años, por lo que se convierte en un actor determinante que contribuye al cambio climático.

**Figura 2.3** Cambios en el área de piso construida 2010-2018



Nota. Los cambios en el área de piso construida se aprecian con relación al crecimiento de la población, uso de energía en el sector de edificaciones y emisiones relacionadas con la energía a nivel mundial.

*Fuente:* GlobalABC, IEA y UNEP (2019)

Con base en estas cifras, entidades como la Agencia para el Medio Ambiente y la Energía de las Naciones Unidas y la Agencia Internacional de la Energía (IEA, por sus siglas en inglés), han diseñado rutas para la *descarbonización* de este sector como elemento clave para evitar que la temperatura del planeta suba en 2 °C en los años venideros, esto en relación

con los lineamientos establecidos en el COP 21. No obstante, se requiere de un mayor esfuerzo para la implementación de políticas estratégicas e incentivos de mercado que fomenten el ahorro energético y las soluciones sostenibles sobre todo en países en desarrollo, en los que se prevé un mayor aumento en construcción de edificaciones (Chang *et al.*, 2016 y Gan *et al.*, 2015).

En los que respecta al sector de la construcción en Colombia, se han producido estudios por parte de entidades como el Ideam, cuyo informe de 2016 afirma que durante la etapa de uso de las edificaciones residenciales se genera el 10,5 % de emisiones de GEI; por su parte, la UPME estimó, en su informe sobre el Balance Energético Colombiano (Téllez, 2018), que los costos asociados al desperdicio de energía ascienden a los \$4,700 millones de dólares al año, afirmando además que el sector de las edificaciones es uno de los mayores consumidores y generadores de pérdidas de energía final, representando el 22,04 % de la demanda nacional.

En cuanto al consumo de agua, la Superintendencia de Servicios Públicos (2014) considera que, en las áreas urbanas, el sector residencial es el mayor consumidor con un 79 % y, según el Ideam (2015), este sector es el que registra las mayores pérdidas por volumen de agua. Además, en el país el segmento de las edificaciones demanda el 60 % de los materiales extraídos de la tierra (DNP y Tecnalía, 2017). Con base en las cifras expuestas y el compromiso de Colombia con los ODS y el COP21, el Departamento de Planeación Nacional (DNP) publicó en marzo de 2018 la Política Nacional de Edificaciones Sostenibles bajo el documento CONPES 3919, en el que se plantea que para el 2030 todas las nuevas edificaciones en Colombia deben ser sostenibles, lo cual representa un desafío para las organizaciones del sector de la construcción y las edificaciones en el país (CCCS *et al.*, 2020).

## **2.2. Contexto organizacional de las empresas de construcción en Colombia**

En esta sección se describe el contexto en el cual las empresas del sector de construcción en Colombia realizan sus actividades. En una primera instancia, se caracterizan a las empresas por su tamaño y conformación de juntas directivas. A continuación se describen estas

organizaciones en términos de la metodología que adoptan para la gestión de proyectos. Finalmente, se realiza una exploración de la estructura organizacional de la mayoría de las empresas del sector de la construcción, revisando los roles asociados a la gestión de proyectos.

### **2.2.1. Aspectos de organización y tamaños de empresas de la industria de la construcción**

En este ítem se abordarán los aspectos organizacionales de las empresas de construcción de edificaciones en Colombia. En una primera aproximación, se dividirán las empresas en 5 grupos (ver Tabla 2.2), que es la clasificación por nivel de activos sugerida por la Superintendencia de Sociedades, entidad que vigila a este tipo de organizaciones. Dentro de este contexto, se analizaron 175 firmas del sector de construcción con diversas actividades y enfoques organizacionales, pero que permiten tener una perspectiva del sector en aspectos como la composición, el tamaño de dichas empresas y su nivel de productividad. Así pues, se tienen las siguientes categorías según Camacol y SENA (2015):

**Tabla 2.2** *Clasificación de empresas por nivel de activos*

<b>Grupo</b>	<b>Nivel de Activos (en millones de pesos)</b>
1	\$0 - \$30.000
2	\$30.001 - \$40.000
3	\$40.001 - \$60.000
4	\$60.001 - \$125.000
5	Más de \$125.000

*Fuente:* elaboración propia con datos de Camacol y SENA (2015)

También es posible caracterizar a las empresas por su tamaño en ventas; de acuerdo con este criterio, se pueden clasificar como pequeñas, medianas y grandes empresas. Según un estudio de Giraldo *et al.* (2018), que evalúa a empresas consideradas pymes, el 44,6 % de las empresas del sector de construcción son pequeñas mientras que el 25 % son de tamaño mediano. Esta caracterización se puede ver en la Tabla 2.3:

**Tabla 2.3** *Clasificación de empresas por nivel de ingresos*

<b>Tamaño</b>	<b>Nivel de Ventas (en millones de pesos)</b>
Pequeña	\$0 - \$50.000

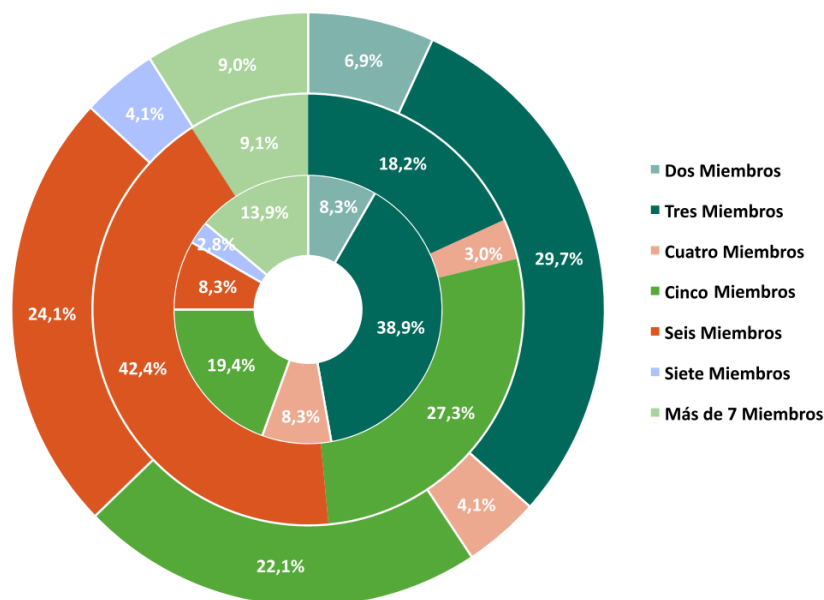
Mediana	\$50.001 - \$200.000
Grande	\$200.001 - \$500.000

*Fuente:* elaboración propia con datos de Camacol y SENA (2015)

En cuanto a conformación de sociedades, las empresas de construcción en Colombia poseen las categorías de Sociedad Anónima (S.A), responsabilidad limitada (Ltda.), en compañía (CIA) y Sociedad por Acciones simplificadas (S.A.S), categoría que fue introducida en 2008 y cuya proliferación estuvo acompañada de incentivos contractuales que facilitaron su implementación (Camacol y SENA, 2015).

Por otro lado, la conformación de las juntas directivas es variable teniendo en cuenta que existen empresas de varios tamaños. A este respecto, se tiene que para el grupo 1 de empresas, aproximadamente un 50 % de estas tienen como máximo 4 miembros, mientras que para las de grupo 5 aproximadamente un 78 % cuentan con un máximo de 5 integrantes (Camacol y SENA, 2015), tal como se puede observar en la Figura 2.4.

**Figura 2.4** Cantidad de miembros de la junta directiva de las empresas del sector de construcción



Nota. En el aro exterior se encuentran las proporciones generales; en el aro intermedio las empresas del grupo 5 y en el aro interno las empresas del grupo 1.

*Fuente:* Camacol y SENA (2015)

### 2.2.2. Modelos organizacionales y metodologías de gestión de proyectos

Las empresas de construcción, sin importar su tamaño, tienen similitudes en sus modelos de gestión, relacionados con el tipo de producto final que entregan y/o comercializan. Así pues, se puede definir en primer lugar un modelo centralizado de gestión organizacional que está basado en las normas NTC ISO 9001:2008, OSHAS 18000 y otros modelos de responsabilidad social empresarial o de uso energético como lo son las NTC ISO26000 e ISO50001:2011, respectivamente (Camacol y SENA, 2015). Esto se detalla en la Tabla 2.4.

**Tabla 2.4** *Porcentaje de empresas que emplean modelos de gestión estandarizados*

Norma	Porcentaje de Empresas del sector de Construcción
ISO 9001	56 %
OSHAS	17 %
No Registra	27 %
Total	100 %

*Fuente:* elaboración propia con datos de Camacol y SENA (2015)

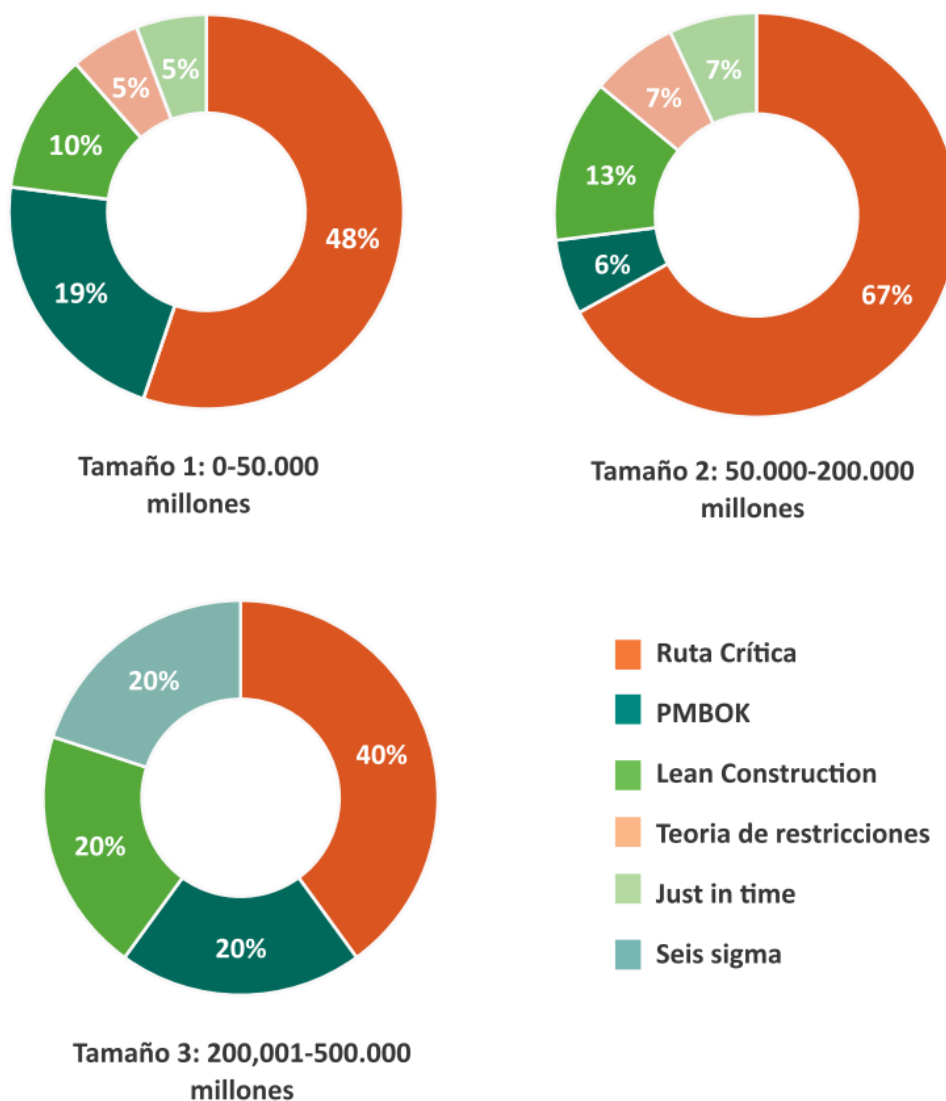
Por otra parte, en cuanto a las metodologías para gestión de proyectos de construcción, se evidencian algunas falencias en su uso, ya que no se consideran modernas o no están a la altura de las demandas en gestión de proyectos tal como lo sugieren Giraldo *et al.* (2018). Así mismo, es importante resaltar que la mayoría de las empresas del sector de construcción no siguen lineamientos robustos o completos tales como PMBOOK o SCRUM, este último como una guía de metodología de proyectos ágiles (Camacol y SENA, 2015). Adicionalmente, las empresas cuentan con una brecha en la gerencia de los proyectos, lo cual genera sobrecostos, retrasos en las entregas y un aumento en los riesgos de los proyectos (Vargas, 2015; Giraldo *et al.*, 2018; IDIGER, 2019).

Si bien existen diferentes metodologías disponibles, consistentes y actualizadas para la gestión y apoyo de proyectos, tales como BIM, Lean/Agile, PMBOOK, entre otras, las empresas del sector no utilizan ampliamente dichas guías, lo que propone al sector un punto por mejorar en cuanto a tecnificación de sus metodologías tanto en la contratación privada, como de obras públicas y de inversión (Camacol y SENA, 2015 y Giraldo *et al.*, 2018). Por ejemplo, se puede observar en la Figura 2.5 que la mayoría de las empresas, sin importar su



nivel de ingresos, emplean la metodología de Ruta Crítica, la cual solo considera el alcance y el cronograma sin tener en cuenta la disponibilidad de recursos para la gestión de proyectos (PMI, 2017).

**Figura 2.5** Metodologías de proyectos empleadas por empresas del sector de construcción



*Fuente:* Camacol y SENA (2015)

Por lo anterior, se puede inferir que existe un reto para las organizaciones de construcción con miras a incorporar las grandes tendencias del sector como son la construcción industrializada, la digitalización, la sostenibilidad y la adaptación al cambio climático, entre otras (MNC y Camacol, 2020), dado que se debe evolucionar de metodologías de gestión de

---

proyectos sencillas y poco robustas a metodologías más consistentes y complejas que permitan acoplarse a los cambios venideros (Giraldo *et al.* 2018).

Adicionalmente, la productividad a nivel nacional no solo se ha estancado, sino que al contrario se ha rezagado con respecto a estándares regionales, lo cual repercute directamente en la calidad de los entregables de los proyectos (McKinsey, 2017). Así mismo, se estima la estrategia de aumento de la productividad debe estar ligada al mejoramiento de las áreas de rentabilidad, velocidad de ventas, compras, financiamiento, productividad laboral, desempeño de los proyectos y seguridad de los trabajadores, lo cual podría mejorar considerablemente con un marco consistente de políticas públicas y mejores prácticas dentro de las organizaciones en aspectos como la renovación tecnológica, la gestión de cadena de suministro, la capacitación del personal para afrontar los cambios tecnológicos y el mejoramiento del diseño e ingeniería en los proyectos, entre otros aspectos (Camacol, 2018).

### **2.2.3. Cargos del sector de construcción de edificaciones y proyecciones al futuro**

El sector de construcción cuenta con empresas de todos los tamaños, tal como se describió en la sección 2.2.1. No obstante, existe una estructura organizacional común a todas ellas y que sienta una pauta para la gestión de proyectos de construcción en el país que se divide en dos áreas principalmente: transversales y técnicas.

En primer lugar, se cuenta con la estructura transversal o *back-office* de la organización, que es aquella compuesta por cargos que permiten su funcionamiento en aspectos financieros, contables, de ventas, de recursos humanos, de riesgos profesionales, jurídicos, entre otros. Y en segundo lugar se cuenta con las áreas técnicas, las cuales están relacionadas con las actividades principales de la organización, es decir, actividades relacionadas con la matriz o ‘*core*’ del negocio, en este caso, la construcción de edificaciones. Para esta investigación, se hace énfasis en aquellos cargos relacionados con la cadena de valor de la construcción y que están en el ‘*core*’ del negocio, pero que están en un nivel de administración o de gestión en todas sus fases que integran un proyecto. En este sentido, los cargos descritos según Camacol y SENA (2015) y MNC y Camacol (2020) se pueden observar en la Tabla 2.5:

**Tabla 2.5** *Cargos de gestión o administración de proyectos en empresas de construcción de edificaciones en Colombia*

<b>Gerentes</b>	Gerente de proyectos
	Gerente de construcciones
<b>Directores</b>	Director de Proyectos
	Director de diseño
	Director de planeación y control de obras
	Director de obra
<b>Coordinadores</b>	Coordinador de proyectos
	Coordinador de planeación y control de obras
	Coordinador de obra

*Fuente:* elaboración propia con datos de Camacol y SENA (2015) y MNC y Camacol (2020)

En este punto, es importante retomar la definición del cargo de gestión de proyectos, dado que es el cargo clave para esta investigación. Según el PMI (2017), un gestor de proyectos debe enmarcarse en el triángulo de talentos del PMI, el cual contiene la dirección técnica de proyectos, el liderazgo y la gestión estratégica y de negocios. En cuando a la dirección técnica de proyectos, se tiene que son los conocimientos habilidades y comportamientos relacionados con la gestión técnica del proyecto como el cronograma, costo, tiempo, calidad, riesgo, Factores Críticos de Éxito o FCE e informes financieros; así mismo, el liderazgo se define como los conocimientos, habilidades y comportamientos requeridos para guiar, motivar y dirigir un equipo y contribuir a la consecución de los objetivos del proyecto; por último se tiene la gestión estratégica y de negocio y se define como la pericia y experticia del gestor del proyecto que le permiten tener una visión global de la industria y de los objetivos estratégicos de las organizaciones para obtener buenos resultados en los proyectos.

Sin embargo, el PMI (2017) también resalta que dicho triángulo de talentos en un entorno cada vez más competitivo y complicado no es suficiente para lograr una buena gestión de proyectos. Más aún, en el contexto de proyectos sostenibles, Silvius *et al.* (2012) y Silvius (2017) describen la capacidad de un gerente de proyectos para comprender y encontrar las pistas y estrategias para realizar una correcta gestión de proyectos sostenibles de

construcción o GPSC dentro del marco de esta nueva escuela de pensamiento en gestión de proyectos, y que se ha convertido en una de las tendencias del sector.

Por último, MNC y Camacol (2020) describen los cargos que son de difícil provisión como directores de operaciones, directores o gerentes de proyectos, gerentes técnicos y/o gerentes de construcción, principalmente debido a la falta de experiencia específica o la falta de cualificaciones de los candidatos como manejo del inglés, liderazgo, análisis, comunicación, estrategia, entre otros. A esto se suma que en un horizonte de 3 a 10 años la sostenibilidad en construcción será una de las tendencias que demandará un mercado laboral con formación en los aspectos del TBL orientados a la actividad edificatoria, lo cual obliga a fortalecer programas de formación y capacitación dirigidos a que los gerentes de proyecto y actores involucrados en el desarrollo de proyectos sostenibles de construcción adquieran este tipo de conocimientos en el corto y mediano plazo. En consecuencia, y teniendo en cuenta las prospectivas laborales propuestas por MNC y Camacol (2020), se definen nuevas cualidades o conocimientos con que los nuevos gerentes de proyectos de construcción de edificaciones deberán contar en el corto, mediano y largo plazo para estar al corriente de las últimas tendencias en el sector. Dichas tendencias también son estudiadas en el sector de la construcción en Colombia por el Concejo Colombiano de Construcción Sostenible (2021), cuyo enfoque es la Sostenibilidad, gestión y adaptación al cambio climático y resalta las necesidades en el mencionado sector. Lo anterior se puede observar en la Tabla 2.6

**Tabla 2.6** *Tendencias y áreas de conocimiento demandadas por el sector de la construcción en Colombia*

<b>Gran Tendencia</b>	<b>Tendencias Específicas</b>	<b>Horizonte de Tiempo en edificación</b>
Digitalización	VDC/BIM/Digital Twins	2 a 5 años
	IoT	10 a 15 años
	Realidad virtual y aumentada	5 a 10 años
	Drones - instrumentación digital	3 a 4 años
	Robótica y automatización	10 a 15 años
Sostenibilidad, gestión y	Eficiencia de recursos: agua, energía y calidad del aire (Van en dos etapas: Procesos constructivos y operación)	2 a 3 años

<b>Gran Tendencia</b>	<b>Tendencias Específicas</b>	<b>Horizonte de Tiempo en edificación</b>
adaptación al cambio climático	Gestión de Residuos de Construcción y demolición (RCD)	5 años
	Confort y bienestar	5 a 7 años
	Rehabilitación ambiental	5 a 10 años
	Ecodiseño	En desarrollo
	Materiales ecoamigables para la construcción	En desarrollo
Construcción Industrializada	Construcción Industrializada	5 a 10 años
Data Science	Big Data	10 a 15 años
	Data Analytics	5 años
Diseño Universal (Universal Design)	Diseño Universal (Universal Design)	5 años

*Fuente:* elaboración propia con datos de MNC y Camacol (2020)

## **2.3. Marco regulatorio, certificaciones y retos de la Construcción Sostenible en Colombia**

Como se evidenció en las secciones anteriores, la sostenibilidad es una tendencia que ha empezado a reconocerse ampliamente en el sector y que está tomando fuerza en Colombia en los últimos años. En consecuencia, en este apartado se presentará el marco normativo y las certificaciones que se han venido implementando en el país. Igualmente, se especificarán los desafíos más importantes que deberá enfrentar la industria colombiana de la construcción para lograr una adecuada transición a la CS.

### **2.3.1. Antecedentes y marco regulatorio de la Construcción Sostenible en Colombia**

Los principales antecedentes normativos de la CS en Colombia fueron la Ley 23 de 1973 y el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección del Medio Ambiente de 1974, seguidos por la constitución Política de Colombia de 1991. Posteriormente, surgió la norma madre de la sostenibilidad en Colombia, la ley 99 de 1993, en la que se define el derecho a un medio ambiente sano y se señala a la sostenibilidad como una herramienta que

permite la consecución de dicho objetivo. También se adoptaron ciertos instrumentos y regulaciones internacionales por medio de leyes como la Ley 164 de 1994, con la cual se adoptó la Convención Macro de las Naciones Unidas sobre el cambio climático, y la ley 629 de 2000 y el Decreto 1546 de 2005, con los cuales Colombia ratificó oficialmente el protocolo de Kioto.

Por otro lado, en el país se han elaborado diferentes documentos CONPES que han incluido aspectos ambientales relacionados con el cuidado del agua, el aire, el territorio, la energía, el clima y el manejo de los residuos, los cuales han definido el horizonte regulatorio en lo referente a la CS, como se observa en la Tabla 2.7.

**Tabla 2.7** *Políticas sectoriales sobre el desarrollo urbano en Colombia*

<b>Área de Intervención</b>	<b>Políticas Generadas</b>
Ambiente	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Política de Gestión Ambiental Urbana (2008).</li> <li>- Política de Producción y Consumo Sostenible (2010).</li> <li>- Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (2012).</li> <li>- Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas (POMCAs).</li> </ul>
Agua	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CONPES 3343 de 2005. Lineamientos y estrategias de Desarrollo Sostenible para los sectores de agua, ambiente y DS.</li> <li>- CONPES 3383 de 2005. Plan de desarrollo del acueducto y el alcantarillado.</li> <li>- CONPES 3550 de 2008. Lineamientos para la formulación de política integral de salud ambiental con énfasis en los componentes de calidad de aire, calidad de agua y seguridad química.</li> <li>- Política Nacional de Gestión Integral de Recurso Hídrico (2010).</li> </ul>
Aire	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CONPES 3343 de 2005. Lineamientos y estrategias de Desarrollo Sostenible para los sectores de agua, ambiente y desarrollo territorial.</li> <li>- CONPES 3344 de 2005. Lineamientos para la formulación de la política de prevención y control de la contaminación de aire.</li> <li>- CONPES 3550 de 2008. Lineamientos para la formulación de la política integral de salud ambiental con énfasis en los componentes de la calidad del aire, del agua y la seguridad química.</li> </ul>
Energía	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CONPES 3343 de 2005. Lineamientos y estrategias de Desarrollo Sostenible para los sectores de agua, ambiente y desarrollo territorial</li> </ul>
Residuos Líquidos y Sólidos	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CONPES 3343 de 2005. Lineamientos y Estrategias de Desarrollo Sostenible para los sectores de agua, ambiente y desarrollo territorial.</li> </ul>

Área de Intervención	Políticas Generadas
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CONPES 3177 de 2002. Acciones prioritarias y lineamientos para la formulación del Plan Nacional de manejo de aguas residuales.</li> <li>- CONPES 3383 de 2005. Plan de desarrollo del acueducto y el alcantarillado.</li> <li>- CONPES 3530 de 2008. Lineamientos y estrategias para el fortalecimiento del servicio público de aseo en el marco de la gestión integral de residuos sólidos.</li> <li>- CONPES 3874 de 2016. Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos</li> </ul>
Clima	<ul style="list-style-type: none"> <li>- CONPES 3242 de 2003. Establece la estrategia institucional para la venta de servicios ambientales de mitigación del cambio climático.</li> <li>- CONPES 3700 de 2011. Estrategia institucional para la articulación de políticas y acciones en materia de cambio climático en Colombia.</li> <li>- Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático (2012).</li> </ul>

*Fuente: Potes et al. (2018)*

Por otra parte, en años más recientes, diferentes organizaciones y entes gubernamentales han trabajado en reglamentaciones y documentos que complementan las regulaciones mencionadas anteriormente y que crean un marco consistente para la CS en el país de cara a los desafíos globales existentes (CCCS, Camacol y IFC, 2020). En la Tabla 2.8 se pueden observar los documentos más relevantes en la materia, con sus respectivos años de publicación.

**Tabla 2.8** *Regulaciones sobre Construcción Sostenible en la última década en Colombia*

Año Publicación	Norma	Objeto
2014	Ley 1715 de 2014	Introduce los incentivos tributarios que incentivan el uso de fuentes de energía no renovables, así como la promoción de la eficiencia energética.
2015	Resolución 0549 de 2015	Regula el consumo de agua en edificaciones nuevas de acuerdo con la zona climática. También plantea incentivos para edificaciones que logren ciertos niveles de ahorro de agua.
2015	Decreto 1285 de 2015	Define lineamientos generales para la construcción de edificaciones sostenibles y plantea incentivos
2016	Ley 1819 de 2016	Exenciones tributarias a equipos empleados en energías no convencionales, así como incentivos tributarios a empresas carbono-cero

<b>Año Publicación</b>	<b>Norma</b>	<b>Objeto</b>
2017	Resolución 0472 del 2017 del Ministerio de Ambiente	Regula la gestión de los Residuos de construcción y demolición de edificaciones (RCD)
2018	Ley 1931 de 2018	Establece criterios para la gestión y mitigación del cambio climático
2018	Resolución 463 de 2018 de la UPME	La UPME sugiere incentivos en impuestos al uso y gestión eficiente de la energía que incluye a la Construcción Sostenible (CS).
2018	CONPES 3919	Este documento promulga la que todos los criterios de sostenibilidad deben ser integrados en las construcciones sostenibles en un horizonte de acción a 2025 a partir de incentivos financieros
2018	CONPES 3934	La política de crecimiento verde promueve la prosperidad económica a través de diferentes mecanismos que sean amigables con el clima
2019	Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022	Promueve los lineamientos para diferentes construcciones tales como vivienda desde un enfoque sostenible y con bajos niveles de emisiones.
2019	Decreto 2467 de 2019	Establece criterios para las edificaciones de interés social para que cumplan estándares sostenibles
2019	Estrategia Nacional de Economía Circular “Cierre de ciclos de materiales, innovación tecnológica, colaboración y nuevos modelos de negocios”	Es una estrategia nacional para alinear el desarrollo económico, social y ambiental con el plan nacional de desarrollo 2018-2022

*Fuente:* elaboración propia con datos de CCCS, Camacol y IFC (2020)

### **2.3.2. Certificaciones para construcciones sostenibles en Colombia**

Como se ha podido observar, en Colombia se vienen adelantando acciones para introducir paulatinamente la CS. Una de ellas tiene que ver con la implementación de certificaciones para medir el grado de sostenibilidad de una edificación. Estas comenzaron a implementarse en 2008 con la creación del Concejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS), el cual introdujo inicialmente la certificación LEED® de la mano del GBCI® (*Green Business Certification Inc.*) (CCCS, Camacol, y IFC, 2020). En la Figura 2.6 se describen las diferentes certificaciones para la CS disponibles en Colombia, y el ente certificador de cada



una, destacando la concordancia con los diferentes aspectos planteados por el CONPES 3919 presentado en la sección anterior.

Es importante resaltar que algunas de las certificaciones se pueden categorizar también por su enfoque. Por ejemplo, EDGE se encuentra en la categoría de Eficiencia de Recursos; las certificaciones WELL® y Fitwel® se encuentran en la categoría Salud y Bienestar; mientras que LEED®, CASA Colombia, HQE™ y LIVING BUILDING CHALLENGE<sup>SM</sup> se encuentran en la categoría de certificaciones integrales, lo cual permite que se apliquen para edificaciones de cualquier uso (CCCS, 2021).

De acuerdo con lo anterior, se tiene que a marzo de 2021 existían aproximadamente 363 proyectos sostenibles registrados bajo alguna de las certificaciones arriba mencionadas (CCCS, 2021). En la Figura 2.7 se pueden observar gráficamente estas edificaciones clasificadas por su uso y tipo de certificación hasta el primer semestre del 2021.

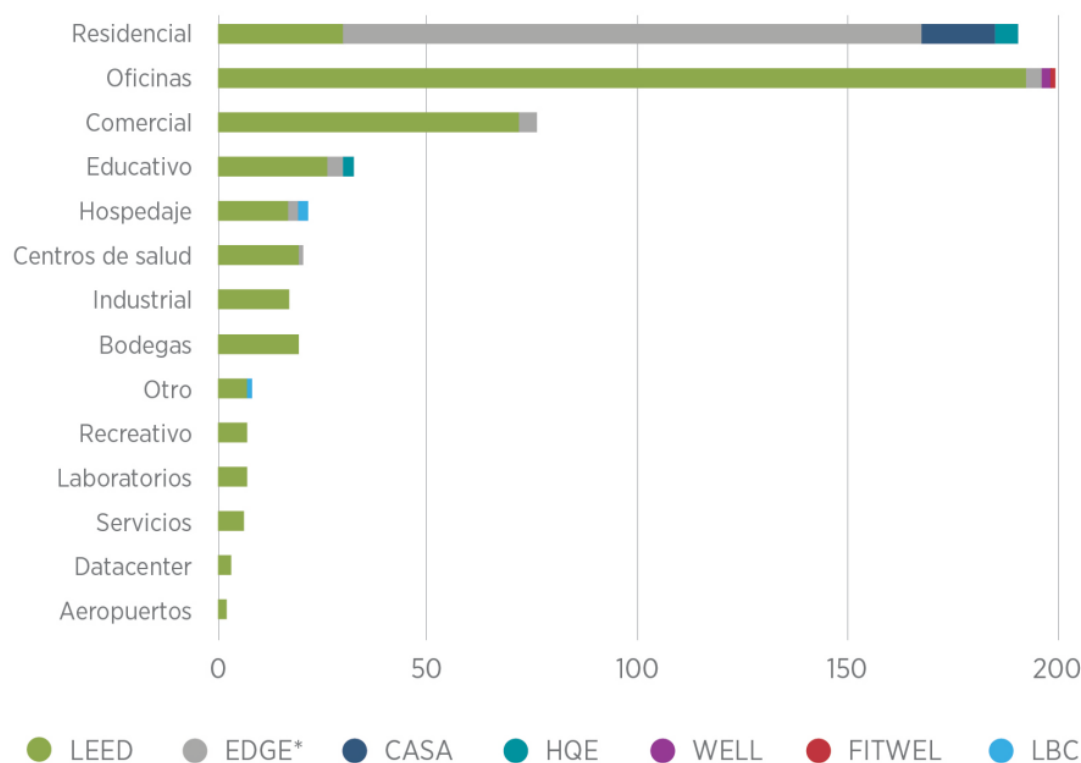
**Figura 2.6** *Certificaciones de edificios sostenibles en Colombia con respecto al CONPES 3919*



Fuente: CCCS (2021)

A pesar de que en Colombia se cuenta con varias certificaciones y estándares para la CS de edificaciones, su aplicación es voluntaria, lo cual limita su implementación en un contexto de Desarrollo Sostenible en la construcción de edificaciones en el país, como lo plantea el Documento CONPES 3919 (GlobalABC, IEA y UNEP, 2020; CONPES 3919, 2018).

**Figura 2.7** Número de edificaciones sostenibles hasta el primer semestre de 2021 en Colombia clasificadas por uso de la edificación y tipo de certificación



Nota: \*Para la certificación EDGE, el IFC reporta en su plataforma, indistintamente, tanto proyectos con certificación final, como en proceso.

Fuente: CCCS (2021)

### 2.3.3. Retos para la Construcción Sostenible en Colombia

En este apartado se enumeran algunos de los retos mencionados en la literatura concernientes a la CS de edificaciones, enmarcados dentro del contexto colombiano. A continuación, se verán los desafíos que más resaltan en el sector:

- 
- Nueva escuela de pensamiento: considerando la nueva escuela de pensamiento en gestión de proyectos propuesta por Silvius *et al.* (2012) y Silvius (2017), un reto actual de las empresas colombianas de construcción de edificaciones radica en la capacidad de adaptación a nuevas metodologías y enfoques (Vargas, 2015 y Giraldo *et al.*, 2018), que no solo garantice el éxito de un proyecto específico sino que sea una cualidad que deberían tener las empresas para ser sostenibles en el futuro y que puedan acoplarse a los cambios y tendencias en el sector (MNC y Camacol, 2020).
  - Manejo de Residuos de Construcción y Demolición (RCD): dentro del proceso constructivo, la disposición de residuos de construcción y demolición o RCD aparece como un asunto que ha llamado la atención del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, tal como lo muestra la investigación de CCCS (2021) en la que se indica que, si bien existe una normativa relacionada con el manejo de residuos, como lo es la Resolución 472 de 2017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, la cual propende por la gestión integral de residuos y genera el marco normativo para los procesos de economía circular, no existe un conocimiento generalizado de dicha norma (solo el 62 % de los encuestados declara conocer la norma) y aún existen constructores que no realizan ninguna gestión al respecto (22 % de los encuestados indica que no ha realizado gestión de los residuos), lo cual supone un desafío mayor en términos de generar una difusión adecuada de las normas y las prácticas de manejo de RCD.
  - Demanda de nuevos profesionales: considerando el impacto del sector de la construcción en el empleo, con un 7,2 % de la fuerza laboral del país (Camacol, 2021), se convierte en crítico el hecho de adaptar la fuerza laboral de este sector a los cambios venideros, tal como fue descrito en secciones anteriores. Desde 2020 el Ministerio de Educación y Camacol han aunado esfuerzos para definir las competencias necesarias de los profesionales del sector de construcción para la implementación de la sostenibilidad, por lo que han planteado incluir temas referentes a este tema en los planes curriculares de las carreras relacionadas con la construcción en el país (CCCS, 2021), teniendo en consideración que cerca del 78 % de las universidades cuentan con materias en CS y un 59 % de estas cuenta con programas de maestría o especialización en CS (CCCS, 2021). Por otra parte, se prevé que en los próximos años aumentará la demanda de

- colaboradores con conocimientos sobre sistemas de certificación tales como LEED<sup>®</sup>, EDGE, CASA Colombia, entre otros, y se deberá preparar al sistema educativo para suplir esa demanda, hecho que queda en evidencia con las respuestas del 60 % de los empleadores del sector indican que sí se han generado nuevos puestos al implementar prácticas de sostenibilidad en sus operaciones (CCCS, 2021). Por último, se destaca el hecho de que las empresas de construcción de edificaciones, si bien algunas cuentan con personal cualificado en el área de CS, entre un 30 % y 45 % aseguran que menos del 10 % de sus colaboradores poseen conocimientos en sostenibilidad, lo que contrasta con el hecho de que el 54 % de los encuestados preferiría, según la complejidad del proyecto, acudir a un consultor externo, en tanto que un 27 % prefiere generar las capacidades internamente y un 19 % prefiere contratar a un consultor externo para sus proyectos, como se expone en un estudio realizado por el CCCS (2021).
- Conciencia del cliente o usuario final sobre sostenibilidad: existe un importante desconocimiento sobre sostenibilidad por parte de los clientes o usuarios finales de los espacios inmobiliarios en Colombia, como lo muestra el estudio del CCCS (2021), en el que se puede evidenciar que casi la mitad de los encuestados (44 %) no realiza ninguna acción para contribuir al cuidado del medio ambiente. También se destaca el hecho de que más de la mitad de los encuestados no conocen ninguna certificación en materia de sostenibilidad, tales como LEED<sup>®</sup>, EDGE, CASA Colombia, entre otras, mientras que aproximadamente un 88 % de los encuestados asegura que un sello de certificación podría influir en su decisión de comprar un inmueble u otro. Finalmente, el estudio señala que solamente un 27 % de los encuestados indica que conoce las líneas de financiamiento verde, pero un 91 % indica que una tasa de interés más flexible podría influir en su decisión de adquirir un inmueble sostenible, hecho que supone una oportunidad para desarrollar en este sector. A lo anterior se suma el hecho de que en Colombia el 33,8 % de los hogares vive en arriendo y el 14,7 % ocupa las viviendas con el permiso de los propietarios (DANE, 2019b), escenario que dificultará aún más que los usuarios finales conozcan y accedan a espacios habitacionales sostenibles en el país.
  - Altas tasas de informalidad en la vivienda: La informalidad en la vivienda en Colombia llega a un 37 % (El Tiempo, 2019), la cual también está correlacionada con altos niveles

de informalidad laboral y bajos ingresos (Bonet-Moron, Perez-Valbuena y Chiriví-Bonilla, 2016). Por otra parte, el DANE (2021) registra el déficit habitacional que en el 2020 alcanzó un 8 % en términos cuantitativos y un 23,4 % en términos cualitativos, lo cual da pistas de la calidad habitacional en el país, especialmente en la población de bajos recursos. En conjunto, estos escenarios constituyen un desafío a enfrentar en el desarrollo de la CS en el país.

## 2.4. Resumen del capítulo

En este capítulo referente al contexto de la industria de la construcción, se expusieron inicialmente los impactos económicos, sociales y ambientales de este sector a nivel global, regional y nacional. Se pudo evidenciar que el sector de la construcción representa un aporte importante a la economía en todo el mundo, soportado en el alto crecimiento demográfico, especialmente en Asia, África y América Latina. En este capítulo también se mostraron cifras sobre los impactos ambientales de la construcción de edificaciones en todo el mundo, que convierten al sector de la construcción en un área clave para la *descarbonización* del planeta de acuerdo con los lineamientos establecidos en los ODS, el COP 21 y la ruta para la neutralidad en carbono para el 2050, establecido recientemente por la ONU.

Bajo el anterior argumento, se reconoce la importancia de hacer proyectos de construcción de edificaciones sostenibles en todo el mundo, incluyendo Colombia, por lo que a continuación se caracterizaron las organizaciones del sector de la construcción que son las encargadas de gestionar este tipo de proyectos en el país. Se puso de manifiesto que la mayoría de las empresas del sector son de tamaño pequeño y mediano, así como el hecho de que un alto porcentaje de estas adapta una metodología de gestión de proyectos enfocada en Ruta Crítica, hecho que puede dificultar la transición a la Gestión de Proyectos Sostenibles de Construcción (GPSC) y el cumplimiento de la normatividad vigente enfocada en el cuidado del medio ambiente, así como lograr que todas las edificaciones nuevas en el país sean sostenibles para el 2030, como se propone en el CONPES 3919.

Por otra parte, en la última sección de este capítulo se presentó el marco normativo de la Construcción Sostenible (CS) de edificaciones en el país, subrayando la existencia de diferentes certificaciones que avalan el grado de sostenibilidad de los proyectos efectuados

bajo el marco del TBL, destacando el trabajo y los aportes de entidades como el CCCS y Camacol en términos de CS en los últimos años. Así mismo, se resaltaron los desafíos que el sector de la construcción debería enfrentar para efectuar una adecuada integración de la sostenibilidad, dentro de los que se destacan la necesidad de mejorar las prácticas en gestión de proyectos, enfocadas a comprender los nuevos aspectos que involucra la naciente escuela de gestión de proyectos sostenibles, así como la incorporación de metodologías de gestión más robustas para poder hacer frente a tendencias como la digitalización, la sostenibilidad, la industrialización de la construcción, entre otros aspectos, junto a la requisición de un mercado laboral con formación y cualificaciones en sostenibilidad en un horizonte de 3 a 10 años.

De acuerdo con la contextualización hecha en este capítulo para el sector de la construcción, especialmente orientada a comprender cómo las organizaciones de la industria de la construcción en el país están gestionando los proyectos y la tendencia creciente en el desarrollo de proyectos de CS para atender la demanda creciente de espacios habitacionales especialmente en países en desarrollo como Colombia, se da paso al tercer capítulo del presente trabajo de grado, en el que se presentará teóricamente la gestión de proyectos y se explicará cómo ha evolucionado esta área de la administración para integrar el TBL de la sostenibilidad y su aplicación en la industria de la construcción desde un marco estratégico, teniendo en cuenta que la GPSC es un tema reciente e innovador para economías emergentes como la colombiana.

---

## 3. Marco Teórico

En el siguiente marco teórico se plantearán los conceptos y las definiciones relacionadas con gestión de proyectos, gestión de proyectos sostenibles y gestión de proyectos sostenibles en construcción; también se expondrá la definición de Factores Críticos de Éxito (FCE), su uso en la gestión de proyectos en general y en particular en la gestión sostenible de proyectos de construcción. Adicionalmente, se presentará la concepción de teoría de difusión de innovación, su relación con el modelo de introducción de una innovación en la gestión de proyectos de construcción planteado por Slaughter (2000) y su relación con los FCE.

### 3.1. Hacia la sostenibilidad en la gestión de proyectos de construcción

En esta sección se desarrolla la gestión de proyectos y su evolución desde 1950 hasta la década actual, haciendo énfasis en la incorporación de la sostenibilidad. En particular se muestra cómo ha evolucionado este último concepto desde la definición sobre Desarrollo Sostenible (DS) dada en la Comisión de Brundtland en 1987 y cómo se ha incorporado a la gestión de proyectos, dando origen a lo que, de acuerdo con Silvius (2017), es una naciente escuela de pensamiento. Para finalizar este apartado, se muestra cómo la gestión de proyectos sostenibles se ha aplicado al campo de la construcción y se enuncian los paradigmas de investigación más destacados sobre esta área, dentro de los que se encuentran los FCE de acuerdo con Ahmad, Aibinu y Stephan (2019).

#### 3.1.1. Gestión de proyectos

Las organizaciones constantemente se enfrentan a cambios producidos por entornos competitivos, progresos tecnológicos, nuevas regulaciones, economías globalizadas, entre otros. Es por esto que las organizaciones están reaccionando continuamente a estos cambios o anticipándose a nuevos mediante la gestión de proyectos, lo cual se ha convertido en una habilidad organizativa clave para ejecutar los cambios de manera controlada (Silvius *et al.*, 2012). Además, en los últimos años ha aumentado el interés por comprender, cómo desde la gestión de proyectos, se puede implementar la estrategia organizacional, combinando los diferentes niveles de planificación (estratégico, táctico y operacional) con las múltiples

---

prácticas que se han desarrollado para la gestión de proyectos en procura de alcanzar exitosamente los objetivos propuestos por las empresas tanto a nivel del proyecto como de la organización (Solarte-Pazos y Sánchez-Arias, 2014 y PMI, 2017).

Un proyecto puede ser definido esencialmente como un plan que incluye de manera temporal elementos de cambio en las organizaciones (Lundin y Söderholm, 1995). Instituciones como el Project Management Institute definen la gestión de proyectos como un esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único (PMI, 2017). Por lo tanto, mediante la gestión de proyectos se planifica y proyecta el futuro y los cambios que se incorporarán a una compañía, a una región o a los individuos de una sociedad (Turner y Müller, 2003).

Puede afirmarse que la gestión de proyectos, como práctica, ha estado presente a lo largo de la historia de la humanidad; por ejemplo, en el antiguo Egipto alguna forma de gestión de proyectos se practicó en la construcción de objetos únicos como las pirámides (Silvius *et al.*, 2012). No obstante, los primeros desarrollos de la gestión de proyectos, como disciplina, se registraron hacia 1950 (Turner *et al.*, 2010). Su precursor más importante en Estados Unidos fue Henry Gantt quien, a partir de sus estudios sobre construcción naval a principios del siglo XX, implementó una técnica de programación que todavía hoy se considera una parte esencial de la gestión de proyectos, el Diagrama de Gantt (Cole, 2004). Además, en la década de 1950 se desarrollaron otros modelos matemáticos de programación de proyectos tales como la Técnica de Evaluación y Revisión de Programas (PERT por sus siglas en inglés) y el Método de Ruta Crítica (CPM por sus siglas en inglés), por lo que estos métodos marcaron el despegue de la gestión de proyectos como disciplina (Silvius *et al.*, 2012).

Posteriormente, para 1970, los campos tradicionales de aplicación de la gestión de proyectos eran la construcción, la ingeniería y la defensa, en los que la gestión de proyectos se caracterizaba por una realidad objetiva y por procesos poco flexibles, con resultados estables o predecibles (Crawford y Pollack, 2004). No obstante, con el surgimiento de las tecnologías de la información en los últimos decenios, las aplicaciones de gestión de proyectos se han extendido a todas las industrias y contextos (PMI, 2008). Por consiguiente, la naturaleza de la gestión cambió de las técnicas matemáticas para optimizar los procesos de un proyecto (planificación, construcción y producción) a gestionar el cambio organizacional de manera



---

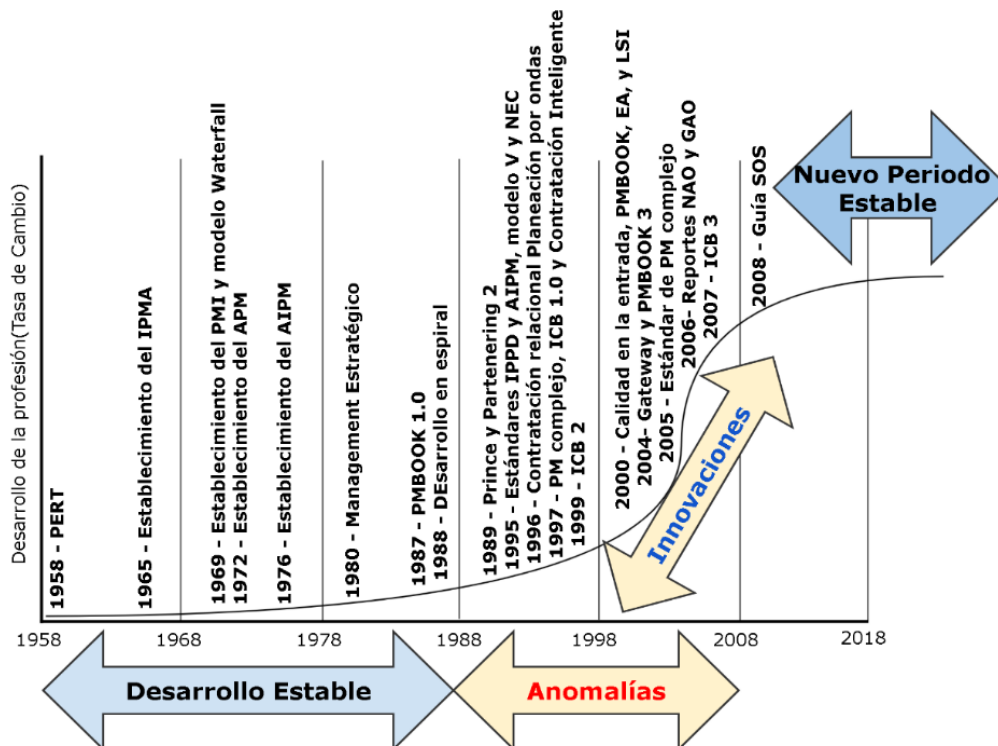
dinámica (Gareis, 2010). Este cambio se ilustra en los estudios de Kloppenborg y Opfer (2002), que muestran que en la década de 1980 se iniciaron investigaciones sobre la formación de equipos, la calidad y la gestión del conocimiento, los cuales se intensificaron en los años 1990, desencadenando un aumento sustancial en los estudios sobre gestión de recursos humanos en temas tales como el cambio organizacional, el desarrollo de equipos, el liderazgo y la gestión de riesgos.

En consecuencia, para el nuevo siglo la gestión de proyectos no solo contempló las técnicas y métodos tradicionales como el CPM, PERT y el “triángulo de hierro” o de triple restricción (alcance / calidad, tiempo y costo / presupuesto), sino que incorporó el análisis de factores organizacionales más amplios, es decir, aquellos que van más allá de los que pueden ser modelados y que generan incertidumbre en el entorno del proyecto (Xia y Lee, 2004). Por lo tanto, la solución para la gestión de proyectos complejos no sería ya un conjunto de técnicas sino un enfoque más holístico en el que las relaciones humanas desempeñan un papel central (Silvius *et al.*, 2012). No obstante, la gestión de proyectos debe continuar desarrollándose para atender a los nuevos cambios y desafíos producidos en los entornos organizacionales como se muestra en la figura 3.1 (Dompkins 2009) y según las afirmaciones de Silvius *et al.* (2012).

De acuerdo con la argumentación ilustrada en la figura 3.1, Dompkins (2009) plantea la siguiente pregunta sobre la evolución de la gestión de proyectos desde el 2010 en adelante: ¿la gestión de proyectos entrará en un nuevo periodo estable? Dicho interrogante se basa en que, a partir de los avances en gestión de proyectos producidos en las décadas de 1990 y 2000, sería posible prever una etapa relativamente estable a partir del 2010 (Dompkins, 2009). Aun así, los cambios económicos y políticos que se han dado en los últimos años, acompañados del progreso tecnológico en curso y de la necesidad de buscar desde las organizaciones un equilibrio entre el enfoque económico, ambiental y social (Gareis *et al.*, 2013), reducen las posibilidades de un modelo relativamente estable, sobre todo teniendo en cuenta que los cambios que han afrontado y que deberán afrontar las organizaciones en la década actual y en la que viene pueden ser incluso más desafiantes que los que debieron afrontar en la transición de milenio (Silvius, Shipper y Nedeski, 2012). Por lo tanto, es responsabilidad de la gestión de proyectos como profesión contribuir a mejorar la *capacidad*

para manejar estos retos. En consecuencia, estamos en una continua, y tal vez acelerada, evolución de la profesión de gestión de proyectos, especialmente al reconocer que la sostenibilidad es uno de los desafíos más importantes de nuestro tiempo (Silvius, 2017), y que por ende la gestión de proyectos desempeña un papel fundamental en la realización de prácticas organizacionales y sociales más sostenibles (Marcelino-Sádaba *et al.*, 2015).

**Figura 3.1** Evolución de la gestión de proyectos como profesión



Fuente: Dompkins (2009)

### 3.1.2. Gestión de proyectos sostenibles

Desde hace 150 años ha existido, como un desafío político y de gestión, la necesidad de un equilibrio entre el crecimiento económico y el bienestar social (Dyllick y Hockerts, 2002). En el libro titulado *The Limits to Growth*, que fue publicado en 1972 (Meadows *et al.*, 1972), se concluye que la combinación entre el crecimiento demográfico global y el desarrollo económico llevarían al agotamiento de los recursos naturales (Silvius, 2017). Dicha previsión impulsó en cierta medida el establecimiento de la Comisión Mundial sobre Medio Ambiente y Desarrollo Económico (WCED, por sus siglas en inglés) por parte de la ONU,

---

la cual es conocida comúnmente como la Comisión de Brundtland, en cuyo informe publicado en 1987 se define por primera vez el Desarrollo Sostenible (DS) como “un desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (p. 24-25). También en el informe se afirma que “en esencia, el DS es un proceso de cambio en el que la explotación de recursos, la dirección de las inversiones, la orientación del desarrollo tecnológico y el cambio institucional están en armonía y mejora del potencial actual y futuro para satisfacer las necesidades y aspiraciones humanas” (p. 25). Y al referirse a la sostenibilidad como proceso de cambio es necesario que este deba ser impulsado mediante la aplicación de la disciplina de gestión de proyectos (Marcelino-Sádaba *et al.*, 2015), dado que, como se mencionó antes, los proyectos son definidos como planes estructurados que incluyen cambios de manera temporal y controlada en las organizaciones (Lundin y Söderholm, 1995).

A lo anterior se suman las diferentes cumbres realizadas por la ONU, como “La Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro” en 1992, la cual proporcionó un importante estímulo al debate emergente sobre consumo sostenible, al exponer que la principal causa del continuo deterioro del medio ambiente a nivel global se debe a los patrones de consumo y producción insostenible, propiciados particularmente por los países industrializados (Cooper, 2000). A pesar de esta precisión realizada hace más de 20 años, de que se han celebrado dos cumbres adicionales (“La Cumbre de Johannesburgo” en 2002 y “Conferencia de Desarrollo Sostenible Río+20” en 2012) y de los compromisos adquiridos por las diferentes naciones, se ha evidenciado que el deterioro ambiental es cada vez mayor y más rápido, debido, entre otras causas, al acelerado crecimiento demográfico a nivel mundial (Smirnov *et al.*, 2016). Por lo tanto, las organizaciones deben enfocar sus estrategias en mitigar los impactos ambientales de sus procesos, productos, servicios y actividades alternas mediante la gestión sostenible de proyectos (Silvius, 2017).

A partir del 2008 la relación entre sostenibilidad y gestión de proyectos despierta un gran interés de investigación y aplicación, luego de que Mary McKinlay vicepresidenta de IPMA en el marco del Congreso Mundial organizado por esta misma entidad, expusiera que “el mayor desarrollo de la profesión de gestión de proyectos requiere que los directores de

proyectos asuman la responsabilidad de integrar la sostenibilidad en sus prácticas” (Silvius *et al.*, 2012, p.2). A esto se suma el incremento en los últimos 10 años de la literatura sobre gestión de proyectos sostenibles (Keeys y Huemann, 2017 y Silvius, 2017).

Más allá de las consideraciones explícitas o implícitas sobre la sostenibilidad en la gestión de proyectos, las cuales han venido creciendo tanto en la discusión académica como en la práctica (Maltzman y Shirley, 2010; Silvius, Shipper y Nedeski, 2012 y Gareis *et al.*, 2013), es esencial comprender las perspectivas que incluye la sostenibilidad, las cuales fueron enunciadas en el informe de Brundtland (1987, p. 27): “la estrategia de Desarrollo Sostenible tiene como objetivo promover la armonía entre los seres humanos, entre la humanidad y la naturaleza”. Tomando en cuenta este fundamento, Elkington (1998), identificó el concepto del 'Triple Bottom Line' (TBL) o 'Triple-P' (en inglés People, Planet, Profit), y definió la sostenibilidad, en general, como el balance entre la sostenibilidad económica, la sostenibilidad social y la sostenibilidad ambiental, por lo que el TBL ha favorecido la necesidad de poner en práctica la sostenibilidad. No obstante, la operacionalización de las tres perspectivas también ha introducido el riesgo de que sean consideradas de manera aislada (Silvius, 2017) y, en consecuencia, se ha generado una falta de comprensión holística de la sostenibilidad y por ende de la gestión de proyectos que considera esta noción.

Además de las perspectivas contempladas por el TBL, se pueden encontrar en la literatura otras dimensiones de la sostenibilidad. Silvius (2017) y Silvius y Schipper (2014a) identificaron un total de 14 dimensiones de sostenibilidad relevantes para la gestión de proyectos (Meadows *et al.*, 1972; Hurrell y Kingsbury, 1992; McDonough, 2002; Godfrey *et al.*, 2009; Schieg, 2009; Freeman *et al.*, 2010; International Organization for Standardization (ISO), 2010; Maltzman y Shirley, 2010; Braungart y Ma, 2011; Silvius *et al.*, 2012; Eskerod y Huemann 2013; Gareis *et al.*, 2013 y Silvius, 2016). A pesar de ello, la mayoría de las investigaciones en gestión de proyectos sostenibles se concentran en las perspectivas contempladas por el TBL, dado a que a partir de estas se derivan las demás dimensiones (Martens y De Carvalho, 2016a).

Diversos análisis sobre el desarrollo de indicadores de sostenibilidad en gestión de proyectos a partir del concepto del TBL (como, por ejemplo, Labuschagne y Brent, 2006; Eid, 2009; Silvius y Schipper, 2015 y Martens y De Carvalho, 2017) han señalado que no existe

consenso con respecto a cómo medir y evaluar la sostenibilidad en un proyecto. Así pues, Silvius y Schipper (2015) concluyen que la medición o evaluación de la sostenibilidad en gestión de proyectos debe ser configurable según las características y el contexto del proyecto en cuestión, por lo que el criterio del triple resultado puede, ante todo, proporcionar un modelo conceptual en el que se identifiquen las perspectivas fundamentales del proyecto. Este es el propósito del modelo propuesto por Marcelino-Sádaba *et al.* (2015), en el que se relacionan los cuatro aspectos más cruciales de la gestión de proyectos con la sostenibilidad. El primero se enfoca en los productos de proyectos sostenibles; el segundo, en los procesos que ayudan a incluir la sostenibilidad en el proyecto; el tercero, en las organizaciones comprometidas con la sostenibilidad que emprenden proyectos; y el cuarto, en las personas que conforman el equipo de gestión de proyectos, capacitadas y conscientes de la sostenibilidad. Cada área expuesta incluye principios y aproximaciones que están relacionadas con los tres aspectos principales de la sostenibilidad: social, económico y ambiental (Marcelino-Sádaba *et al.*, 2015).

De acuerdo con las consideraciones planteadas acerca de la relación que existe entre la sostenibilidad y la gestión de proyectos, se debe señalar que diversos autores han propuesto definiciones de gestión de proyectos sostenibles. Estas se presentan en la Tabla 3.1.

**Tabla 3.1** *Definiciones de gestión de proyectos sostenibles*

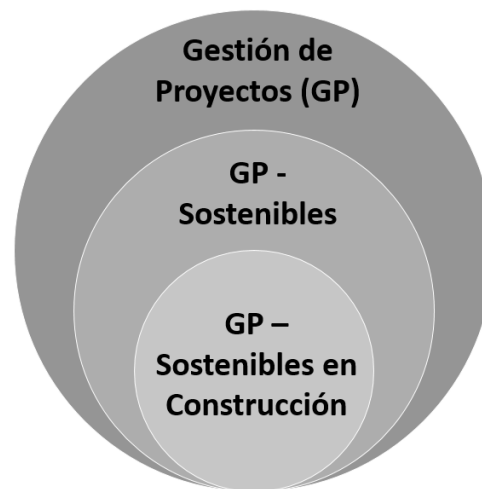
Autor	Definición de Gestión de Proyectos Sostenible
Deland (2009)	La gestión de proyectos sostenibles consiste en la minimización de los recursos que usted y su equipo usa para trabajar en un proyecto desde el inicio hasta el cierre de este.
Ning <i>et al.</i> (2009)	La gestión de proyectos sostenibles tiene como objetivo aplicar el principio de satisfacer las necesidades actuales sin comprometer los beneficios de las futuras generaciones, en la industria de la construcción se proporcionan maneras para utilizar menos material virgen y disminuir el consumo de energía, generando una disminución en la contaminación y reduciendo los desperdicios, pero aun proveyendo los beneficios que los proyectos de construcción nos han traído a lo largo de la historia.
Silvius <i>et al.</i> (2009)	La gestión sostenible de proyectos es la gestión de proyectos que organiza cambios en las políticas, activos u organizaciones, con consideración del impacto económico, social y ambiental del proyecto, para mitigar que sus resultados y efectos, perjudiquen a las generaciones actuales y futuras.
Tam (2010)	La gestión sostenible de proyectos es la promoción de resultados positivos y la minimización de los impactos negativos en la

Autor	Definición de Gestión de Proyectos Sostenible
	sostenibilidad (económicos, ambientales y sociales) dentro del proceso por el cual los proyectos son definidos, planificados, monitoreados, controlados y entregados de tal manera que los beneficios acordados se obtengan y contribuyan a una sociedad sostenible.
Silvius <i>et al.</i> (2012, p.38)	<p>La sostenibilidad en los proyectos y la gestión de proyectos es el desarrollo, entrega y gestión de cambios organizados por proyectos en políticas, procesos, recursos, activos u organizaciones, con consideración de los seis principios (*) de sostenibilidad, en el proyecto, su resultado y su efecto.</p> <p>* Estos seis principios son: (1) equilibrar o armonizar los aspectos sociales, ambientales e intereses económicos; (2) orientación a corto y largo plazo; (3) orientación tanto local como global; (4) valores y ética; (5) transparencia y responsabilidad; y (6) consumir ingresos, no capital.</p>
Silvius y Schipper (2014a)	Gestión de proyectos sostenibles es la planificación, monitoreo y control de los procesos del proyecto, de la entrega y el soporte, con consideración de los aspectos ambientales, económicos y sociales durante el ciclo de vida del proyecto (de la cuna a la cuna), así como de los recursos, procesos, entregables y efectos, con el objetivo de obtener beneficios para las partes interesadas, de forma transparente, justa y ética.

*Fuente:* elaboración propia con datos de Silvius y Schipper (2014a)

Para el caso del presente proyecto de investigación se tomarán como referencia las definiciones de gestión de proyectos sostenibles citadas por Silvius y Schipper (2014a) y Ning *et al.* (2009), dado que la primera toma como base las demás interpretaciones que se han dado sobre el tema y la segunda se relaciona directamente con la idea de construcción de edificaciones sostenibles, que a su vez coincide con el hecho de que, dentro de la gestión de proyectos, la sostenibilidad se ha introducido de manera más general en proyectos de construcción (Marcelino-Sádaba, 2015). En consecuencia, la mayor parte de la experiencia en gestión de proyectos y sostenibilidad se encuentra en este tipo de proyectos y con frecuencia se utiliza como una opinión de expertos al introducir aspectos sostenibles en otros campos (Banihashemi *et al.*, 2017). De esta forma, en la Figura 3.2 se puede evidenciar cómo, desde la gestión de proyectos, se ha planteado un enfoque hacia la sostenibilidad el cual posteriormente se ha empleado en el campo de la construcción, dándole así una perspectiva más aplicada a la gestión de proyectos.

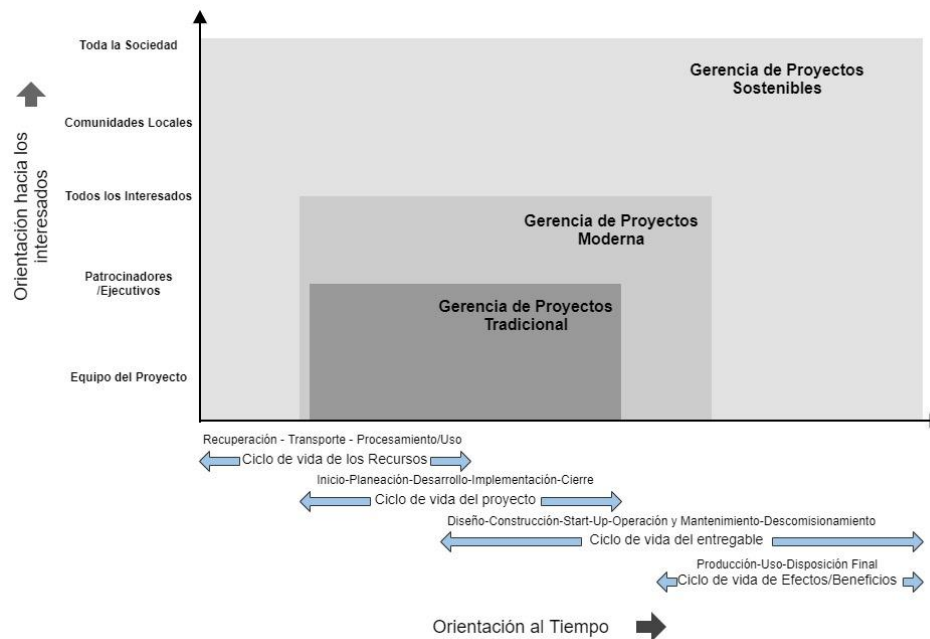
**Figura 3.2** Estructura de la gestión de proyectos con enfoque en sostenibilidad aplicado en el campo de la construcción



*Fuente:* elaboración propia

A las definiciones consideradas para gestión de proyectos sostenibles, se suma la visión que este tipo de proyectos tiene sobre el ciclo de vida y sobre las partes interesadas, la cual, según Silvius y Schipper (2014a), ha evolucionado desde la gestión de proyectos tradicionales, que considera solamente desde el inicio del proyecto hasta la entrega del producto y tiene solamente en cuenta al equipo de proyecto, los patrocinadores y ejecutivos, a una gestión de proyectos moderna en la que el ciclo de vida se ha ampliado para contemplar aspectos como el soporte para el arranque y operación del entregable (“de la cuna a la tumba”), y que incluye, además de los *stakeholders*, a los clientes y usuarios que harán uso del producto. A pesar de que la gestión moderna de proyectos beneficia a la mayoría de las partes interesadas, no considera las perspectivas que incluye la sostenibilidad (perspectivas sociales, económicas y ambientales); en consecuencia, el enfoque de los proyectos sostenibles considera las dimensiones que contemplan, tanto los proyectos tradicionales como modernos en su orientación con el tiempo y las partes interesadas, pero las complementa para integrar las perspectivas de la sostenibilidad. En consecuencia, en este enfoque el ciclo de vida es definido como de la ‘cuna a la cuna’, es decir desde la concepción del proyecto hasta la reincorporación de los residuos del entregable al medio ambiente, lo que implica una extensión a *stakeholders* locales y globales como se muestra en la Figura 3.3.

**Figura 3.3** Ciclo de vida y partes interesadas contempladas en los proyectos sostenibles



*Fuente:* Silvius y Schipper (2014a)

Por otra parte, recientemente se ha considerado la sostenibilidad como una nueva escuela de pensamiento en gestión de proyectos (Silvius, 2017), en la cual los criterios referentes al contenido, la comunidad y el impacto se caracterizan por comprender las ‘pistas’ de una visión común enfocada en los proyectos con una perspectiva social, los que vinculan activamente la gestión de las partes interesadas y los que integran criterios de TBL específicamente para casos de negocios y proyectos exitosos. Sobre esta escuela se ha producido en los últimos diez años un importante número de investigaciones, como se muestra en la Tabla 3.2. Uno de los campos más estudiados es la gestión de proyectos sostenibles en construcción (Silvius y Schipper, 2014a), particularmente en temas ambientales (Marcelino-Sádaba *et al.*, 2015).

A lo anterior se suma el hecho de que varias organizaciones estén usando diferentes estrategias para la integración de la sostenibilidad en sus prácticas de gestión de proyectos (Silvius, Shipper y Nedeski, 2012 y Aarseth *et al.*, 2017), así como la aplicación por parte del IPMA en su publicación del ICB4, específicamente en la perspectiva tres acerca del "Cumplimiento, normativas y estándares", en la que se especifica el indicador



correspondiente a "Identificar y garantizar que el proyecto cumpla con los principios y objetivos primordiales de la sostenibilidad". Además, para el 2010 surgió el concepto referente a Green Project Management como una metodología para la gestión de proyectos sustentables, mediante la cual se busca mejorar la generación y entrega de bienes y servicios considerando los impactos al entorno, aplicando estándares medibles (Maltzman y Shirley, 2010).

**Tabla 3.2** *Autores principales del tema de gestión de proyectos sostenibles*

<b>Nombre de los investigadores</b>	<b>Periodo de actividad</b>	<b>Principales publicaciones</b>	<b>Principales Contribuciones</b>
Labuschagne y Brent	2004-2008	Labuschagne y Brent (2005); Labuschagne y Brent (2006); Labuschagne y Brent (2008); Brent y Petrick (2007)	La interacción de los ciclos de vida del proyecto con los entregables y productos
Silvius y Schipper	2009-Actualmente	Silvius <i>et al.</i> (2012); Silvius y Schipper (2014a); Silvius y Schipper (2014b); Silvius y Schipper (2015); Huemann y Silvius (2017)	Principios de gestión sostenible de proyectos
Huemann y Gareis	2010-Actualmente	Gareis <i>et al.</i> (2013); Eskerod y Huemann (2013); Huemann y Silvius (2017)	Principios de la gestión sostenible de proyectos con enfoque en las partes interesadas
Monteiro De Carvalho y Martens	2013-Actualmente	Brones <i>et al.</i> (2014); Brones y De Carvalho (2015); Martens y De Carvalho (2016a); Martens y De Carvalho (2016b); Martens y De Carvalho (2017); De Carvalho y Rabechini (2017)	Consideración profesional de la sostenibilidad, relación entre la sostenibilidad y el éxito del proyecto
Klalegg, Aarseth and others	2009-2011, 2015-Actualmente	Klakegg (2009); Klakegg y Haavaldsen (2011); Aarseth <i>et al.</i> (2017)	Estrategias de sostenibilidad en proyecto.

*Fuente:* Silvius (2017)

### 3.1.3. Gestión de Proyectos de Sostenibles de Construcción

Según Alavedra *et al.* (1997) la idea de Construcción Sostenible (CS) se introdujo por primera vez en 1993 por parte del Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF, por sus siglas en inglés), quienes enunciaron que la CS comprendía el entorno construido y su comportamiento para establecer espacios urbanos afables con el medio ambiente y los recursos, a esto se suma que en la celebración del primero congreso internacional sobre CS en 1994, Hill y Bowen (1997) precisaron que la CS consistía en crear y operar un ambiente construido saludable basado en la eficiencia de los recursos y el diseño ecológico. De igual manera Dickie y Howard (2000), definieron que la CS es el aporte de la industria de la construcción al Desarrollo Sostenible (DS), lo que concuerda con el planteamiento de Kibert (2008) de que la CS debe ser considerada como un subconjunto del DS. De hecho, Shen *et al.* (2010) señalaron que el desempeño sostenible de la construcción es indispensable para lograr el DS.

Por otra parte, Zhang *et al.* (2014) consideran que la CS es el nuevo ‘Zeitgeist’ (i.e., que se refiere al clima intelectual y cultural de una era) a nivel global en los últimos años, por lo cual los gestores de proyectos en todo el mundo, incluidos los de países en desarrollo, debería promover la realización de proyectos de forma sostenible (Dobrovolskienė y Tamošiūnienė, 2016). Las investigaciones en CS se han centrado casi exclusivamente en edificaciones; aun así, en los últimos años se han venido presentados estudios en proyectos de infraestructura (Fernández-Sánchez y Rodríguez-López, 2010 y Yao *et al.*, 2011), esto teniendo en cuenta que los impactos en las perspectivas que contempla la sostenibilidad son diferentes para cada uno de los casos (Rodriguez y Fernandez, 2010 y Hosseini *et al.*, 2018). En la Tabla 3.3 se describen las principales investigaciones que se han desarrollado en Gestión de Proyectos Sostenibles de Construcción (GPSC) en los últimos años.

**Tabla 3.3** Principales investigaciones en gestión de proyectos de Construcción Sostenible

Autores	Base de sus Estudios	Hallazgos
Edum-Fotwe y Price (2009)	Valoración de la sostenibilidad mediante el uso de indicadores	Identificaron elementos y factores para la evaluación social de los proyectos de construcción reconociendo tres niveles diferentes: materiales, construcción y planeación urbana.

Autores	Base de sus Estudios	Hallazgos
Shen <i>et al.</i> (2010)	Estudios de factibilidad del proyecto	Respaldan la implementación de prácticas de Construcción Sostenible (CS) a través de estudios de factibilidad del proyecto.
Yao <i>et al.</i> (2011); Li y Chen (2012); Zhang <i>et al.</i> (2014)	Simulación dinámica de sistemas complejos y redes neuronales	La capacidad de la sostenibilidad en un proyecto puede cambiar debido al impacto de variables dinámicas, en particular las relacionadas con los avances tecnológicos y la percepción de las personas.
Thomson <i>et al.</i> (2011); Tsai y Chang (2012)	Experiencia específica en la que incorporaron a todas las partes interesadas en la evaluación de la sostenibilidad al integrarla al ciclo de vida del proyecto	El equipo del proyecto considera la sostenibilidad de forma proactiva, utilizando herramientas de valoración para guiar el diseño, la construcción y el funcionamiento de un edificio.  Lista de verificación que incorpora los elementos necesarios a tener en cuenta en los diseños de proyectos sostenibles para la construcción de autopistas.
Arts y Faith-Ell (2012)	Integración de la provisión verde, los acuerdos asociados y la declaración ambiental	Proponen una mejor coordinación de todas las herramientas existentes para que los proyectos de infraestructura den resultados sostenibles.
Hwang y Ng (2013)	Análisis de los diferentes aspectos que afectan la construcción verde	Destacaron los desafíos técnicos, la comunicación, las partes interesadas, los altos costos iniciales, los riesgos y los plazos de entrega como los aspectos con mayores implicaciones.
Opoku y Ahmed (2014); Agyekum, Adinyira y Ampratwum (2020)	Identificaron los desafíos e impulsores que deben enfrentar las compañías de construcción tanto en economías desarrolladas como en desarrollo, respecto a las demandas sociales sobre adopción de prácticas sostenibles	La percepción del alto costo inicial que implica la sostenibilidad, la falta de conocimiento y habilidades por parte de los empleados y la alta diversificación de servicios que ofrecen las compañías hace que se limite el valor que aporta la sostenibilidad. En cuanto a los impulsores sugeridos se encuentran: i) observabilidad de los beneficios de la construcción ecológica, ii) el compromiso del Gobierno en las iniciativas de construcción ecológica, iii) la incorporación de la certificación ecológica de los edificios en el código de práctica de organismos profesionales, iv) Los incentivos para la certificación de edificios ecológicos, v) el reconocimiento público del concepto de construcción ecológica, vi) políticas y reglamentos para hacer cumplir la adopción del concepto de CS.
Gan <i>et al.</i> (2015); Chang <i>et al.</i> (2016); Xue, Liu y Sun (2018)	El desarrollo de proyectos de infraestructura, transporte y edificaciones en economías emergentes tiene un impacto profundo	Sugieren que se considere urgentemente la importancia de integrar la sostenibilidad en la ejecución de proyectos de construcción en países en desarrollo.

Autores	Base de sus Estudios	Hallazgos
	en las comunidades, el medio ambiente y las características sociales.	
Hwang y Tan (2012); Darko y Chan (2017); Bakar <i>et al.</i> (2018); Ahmad, Aibinu y Stephan (2019); Pham, Kim, y Luu (2020).	Determinaron mediante revisión de literatura, investigaciones exploratorias y caso las diferentes barreras para la adopción de la CS de edificaciones.	Encontraron que la falta de información, el costo, la falta de incentivos, la falta de interés y demanda de edificios ecológicos, y la falta de códigos, gerentes de proyectos con poco conocimiento en gestión sostenible, materiales y tecnologías sostenibles limitados falta de regulaciones sobre CS son las barreras más reportadas en la literatura.
Ihuah, Kakulu y Eaton (2014); Oyebanji, Liyanage y Akintoye (2017); Adabre y Chan (2019)	Estos estudios se enfocaron en la verificación de los Factores Críticos de Éxito (FCE) que se deben tener en cuenta para la gestión de proyectos de Vivienda Social Sostenible (SSH por sus siglas en ingles).	Los FCE identificados más relevantes fueron: i) Asequibilidad de la vivienda social mediante subsidios, ii) Bueno gobierno para promover la provisión de SSH adecuadas. iii) Tecnología apropiada para permitir proteger el medio ambiente y garantizar la construcción de SSH que satisfaga las necesidades de los habitantes. iv) Políticas y marcos legales efectivos para mejorar la implementación y el control eficiente en la provisión de viviendas sociales sostenibles. v) Asegurar la buena accesibilidad y la provisión de medios de transporte alternativos e incluyentes adecuados para los habitantes de SSH. vi) Definir un plan de uso de la tierra adecuado para evitar el uso indebido y el uso excesivo de la tierra, los recursos humanos y financieros. vii) Asegurar el uso de materiales apropiados, sostenibles y respetuosos con el medio ambiente. viii) Promover la equidad al garantizar la distribución equitativa, la justicia social, la igualdad de género, el empoderamiento de las mujeres y satisfacer las necesidades de los hogares menos privilegiados de la sociedad. ix) Viviendas sociales que promueven la cohesión social. x) La participación de las partes interesadas involucrándolos en el proceso de desarrollo y alentando la participación de la comunidad en las actividades en la toma de decisiones. xi) Minimización de la pobreza a través de un programa de vivienda social que involucre a miembros de la comunidad en las actividades de construcción y les brinde habilidades y oportunidades de empleo, entre otros.

Autores	Base de sus Estudios	Hallazgos
Lam <i>et al.</i> (2010); Li <i>et al.</i> (2011); Shi <i>et al.</i> (2013); Pheng, Gao, y Tay (2014).Gan <i>et al.</i> (2015); Aarseth <i>et al.</i> (2017); Bakar <i>et al.</i> (2018); Kiani Mavi y Standing (2018); Shen <i>et al.</i> (2018); Yu <i>et al.</i> (2018); Venkataraman y Cheng (2018) Ahmad, Aibinu y Stephan (2019); Li <i>et al.</i> (2019); Sang y Yao (2019); Sfakianaki (2019); Shan <i>et al.</i> (2020)	Estas investigaciones identificaron los Factores Críticos de Éxito (FCE) que deben considerarse para la gestión de proyectos sostenibles de construcción de edificaciones en países en desarrollo, mediante revisión de literaturas y metodologías con un enfoque exploratorio	Los FCE más relevantes encontrados son: i) Comunicación y cooperación entre los participantes del proyecto; ii) Planificación y control efectivos del proyecto; iii) Participación y compromiso de los propietarios; iv) Metas y objetivos claros; v) Enfoque en tecnologías innovadoras; vi) los enfoques y la motivación del equipo del proyecto; vii) La participación temprana de todas las partes interesadas; entre otros son los principales FCE para la integración de la sostenibilidad en la gestión de proyectos de construcción de edificaciones en economías emergentes.

*Fuente:* elaboración propia

Con relación a lo expuesto en la Tabla 3.3 y a lo citado en el artículo de Ahmad, Aibinu y Stephan (2019), los paradigmas en investigación sobre Gestión de Proyectos Sostenibles de Construcción (GPSC) están enfocados a la identificación de los Atributos de Ejecución de Proyectos (PDAs por sus siglas en ingles), los Factores Críticos de Éxito (CSFs por sus siglas en ingles), las barreras, los impulsores, riesgos y beneficios. Tanto los PDAs como los FCE/CSFs proporcionan una comprensión estratégica de lo que se debe hacer para lograr mejores resultados del proyecto (Ahmad, Aibinu y Stephan, 2019), por lo que a menudo los FCE y los PDAs son usados indistintamente (Darko y Chan, 2017). En otras investigaciones los FCE tienden a ser vistos como barreras (Shan *et al.*, 2020), esto debido a ambigüedades relacionadas con el termino 'críticos', el cual es percibido como obtaculizante o negativo para la gestión de proyectos sostenibles (Banihashemi *et al.*, 2017; Ahmad, Aibinu y Stephan, 2019 y Li *et al.*, 2019).

### **3.2. Los Factores Críticos de Éxito en la Gestión de Proyectos Sostenibles de Construcción**

Atendiendo a los impactos ambientales, sociales y económicos que representa la construcción de edificaciones en Colombia y a las iniciativas impulsadas por el Gobierno referentes a la inclusión de la sostenibilidad en todo el ciclo de vida del proyecto constructivo, se debe tener presente que la industria de la construcción es muy particular: cada proyecto que se diseña y construye es diferente a todos los demás, es decir, que los proyectos de construcción tienen características que los hacen únicos, como por ejemplo la ubicación, el uso que se le va a dar, las fuentes de financiación, los tiempos de entrega entre otros (Rodríguez y Fernandez, 2010). Por consiguiente, para lograr una adecuada integración de la sostenibilidad en las prácticas de gestión de proyectos de construcción en países de desarrollo intermedio como Colombia se deberían analizar como requisito previo los Factores Críticos de Éxito (FCE) asociados a la gestión de la sostenibilidad (Pade *et al.*, 2008 y Banihashemi *et al.*, 2017).

Existen diversas formas de definir los Factores Críticos de Éxito (FCE). Algunos autores se refieren a estos como las capacidades, condiciones, circunstancias, actividades y variables que, cuando están debidamente soportadas, conservadas o gestionadas, tienen un impacto significativo en el éxito de un proyecto o de una empresa que compite en una industria específica (Leidecker y Bruno, 1984). También los FCE son considerados como variables que pueden ser respaldadas a través de las decisiones de los gerentes y que pueden afectar en gran medida la posición competitiva de las organizaciones en un sector específico (Hofel y Schendel, 1978).

Para el desarrollo del presente trabajo de grado tomamos la definición de Rockart (1979), para quien los FCE son aquellas “áreas limitadas en las que los resultados, si son satisfactorios, asegurarán un desempeño competitivo exitoso para la organización” (p.85). Dado que los FCE son un número relativamente pequeño de asuntos verdaderamente importantes en el que un gerente de proyectos debe enfocar su atención (Rockart, 1979), consideramos que la denominación “Factor Crítico de Éxito” es acertada puesto que estos representan los pocos “factores” que son “críticos” (importantes, vitales, fundamentales)

---

para el “éxito” del desarrollo de un proyecto (Bullen y Rockart, 1981). En el caso que nos ocupa, los FCE son aquellos elementos críticos que, al ser puestos en práctica, aumentarán las posibilidades de una implementación y adopción exitosa de la sostenibilidad en la gestión de proyectos de construcción (Banihashemi *et al.*, 2017 y Sfakianaki, 2019). Los FCE pueden actuar también como puntos de referencia para evaluar si se dispone de las herramientas adecuadas, como los conocimientos y los recursos, y otras características particulares para gestionar la CS en los países con economías emergentes (Li *et al.*, 2019).

De las anteriores definiciones, se puede inferir que los FCE deben ajustarse en su alcance y significado organizacional al ser usados como una herramienta de gestión, debido a que pueden aportar elementos claves para la definición de los rumbos estratégicos de una empresa, así como la ejecución de tareas específicas a nivel operativo (López *et al.*, 2009). Por lo tanto, los FCE posibilitan y facilitan el proceso de incorporación de la sostenibilidad en la gestión de proyectos según el contexto, lo que constituye una ayuda esencial para los administradores de este tipo de proyectos (Othman y Ahmed, 2013 y Gan *et al.*, 2015).

Aunque se trata de un concepto importante, y aunque las investigaciones en gestión de proyectos sostenibles han aumentado en los últimos años –especialmente en los temas referentes a PDA, FCEs, barreras, impulsores, riesgos y beneficios–, la comprensión de los FCE relacionados con la ejecución de proyectos sostenibles en construcción presenta una notable ausencia de investigaciones en los países en desarrollo (Banihashemi *et al.*, 2017; Ahmad, Aibinu y Stephan, 2019; Li *et al.*, 2019; Sang y Yao, 2019 y Sfakianaki, 2019).

La mayoría de los estudios que proponen directrices y listas de verificación para integrar la sostenibilidad en las prácticas de gestión de proyectos, como el de Silvius y Schipper (2014b), y que identifican los FCE para la integración de la sostenibilidad en la gestión de proyectos de construcción, provienen de países desarrollados. Los países en desarrollo se han visto obligados a seguir tales directrices (Mollaoglu *et al.*, 2016), aunque presentan una serie de desafíos sociales, económicos, políticos, ambientales y organizacionales que influyen significativamente en el sector de la construcción (Banihashemi *et al.*, 2017 y Shen *et al.*, 2018) y que hacen que sus FCE difieran de los que han sido formulados para las economías desarrolladas. En consecuencia, deberían ser el objeto de lineamientos específicos que sean pertinentes a sus particularidades (Pade *et al.*, 2008).

Cualquier ejercicio de identificación de los FCE relacionados con la incorporación de la sostenibilidad en la gestión de proyectos de construcción en países con economías emergentes debe partir del reconocimiento de que en estos contextos existe una serie de problemas que afectan a la industria de la construcción, tales como la existencia de economías inestables, la falta de información, la baja transparencia (Elkhalifa, 2016) y los problemas de corrupción (Othman y Ahmed, 2013). Por otro lado, existe una carencia de educación formal sobre la sostenibilidad, además de limitaciones financieras y dificultades de índole sociocultural (Hakiminejad *et al.*, 2015). Finalmente, las políticas obstructivas y la escasez de incentivos financieros se encuentran entre los desafíos inherentes a los países con economías emergentes cuando se trata de la ejecución de proyectos sostenibles de construcción (Gan *et al.*, 2015). Como resultado de lo anterior, la integración de la sostenibilidad en proyectos de construcción de edificaciones en estos países puede verse como una oportunidad de innovación orientada hacia el TBL y con potencial de generar valor en todas las etapas del proyecto (Boons y Lüdeke-Freund, 2013 y Gan *et al.*, 2015).

Como resultado de lo anterior, durante los últimos años las publicaciones sobre FCE para la Gestión de Proyectos Sostenibles de Construcción (GPSC) han venido aumentando, sobre todo en Asia (Banihashemi *et al.*, 2017 y Sfakianaki, 2019), en donde la demanda de construcciones ecológicas ha crecido considerablemente en la última década, impulsada por la adopción de políticas enfocadas a la inclusión de la sostenibilidad en el desarrollo de diferentes tipos de construcciones: edificaciones de uso mixto, viviendas sociales, proyectos que integran diferentes tipos de edificaciones en un solo lugar como hoteles, oficinas, parques de recreación, centros comerciales y de convenciones y apartamentos residenciales (los HOPSCA por sus siglas en inglés), entre otros (Yu *et al.*, 2018 y Li *et al.*, 2019).

Este aumento reciente en la investigación muestra el creciente reconocimiento de la importancia de identificar los FCE, pues estos no solamente le permiten a los tomadores de decisiones (director/gerentes de proyectos) enfocarse en los elementos que posibilitan la implementación exitosa de la sostenibilidad en la gestión de proyectos de construcción (Banihashemi *et al.*, 2017 y Sfakianaki, 2019), sino que pueden actuar como puntos de referencia para evaluar si se dispone de las herramientas adecuadas, como los conocimientos



y los recursos, y otras características particulares para gestionar la CS en los países con economías emergentes (Li *et al.*, 2019).

La Tabla 3.4. presenta una síntesis de investigaciones sobre FCE en la gestión de proyectos de Construcción Sostenible.

**Tabla 3.4** *Síntesis de investigaciones sobre FCE en la gestión de proyectos de Construcción Sostenible*

Publicaciones	País o Región Objeto de Estudio	Diseño Metodológico	Número Total de FCE Hallados	Principales FCE Identificados
Li <i>et al.</i> (2011)	Singapur	Exploratorio secuencial	19	Esta investigación determinó que los FCE para la CS se podrían clasificar en los siguientes grupos: i) factores orientados a los colaboradores dispuestos a realizar prácticas sostenibles, ii) factores técnicos y orientados a la innovación, iii) apoyo de diseñadores y altos directivos, iv) competencia del gerente de proyecto, y v) coordinación de diseñadores y contratistas.
Shi <i>et al.</i> (2013)	China	Exploratorio secuencial	15	Esta investigación determinó que los factores más críticos para desarrollar CS son: i) costo adicional, ii) tiempo incremental, iii) disponibilidad limitada de proveedores verdes e información y iv) la disposición de las partes interesadas, espacialmente de los contratistas.
Gan <i>et al.</i> (2015)	China	Exploratorio secuencial	25	Los factores en esta investigación corresponden a: i) viabilidad económica, ii) conciencia sostenible de las partes, iii) participación temprana por parte de los interesados en el proyecto iv) política y regulaciones enfocadas en promover la CS, v) operabilidad de la CS (por ejemplo, disponer de materiales y tecnologías amigables con el medio ambiente), vi) riesgo de recursos relacionados, vii) modelo de gestión de proyectos enfocados en sostenibilidad.

Publicaciones	País o Región Objeto de Estudio	Diseño Metodológico	Número Total de FCE Hallados	Principales FCE Identificados
Aarseth <i>et al.</i> (2017)	Se enfocó en la revisión de investigaciones de países desarrollados y en desarrollo.	Revisión de Literatura	8	Los factores críticos estratégicos hallados en este estudio fueron: i) definición de los objetivos de sostenibilidad estratégicos y tácticos, ii) desarrollo de prácticas de proveedores sostenibles, iii) énfasis en la sostenibilidad en el diseño del proyecto, iv) definición de políticas de sostenibilidad, v) mayor influencia de la sostenibilidad en las prácticas de proyectos, vi) inclusión de actores promotores de la sostenibilidad en la organización del proyecto, vii) desarrollo de competencias en sostenibilidad y viii) énfasis en un portafolio sostenible por parte de la organización.
Banihashemi <i>et al.</i> (2017)	Países en desarrollo (específicamente Irán)	Exploratorio secuencial	*56 de la Revisión de Literatura. De los cuales 43 fueron elegidos por expertos para el contexto de Irán.	i) Conocimiento y aplicación de procesos efectivos de toma de decisiones sobre sostenibilidad por parte del equipo de gestión de proyectos. ii) Compromiso de las partes interesadas en la consecución del proyecto sostenible. iii) La organización de las finanzas y la experiencia y competencia de los gerentes de proyectos. iv) El grado de conocimiento y apropiación de las variables de sostenibilidad por parte de los contratistas, y una creación de metodologías de retroalimentación para el monitoreo del proyecto.
Shen <i>et al.</i> (2018)	Tailandia	Exploratorio secuencial	16	Los resultados revelan los FCE subyacentes de la industria de la CS en Tailandia, y sugieren que, en todos los proyectos sostenibles de construcción, los participantes deben mejorar continuamente sus competencias a través de la innovación técnica y de gestión para entregar productos asequibles y sostenibles, haciendo que los edificios verdes sean más disponibles y atractivos para el público.

Publicaciones	País o Región Objeto de Estudio	Diseño Metodológico	Número Total de FCE Hallados	Principales FCE Identificados
Bakar <i>et al.</i> (2018)	Malasia	Exploratorio secuencial	26	Los resultados obtenidos por este estudio revelan que debe prestarse bastante atención a los FCE referentes a la inversión inicial, el compromiso de cambiar comportamientos, esfuerzos para la implementación de políticas enfocadas en sostenibilidad, enfoque de todas las partes interesadas hacia la gestión de proyectos sostenibles, disponibilidad de tecnología innovadoras y materiales amigables con el medio ambiente.
Kiani Mavi y Standing (2018)	Países en desarrollo (específicamente Irán)	Revisión de literatura y Taxonomía de los FCE usando el método Fuzzy DEMATEL	38	Determinaron que la coordinación de los diseñadores y contratistas y los factores técnicos orientados a la innovación son los FCE más importantes para la gestión sostenible de construcción.
Venkataraman y Cheng (2018)	Estados Unidos	Exploratorio secuencial y aplicación en cuatro estudios de caso	14	Luego de analizar cuatro casos de proyectos de construcción ecológica determinaron que los FCE más importantes corresponden a: i) colaboración efectiva, ii) participación temprana de las partes interesadas y iii) el compromiso de todos los participantes.
Yu <i>et al.</i> (2018)	China	Estudio de caso de un proyecto de tipo HOPSCA	17	Los hallazgos clave de esta investigación fueron: i) diferentes tipos de proyectos tienen diferentes enfoques y diversos FCE para lograr la sostenibilidad, ii) para proyectos a gran escala los factores gerenciales y sociales juegan un papel más importante que los factores técnicos (como la gestión de residuos y tecnologías sostenibles)
Ahmad, Aibinu y Stephan (2019)	Países desarrollados y en desarrollo	Se llevó a cabo una revisión en profundidad de 77 estudios relevantes.	79	Se identificaron seis paradigmas de investigación sobre gestión de CS: Atributos de ejecución de proyectos (PDAs por sus siglas en inglés), Factores Críticos de Éxito (CSFs por sus siglas en inglés), barreras, impulsores, riesgos y beneficios.  En esta investigación se encontró que los FCE/CSFs pueden considerarse como los factores identificados por la gerencia y todos los interesados del proyecto como

Publicaciones	País o Región Objeto de Estudio	Diseño Metodológico	Número Total de FCE Hallados	Principales FCE Identificados
				las áreas o problemas clave, que requieren atención especial para cumplir con los objetivos del proyecto o para lograr el éxito/alto rendimiento. No obstante, en diferentes investigaciones los FCE y los PDAs son utilizados indistintamente, pero a diferencia de los PDAs, los FCE son variables. Por ejemplo, la comunicación del equipo es una variable que afecta el rendimiento del proyecto y ha sido estudiado como PDAs. Sin embargo, la comunicación del equipo es un estado variable y puede considerarse un FCE.
Li <i>et al.</i> (2019)	Países en desarrollo (específicamente Singapur)	Revisión de Literatura	28	Los principales factores encontrados fueron: i) comunicación y cooperación entre los participantes del proyecto, ii) planificación y control efectivos del proyecto, iii) participación y compromiso del propietario, iv) metas y objetivos claros y v) Desempeño del gerente del proyecto.
Sang y Yao (2019)	China	Exploratorio secuencial	20	Los resultados mostraron que los factores de gestión del proyecto, los factores de capacidad del personal y las limitaciones financieras son los FCE más importantes para la GPSC.
Sfakianaki (2019)	El 32 % de los artículos revisados fueron de colaboración transnacional (autores de países desarrollado y en desarrollo)	Revisión de literatura	35	Los FCE encontrado incluyen la optimización en el consumo de energía y agua, reutilización/reciclaje de materiales, gestión de residuos de construcción y demolición, marcos políticos efectivos, optimización de costos a largo plazo, uso eficiente de los recursos, diseños innovadores y conciencia sostenible.

Publicaciones	País o Región Objeto de Estudio	Diseño Metodológico	Número Total de FCE Hallados	Principales FCE Identificados
Shan <i>et al.</i> (2020)	Singapur	Exploratorio secuencial	30	Los resultados exponen que los FCE más importantes son: i) trabajadores con experiencia en la realización de proyectos de construcción de edificios ecológicos, ii) incentivos /subsidios proporcionados por el gobierno, iii) apoyo de la alta gerencia, iv) retorno de la inversión, v) comunicación efectiva entre las partes interesadas sobre los objetivos para la CS, vi) participación temprana de los contratistas, vi) participación de expertos con un sólido conocimiento de la construcción de edificios ecológicos, vii) control de costos y viii) competencia del gerente de proyecto.

*Fuente:* elaboración propia

La mayor parte de los estudios encontrados en la literatura sobre FCE para la gestión de proyectos sostenibles se han desarrollado siguiendo un enfoque exploratorio. Los FCE comunes encontrados están principalmente relacionados con la comunicación y cooperación entre los participantes del proyecto; la planificación y control efectivos del proyecto; la participación y compromiso de las partes interesadas; metas y objetivos claros en términos de sostenibilidad; los enfoque en tecnologías innovadoras; la motivación del equipo del proyecto y la participación temprana de todas las partes interesadas. Estos FCE y otros encontrados en los estudios revisados constituyen una base teórica para el desarrollo de la presente investigación en el contexto colombiano, cuya metodología se describirá en el capítulo 4.

### **3.3. La Construcción Sostenible vista como una innovación**

Los países en desarrollo no cuentan con una amplia experiencia en la aplicación de los principios de la sostenibilidad (Gan *et al.*, 2015), por lo que esta podría considerarse como un concepto innovador para la industria de la construcción en estos países (Boons y Lüdeke-Freund, 2013). Las tendencias recientes en innovación en construcción ecológica en los países en desarrollo han sido impulsadas por las condiciones del mercado, y específicamente, por los requisitos a lo largo de la vida útil de este tipo de proyectos

---

(Mollaoglu *et al.*, 2016). Por lo tanto, si entendemos la innovación en el sentido de Schmookler (1952) como una alteración real, no trivial, en términos de una mejora en un sistema o procedimiento de trabajo que es nuevo para la organización, podemos afirmar que la sostenibilidad es en efecto una innovación en los países en desarrollo (Boons y Lüdeke-Freund, 2013 y Gan *et al.*, 2015). Esta es la visión que plantea Slaughter (2000), para quien las innovaciones en la industria de la construcción pueden proporcionar el componente crítico para la estrategia competitiva a largo plazo, teniendo en cuenta que las empresas de este sector deben comprender los medios a través de los cuales se implementan las innovaciones y las estrategias para ejecutar de manera efectiva estas operaciones (Slaughter, 2000).

Las empresas relacionadas con la construcción pueden seguir diferentes estrategias basadas en la naturaleza de las innovaciones, sus capacidades, recursos y la estrategia global de mercado (Slaughter, 1999). Por esta razón, autores como Johansson (2012); Mollaoglu *et al.*, (2016) y Banihashemi *et al.*, (2017) proponen que la integración de la sostenibilidad en prácticas de gestión de proyectos relacionados con la industria de la construcción en los países con economías emergentes se aborde desde la teoría de la difusión de innovaciones, y por lo tanto la han utilizado para explicar el desarrollo y la implementación de nuevas ideas en los procedimientos de las empresas de construcción (Johansson, 2012; Mollaoglu *et al.*, 2016 y Banihashemi *et al.*, 2017).

La teoría de la difusión de innovaciones se concentra fundamentalmente en examinar cómo las nuevas ideas se mueven a través de un sistema social particular (Rogers, 1983). Las primeras investigaciones asociadas a la teoría buscaron entender cómo una amplia gama de innovaciones se difundía en sistemas sociales homogéneos, tales como tribus y comunidades (Shibeika y Harty, 2015). Actualmente, los estudios sobre procesos de difusión de innovación no solo estudian comunidades y organizaciones específicas tomando como base los planteamientos de Rogers (1998) y el modelo lineal para implementar una innovación en una empresa propuesto por este mismo autor (Rogers, 2003), sino que han sido modificados para estudiar la difusión de innovaciones en sistemas sociales más complejos y heterogéneos (Garud *et al.*, 2013).

---

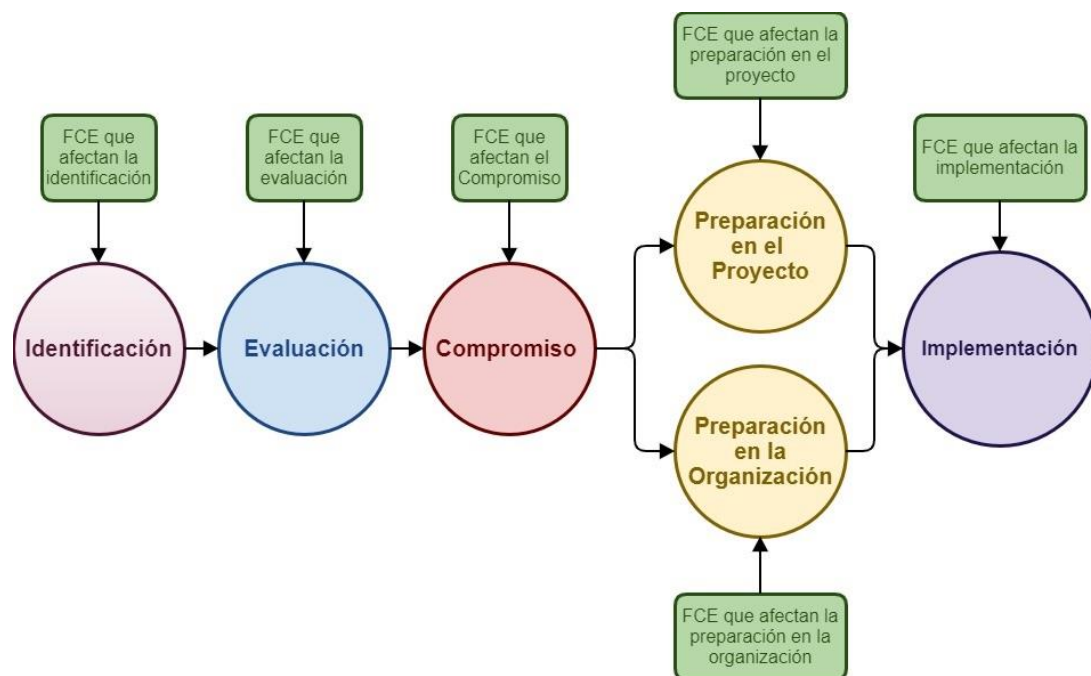
Para el caso específico de los proyectos de construcción, se debe tener en cuenta la complejidad inherente que tienen en sus procesos, entendiendo que cada proyecto de construcción es único (Rodríguez y Fernandez, 2010 y Shibeika y Harty, 2015). Por lo tanto, para comprender los procesos de innovación en la industria de la construcción se requieren nuevas extensiones a la teoría de difusión de innovaciones que determinen cómo el proyecto de construcción se organiza y hace frente a las continuas oleadas de innovaciones a fin de mantener la competitividad en tiempos inciertos y en entornos cambiantes (Slaughter, 2000 y Shibeika y Harty, 2015). Los proyectos de construcción son de tipo pragmático: en ellos se busca que las innovaciones sean introducidas e implementadas adecuadamente para dar valor agregado a los entregables (Shibeika y Harty, 2015).

De acuerdo con lo anterior, consideramos que lo que se requiere para estudiar la incorporación de la sostenibilidad en la gestión de proyectos de construcción no es propiamente un modelo de ‘difusión’ de la innovación, sino un modelo de ‘implementación’ de la innovación que determine una serie de etapas y actividades concretas que los gerentes de proyecto deban tener en cuenta para incorporar de manera exitosa innovaciones en sus proyectos.

Un modelo de esta naturaleza es el propuesto por Slaughter (2000). A diferencia de los planteamientos de Rogers (2003) para la difusión de innovaciones, Slaughter (2000) plantea un modelo práctico de implementación de innovaciones dirigido específicamente para incorporarlas durante los procesos de gestión de proyectos de construcción, por lo que este modelo podría aplicarse cuando se busque incorporar una idea que ya ha sido conocida y difundida en el sector. De ahí que diferentes autores hayan propuesto el uso de este modelo para incorporar innovaciones en aspectos considerados como esenciales para la industria de la construcción (Banihashemi *et al.*, 2017 y Hosseini *et al.*, 2018). Por esta razón, y reconociendo que la sostenibilidad es un asunto definido como apremiante para la construcción en todo el mundo y en especial en los países en desarrollo, Banihashemi *et al.* (2017) proponen la utilización del modelo de Slaughter (2000) para determinar los FCE para la integración de la sostenibilidad en las prácticas de gestión de proyectos de construcción en los países en desarrollo.

En la Figura 3.4 se puede visualizar el modelo de Slaughter (2000), el cual consta de 5 etapas: identificación, evaluación, compromiso, preparación (tanto a nivel de la organización como del proyecto) e implementación. Este modelo fue intervenido por Banihashemi *et al.* (2017) para especificar los FCE que se asocian a cada una de las etapas que lo conforman, tomado en consideración que la sostenibilidad es un asunto novedoso, pero imperativo en la gestión de proyectos de construcción en países en desarrollo (Gan *et al.*, 2015).

**Figura 3.4** Modelo de implementación de innovaciones en gestión de proyectos de construcción



Fuente: Slaughter (2000) y Banihashemi *et al.* (2017)

A continuación se describen cada una de las etapas del modelo de Slaughter (2000). Para la descripción se recurre al texto original de Slaughter (2000) y a las aclaraciones que al respecto hacen Banihashemi *et al.* (2017) y Hosseini *et al.* (2018):

- **Etapa de Identificación:** en esta etapa se especifican los objetivos asociados con la gestión sostenible del proyecto y se identifican las alternativas para lograr los objetivos relacionadas con la sostenibilidad. Esta etapa se ve influenciada por los objetivos



---

estratégicos de la organización, por el entorno regulatorio y por el apoyo de los principales responsables de las decisiones.

- **Etapa de Evaluación:** una vez identificadas las alternativas para gestionar el proyecto de construcción de manera sostenible, estas deben ser evaluadas con respecto a los objetivos del proyecto y se debe medir el desempeño de cada alternativa respecto a criterios como costos, beneficios a largo plazo, desempeño, duración, viabilidad técnica, impactos ambientales, riesgos, complejidad, entre otros.
- **Etapa de Compromiso:** la tercera fase corresponde al compromiso de la organización con las alternativas seleccionadas en la etapa de evaluación para asegurar que el proyecto de construcción sea sostenible. El compromiso de la empresa se demuestra a través de la asignación de los recursos esenciales para la consecución de los objetivos del proyecto. Dichos recursos incluyen no solo la inversión inicial, el personal, los equipos y los recursos materiales, sino también los recursos a largo plazo para asegurar la sostenibilidad durante el ciclo de vida del proyecto.
- **Etapa de Preparación:** esta etapa consiste en preparar tanto a la organización como al proyecto, para asegurar la integración de las innovaciones que permitirán obtener una edificación sostenible. Un elemento importante en esta etapa es que se cuente con el equipo y el personal calificado para facilitar la implementación de la sostenibilidad como una innovación en la gestión del proyecto de construcción.
- **Etapa de Implementación:** la implementación de la sostenibilidad en proyectos de construcción implica una serie de cambios que pueden llegar a ser complejos al combinar diferentes sistemas y procesos. Como resultado, la etapa de implementación consiste en la gestión del cambio requerido en los procesos y la revisión de los procedimientos para aumentar los beneficios que se pueden obtener al incorporar la sostenibilidad en la construcción de una edificación.

Al tomar en consideración los argumentos sobre el uso del modelo de Slaughter (2000) y la descripción de las etapas que lo componen, se precisa que este será implementado en la presente investigación como punto de partida teórico para entender los FCE para la gestión de proyectos de construcción de edificaciones como una innovación en el contexto de los

países en desarrollo como Colombia (Boons y Lüdeke-Freund, 2013; Gan *et al.*, 2015 y Banihashemi *et al.*, 2017).

El modelo planteado por Slaughter (2000) para la implementación de innovaciones en la industria de la construcción resulta adecuado debido a que aporta claridad estructural y facilita el establecimiento de un orden jerárquico para priorizar la toma de decisiones por parte de los gerentes de proyectos (Liu *et al.*, 2016 y Banihashemi *et al.*, 2017). Por lo tanto, es fundamental comprender las percepciones de los gerentes con respecto a la integración de la sostenibilidad en las prácticas que utilizan (Ebbesen y Hope, 2013), teniendo en cuenta que estos se encuentran en el centro de las medidas y toma de decisiones que deben adaptarse para la entrega de proyectos y ejercen así una gran influencia en las partes interesadas en los mismos (Robichaud y Anantatmula, 2010; De Carvalho y Rabechini, 2011 y Martens y De Carvalho, 2016a).

Al tomar el modelo conceptual propuesto por Slaughter (2000), se pueden asociar los aspectos o FCE más importantes que deben tenerse en cuenta para la integración exitosa de la sostenibilidad en la gestión de proyectos de construcción de edificaciones en cada una de las etapas que conforman dicho modelo (Banihashemi *et al.*, 2017). Además, se debe tener presente que la selección del modelo está motivada por la relación que este tiene con las consideraciones de la sostenibilidad que se han descrito previamente, así como con las definiciones de gestión de proyectos sostenibles de Ning *et al.* (2009) y Silvius y Schipper (2014a) y su iteración con los FCE como una forma de gestión estratégica que pueden adoptar los gerentes para desarrollar mejores prácticas de gestión de la sostenibilidad en los proyectos de construcción (Pade *et al.*, 2008 y Banihashemi *et al.*, 2017).

### **3.4. Resumen del capítulo**

Este capítulo estuvo compuesto por tres partes principales. En la primera se abordó la definición y la evolución del concepto de gestión de proyectos, señalando la gestión de proyectos como un plan que incluye de manera temporal elementos de cambio a las organizaciones (Lundin y Söderholm, 1995), así como un esfuerzo transitorio llevado a cabo para crear un producto, servicio o resultados único (PMI, 2017). También se resaltó que la gestión de proyectos se ha transformado desde sus inicios a mediados del siglo XX, cuando

---

imperaban las metodologías poco flexibles basadas únicamente en la triple restricción (tiempo, costo y alcance), pasando a métodos holísticos en los que las relaciones humanas desempeñaban un papel central para las décadas de los 80 y 90's (Silvius *et al.*, 2012). Al mismo tiempo se destacó que la necesidad creciente de un equilibrio entre los aspectos económicos, sociales y ambientales ha impulsado la creación de una naciente escuela en gestión de proyectos, la cual se caracteriza por brindar las 'pistas' para la incorporación del TBL de la sostenibilidad en la consecución de los proyectos, por lo que la consideración de aspectos como el ciclo de vida se transforma de una visión "de la cuna a la tumba" a contemplarse "de la cuna a la cuna". La primera parte de este capítulo se cierra con la explicación de que uno de los campos de aplicación más urgente de esta nueva visión en gestión de proyectos corresponde a la construcción de edificaciones para poder contrarrestar los impactos ambientales inherentes a este sector (Banihashemi *et al.*, 2017 y Silvius, 2017).

La segunda parte de este capítulo se orientó a explicar que los Factores Críticos de Éxito (FCE) son aquellos asuntos verdaderamente importantes en los que un gerente de proyectos debería enfocar su atención para cumplir exitosamente con los objetivos del proyecto (Bullen y Rockart, 1981); además se detalló que en los últimos años se han efectuado investigaciones sobre la aplicación de los FCE en la Gestión de Proyectos Sostenibles de Construcción (GPSC), especialmente en países en desarrollo localizados en la región Asia-Pacífico. También se explicó que los FCE representan un marco estratégico aplicable a entornos específicos, independientemente de la metodología de gestión de proyectos acogida por las empresas que gestionan los proyectos de construcción (Banihashemi *et al.*, 2017 y Li *et al.*, 2019).

En conformidad con lo anterior, la tercera parte de este capítulo estuvo enfocada en reconocer que la Construcción Sostenible (CS) es un asunto apremiante que se ha venido difundiendo en los países en desarrollo, pero que necesita el uso de modelos prácticos que reconozcan su novedad e innovación para intensificar su implementación por parte de las organizaciones que gestionan los proyectos constructivos en países como Colombia. Por este motivo se precisó que el modelo de Slaughter (2000) resultaba factible y beneficioso para incorporar las alternativas sostenibles como innovaciones en gestión de proyectos edificatorios, dado que propone una serie de etapas que constan de aspectos que pueden ser

tomados en cuenta por los gerentes de proyectos sostenibles de construcción para adaptar de manera exitosa innovaciones de acuerdo con el TBL de la sostenibilidad y los objetivos del proyecto.

Tomando en cuenta las consideraciones y clarificaciones brindadas en el marco teórico del presente trabajo final de maestría, se abre paso al capítulo 4, el cual presenta el diseño metodológico abordado para determinar los FCE más importantes para la GPSC en el país empleando el modelo de Slaughter (2000).

## **4. Diseño Metodológico**

Como se describió previamente, el objetivo general del presente proyecto de grado es la determinación los FCE que afectan la integración de la sostenibilidad como una innovación en la gestión de proyectos de construcción de edificaciones en Colombia, por lo que en este capítulo se describirá la metodología definida para alcanzar dicho objetivo. Los temas que se abordarán comprenden el posicionamiento epistemológico, el enfoque y el tipo de investigación, así como la descripción detallada del terreno de investigación y del procedimiento empleado para encontrar los aspectos o FCE más importantes que deben tenerse en cuenta para la gestión de proyectos sostenibles de construcción de edificaciones en Colombia.

### **4.1. Paradigma epistemológico, enfoque y tipo de investigación**

#### **4.1.1. Paradigma epistemológico: el pragmatismo**

El término paradigma se refiere a un conjunto de creencias, valores y percepciones que son compartidas por una comunidad de especialistas (Donmoyer, 2008). Aunque existen múltiples definiciones de lo que es un paradigma (Morgan, 2007), en la presente investigación entendemos por paradigma una cosmovisión que puede ser o no asociada con una disciplina en específico, pero que sugiere una serie de patrones, concepciones y perspectivas que son apoyados, estudiados y difundidos por colectivos de investigadores (Given, 2008).

El paradigma epistemológico en el que se basa este estudio corresponde al Pragmatismo, el cual asume que la realidad puede ser abordada de manera singular, es decir que puede existir tanto una como múltiples teorías para explicar un fenómeno de estudio. Este enfoque ha sido desarrollado recientemente, entre otros, por Murphy (1990), Cherryholmes (1992) y Morgan (2007), quienes consideran al pragmatismo como un conjunto de planteamientos que valoran diferentes perspectivas del conocimiento y diferentes metodologías para explicar adecuadamente los problemas de estudio.

El argumento referido previamente también es soportado por el hecho de que el pragmatismo se enfoca en las consecuencias de la investigación, por lo que se fundamenta en la

importancia primordial de responder la pregunta de investigación, y por ello permite el uso de múltiples métodos de recolección de datos para abordar los fenómenos de interés Tashakkori y Teddlie (2003). Por tanto, Morgan (2007) describe que el pragmatismo es un enfoque epistemológico pluralista y orientado hacia ‘lo que funciona’ y su aplicación al mundo real; además argumenta que la cosmovisión pragmática permite una transformación de perspectiva, porque brinda un enfoque de pluralismo dialéctico.

En relación con lo anterior, Creswell y Clark (2017) plantean que el uso del pragmatismo resulta ser beneficioso para el desarrollo de investigaciones de tipo mixto, dado que permite al investigador recopilar datos tanto cualitativos como cuantitativos en una misma fase del proyecto, facilitando al mismo tiempo la fusión de dichos datos para abordar los fenómenos en cuestión. De igual manera, Tashakkori y Teddlie (2003) sostienen que el pragmatismo se asocia típicamente con las investigaciones basadas en métodos mixtos como una filosofía de estudio enfocada en lo práctico y orientada al uso de diferentes métodos, privilegiando de forma significativa la comprensión de la pregunta de investigación.

#### **4.1.2. Enfoque de la investigación: mixto (diseño exploratorio secuencial)**

El enfoque metodológico se refiere a la estrategia o plan de acción utilizado para recopilar, analizar e interpretar los datos (Creswell y Clark, 2017). Para el desarrollo de la presente investigación el enfoque abordado es de tipo mixto, el cual se define, según Tashakkori y Teddlie (1998), como la combinación de enfoques cualitativos y cuantitativos en la metodología de un estudio. Creswell y Clark (2017) afirman que, en los métodos mixtos, el investigador recopila y analiza rigurosamente datos tanto cualitativos como cuantitativos en respuesta a preguntas e hipótesis de investigación, diseñando y organizando estos procedimientos de manera lógica para la realización del estudio. El enfoque mixto es considerado como uno de lo más eficaces para realizar investigaciones en gestión y estudios organizacionales (Creswell *et al.*, 2003).

La aplicación del método mixto se llevó a cabo mediante un diseño exploratorio secuencial, en el que los datos cualitativos se recompilan inicialmente para conocer e informar sobre una teoría o generación de hipótesis que luego son probadas con datos cuantitativos (Creswell y Clark, 2017). De esta manera el procedimiento metodológico realizado en esta investigación corresponde a un diseño de *qual* → *QUAN* (*de cualitativo a cuantitativo*). Según Creswell y

Clark (2011), los diseños exploratorios secuenciales pueden ser medios adecuados para obtener el máximo beneficio de los datos cualitativos y cuantitativos; no obstante, los plazos del proyecto y las complejidades para acceder a los participantes puede limitar la capacidad de los investigadores para capitalizar los beneficios de este tipo de diseño. También el diseño exploratorio secuencial puede ponderar un tipo de datos como más importantes que otros, por lo que los primeros datos recopilados informan las decisiones de diseño y contenido para la segunda compilación de datos (Creswell y Clark, 2017).

### **4.1.3. Tipo y corte de la investigación: deductiva-transversal**

El presente trabajo de grado es de tipo deductivo, dado que se basó en un modelo conceptual (modelo de Slaughter, 2000), el cual comprende una serie hipótesis implícitas entre las etapas que lo componen como se muestra en la Figura 3.4, en donde la etapa de identificación influye en la de evaluación y a su vez está en la de compromiso, que al mismo tiempo afecta a las fases de preparación a nivel de la organización y del proyecto, que en conjunto repercuten sobre la etapa de implementación. Estas hipótesis fueron verificadas y confirmadas con la aplicación de los métodos cuantitativos de la tercera fase del diseño metodológico para determinar los FCE, como se precisa en el apartado 4.3 del presente capítulo. Además, el corte de este estudio fue de tipo transversal dado que los datos fueron recogidos en un solo momento del tiempo.

## **4.2. Terreno de la investigación**

El terreno de la investigación está conformado por las organizaciones que han desarrollado proyectos de construcción de edificaciones sostenibles en Colombia. Partiendo desde esta consideración, la población objeto de estudio son los proyectos de construcción certificados y en proceso de certificación sostenible desde el 2008 hasta el 31 de marzo de 2021 (363 proyectos registrados). En consecuencia, a continuación se describen las certificaciones sostenibles que se han adaptado en proyectos de edificaciones para diferentes usos en el país, especificando el número de proyectos asociados a cada una. En este mismo sentido, se exponen los datos referentes a las organizaciones del sector de construcción en el país que han gestionado los proyectos sostenibles de construcción y los cargos que han desempeñado y ejercen los profesionales que han contribuido a la gestión de este tipo de proyectos.

### 4.2.1. Proyectos inmobiliarios certificados y en procesos de certificación sostenible

Como se describió en la sección 2.2.3 del capítulo 2 del presente documento, el reconocimiento de la sostenibilidad desde las perspectivas sociales, económicas y ambientales en proyectos inmobiliarios a través de certificaciones inició en Colombia desde el 2008 con la creación del Consejo Colombiano de Construcción Sostenible (CCCS), el cual, en alianza con el GBCI (Green Business Certification Inc), ha promovido la adopción de las certificaciones LEED® y WELL® en sus diferentes grados y de la certificación TRUE; además el CCCS desarrolló una certificación propia para vivienda de acuerdo al contexto colombiano, la cual se denomina CASA Colombia. A esto se suma la promoción y divulgación de otras certificaciones por parte del CCCS como son: HQE™ y Fitwel®.

Por otra parte, desde el 2017 Camacol ha promovido la certificación EDGE en alianza con la Corporación Financiera Internacional (IFC por sus siglas en inglés). También en el país hay proyectos certificados mediante Living Building Challenge<sup>SM</sup>, por lo que a la fecha en Colombia se tienen ocho (8) tipos de certificaciones que reconocen en diferentes grados la sostenibilidad de los proyectos de construcción de edificaciones gestionados y construidos bajo esta premisa, destacando sus innovaciones y altos desempeños en comparación a las edificaciones convencionales.

Según un reporte comercial expuesto por el CCCS en mayo del presente año sobre el mercado de la CS, se tiene que, al 31 de marzo de 2021 se han certificado y están en proceso de certificación alrededor de trescientos sesenta y tres (363) proyectos de construcción de edificaciones en Colombia, como se expone en la Tabla 4.1.

**Tabla 4.1** *Número de proyectos certificados sosteniblemente y en proceso de certificación en Colombia hasta marzo de 2021*

Certificación	Número de proyectos asociados
LEED®	230
CASA Colombia	18
WELL®	9
HQE™	7



<b>Certificación</b>	<b>Número de proyectos asociados</b>
Fitwel®	2
EDGE	93
TRUE	1
LIVING BUILDING CHALLENGE <sup>SM</sup>	3
<b>Total</b>	<b>363</b>

*Fuente:* elaboración propia

De acuerdo con el número de proyectos sostenibles reportados, es importante anotar que las certificaciones más reconocidas y empleadas en Colombia son la certificación LEED®, CASA Colombia y EDGE. Estas tres en conjunto representan el 94 % del total de los proyectos certificados y en proceso de certificación sostenible al 31 de marzo de 2021 en el país.

Por consiguiente, y al efectuar la trazabilidad de cada uno de los proyectos de construcción reportados en las plataformas de los entes certificadores, se determinó que aproximadamente ciento ochenta y siete (187) organizaciones del sector de construcción en el país han estado involucradas en la gestión de este tipo de proyectos. Por este motivo se realizó una revisión exhaustiva de los sitios web y perfiles de estas organizaciones en plataformas como LinkedIn, en los que se evidenció que dentro de sus planteamientos estratégicos se encuentra la sostenibilidad desde las perspectivas ambiental, social y económica como un pilar fundamental para la gestión de proyectos de construcción en Colombia, evocando en algunos casos los compromisos que tiene el país en materia ambiental como los ODS y el COP 21, así como las diferentes certificaciones que existen en Colombia para lograr la *descarbonización* del sector de la construcción en la década actual, y resaltando los beneficios que ofrece una edificación sostenible a los usuarios a lo largo del ciclo de vida y el impacto positivo que estas generan a las comunidades. También muchas de estas organizaciones están afiliadas al CCCS y han sido reconocidas públicamente por sus logros en CS.

En consecuencia, se determinó integrarlas al presente trabajo de grado a través de una carta de invitación que tenía como propósito principal convocar a los colaboradores de estas compañías relacionados directamente con cargos de gestión de proyectos sostenibles para

que participaran en esta investigación mediante el diligenciamiento de una encuesta, tal como se detalla en el siguiente apartado y en el inciso 4.3.3.3 de este documento.

#### *4.2.1.1 Profesionales con experiencia en Gestión de Proyectos Sostenibles de Construcción (GPSC)*

En relación con lo expuesto en el inciso 2.3.2 del capítulo 2 sobre los roles en las empresas del sector de construcción en Colombia y de las cualificaciones requeridas para la asignación de los cargos en la gestión de proyectos de construcción, se procuró identificar los perfiles de los profesionales que han contribuido a las organizaciones en gestión de proyectos sostenibles, aunque es importante aclarar que la GPSC en Colombia es un asunto relativamente nuevo que se ha venido constituyendo en una tendencia para la década actual, lo cual implicará una demanda creciente de personal calificado en asuntos de sostenibilidad y la creación de nuevos roles en las organizaciones como se precisa en el Catálogo de Cualificaciones del Sector de la Construcción publicado en el 2020 por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) bajo el Marco Nacional de Cualificaciones (MNC) en conjunto con Camacol.

En consecuencia, para la realización del presente estudio se convocaron a profesionales que se hubieran desempeñado como gerentes, directores, coordinadores o cargos análogos en la gestión y ejecución de proyectos certificados sosteniblemente o en procesos de certificación en Colombia, o trabajadores que estuvieran a la fecha ejerciendo algunos de los cargos mencionados en organizaciones que han gestionado este tipo de proyectos y que a la vez contaran con experiencia en CS. Aquí es necesario precisar que en el país hay una serie de profesionales formados específicamente bajo los parámetros que comprenden algunas de las certificaciones mencionadas en la sección 4.2.1. A continuación se describen ciertas denominaciones asignadas a este grupo de trabajadores acreditados:

- Profesional LEED Green Associate
- Profesional LEED APs
- Profesional Avanzado CASA
- Profesional CASA

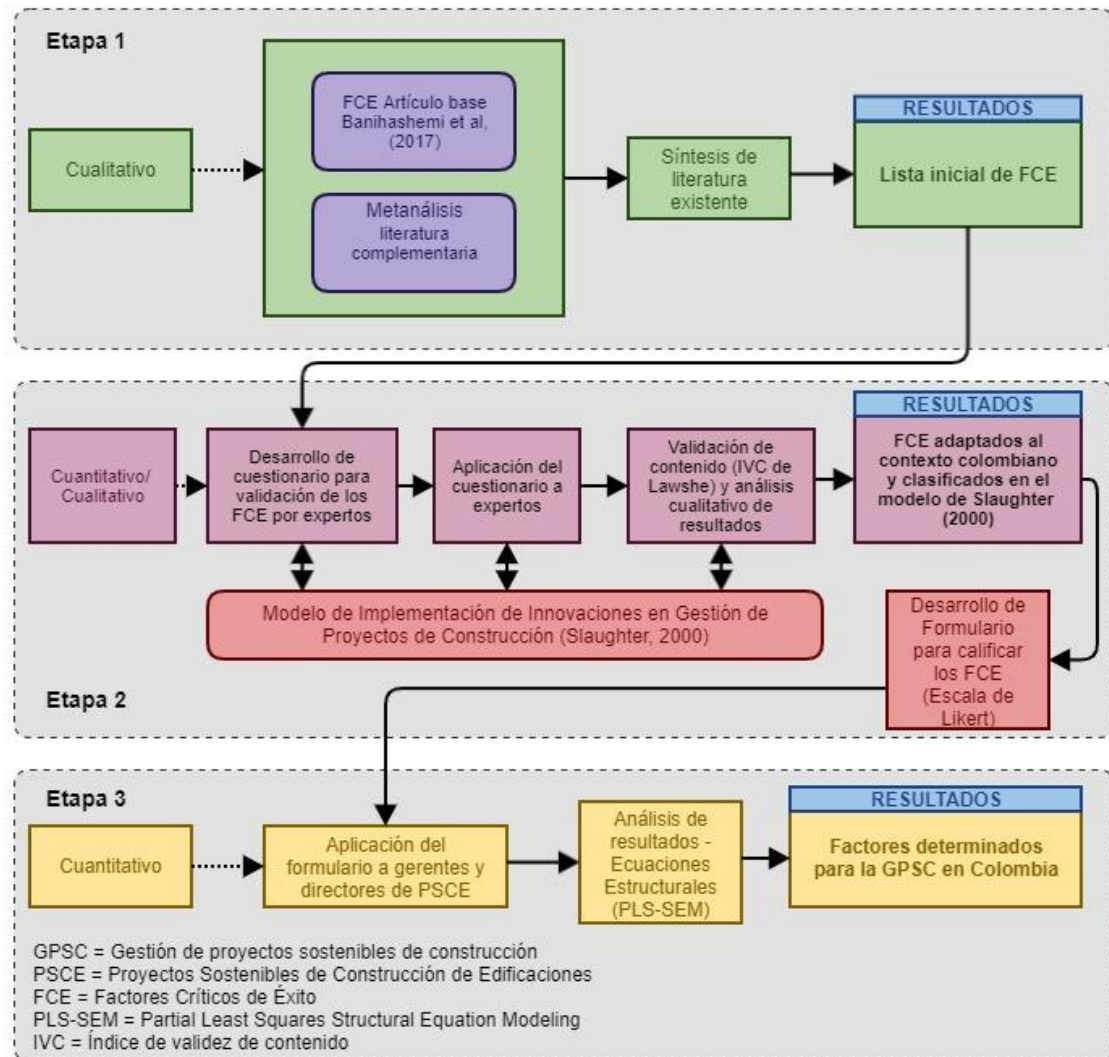
- Edge Expert

Muchos de estos profesionales han participado en la gestión de proyectos bajo cargos y roles que todavía no son reconocidos ampliamente en la industria de la construcción como son: coordinador de sostenibilidad, coordinador LEED, consultor en sostenibilidad, entre otros. Ello nos llevó a incluir a este conjunto de colaboradores en el desarrollo de la presente investigación.

### **4.3. Procedimiento para determinar los Factores Críticos de Éxito**

Como se expuso en la sección 4.1.2, el enfoque de la presente investigación corresponde a un diseño exploratorio secuencial en el que se parte de una serie de datos cualitativos y se finaliza con la recolección y el análisis de información de manera cuantitativa como se puede observar en la Figura 4.1, la cual muestra que el procedimiento para determinar los FCE para la integración de la sostenibilidad en gestión de proyectos de construcción de edificaciones en Colombia está constituido por tres fases principales. La primera corresponde a un metaanálisis cualitativo de la literatura referente a FCE asociados a la gestión de proyectos de construcción de edificaciones sostenibles y la revisión en profundidad de los FCE encontrados por Banihashemi *et al.* (2017) para países en desarrollo; la segunda corresponde a la adaptación de los factores encontrados en la primera etapa al contexto Colombiano mediante validación de contenido por parte de expertos; y la tercera consiste en definir e implementar el instrumento cuantitativo de medida para determinar los FCE relacionados con la gestión de proyectos sostenibles en Colombia y en aplicar el método estadístico escogido para el análisis de los datos obtenidos. Por consiguiente, para ejecutar las etapas expuestas en el diseño exploratorio secuencial, se debe tener presente que el modelo conceptual que se adaptó para comprender la implementación de la sostenibilidad como una innovación en la gestión de proyectos de construcción de edificaciones para diferentes usos en Colombia fue el planteado por Slaughter (2000), el cual se describió detalladamente en la sección 3.3.

**Figura 4.1** Etapas del procedimiento metodológico



Nota: el diseño metodológico es de tipo secuencial, por lo que los resultados obtenidos en la primera y segunda etapa son usados para dar continuidad al desarrollo de la metodología. Los resultados finales de esta investigación son los enunciados en la etapa 3.

Fuente: elaboración propia

### 4.3.1. Etapa 1. Metaanálisis cualitativo

Con el propósito de contextualizar y sintetizar el conocimiento existente sobre FCE relacionados con la integración de la sostenibilidad en proyectos de construcción, se realizó un análisis en profundidad del estudio publicado por Banihashemi *et al.* (2017), en el cual

se determinaron una serie de FCE para la gestión de proyectos sostenibles de construcción en países en desarrollo. Además, se efectuó una Revisión Sistemática de Literatura (RSL) en bases de datos indexadas como Business EBSCOhost, ELSEVIER mediante ScienceDirect, Emerald Insight, Scopus, WEB of Science (WOS) y Scielo a través de WOS, usando los términos de búsqueda que se citan en la Tabla 4.2, con una ventana de observación de diez años (2010 a 2020). Además se realizó una búsqueda en Google Scholar para ubicar publicaciones registradas en otras revistas académicas importantes en el campo de la gestión de proyectos de construcción. Por lo tanto, a los artículos encontrados se les aplicó los criterios de depuración expuestos por Chicaíza *et al.* (2017) para RSL en administración para evitar repetitividad y asegurar relevancia y un alto grado de relación con el tema de la investigación. En consecuencia, a las publicaciones obtenidas de la RSL se les sometió a evaluación del título, el resumen y las palabras claves, para definir los documentos a los que se les realizaría un metaanálisis cualitativo para extraer los FCE adicionales y consolidar la lista inicial de FCE necesarios para la gestión sostenible de proyectos de construcción en Colombia. Por lo tanto, la RSL efectuada en la presente investigación se basó en las siguientes consideraciones:

- **Selección de palabras clave:** las palabras clave fueron definidas en inglés dado que es el idioma bajo el que se han publicado el mayor número de artículos sobre FCE para la gestión sostenible de proyectos de construcción. Los términos tomados como claves fueron: ‘Critical Success Factors’, ‘Sustainability’, ‘Project Management’, ‘Integration’, ‘Developing Countries’ y ‘Construction Industry’
- **Planteamiento de la ecuación de búsqueda:** se usaron los términos expuestos en la Tabla 4.2 para formar las ecuaciones de búsqueda en cada una de las bases citadas previamente. Los términos que integraron la ecuación de búsqueda fueron definidos mediante la estrategia PICO (Santos, Pimenta y Nobre, 2007), la cual corresponde al acrónimo de P-Población, I-Punto de Intervención, C-Comparación de Variables y O-Resultado, por lo que para la definición de los términos asociados a cada una de las consideraciones de este método se tomó la pregunta de investigación del presente estudio y se definió cómo cada uno de los términos que la conforman se relacionaban con cada una de las dimensiones del método PICO como se muestra en la Tabla 4.2, en la que

- también se especifican los operadores lógicos usados en las ecuaciones de búsqueda en cada una de las bases de datos.
- **Extracción de las publicaciones:** los artículos encontrados mediante la RSL fueron descargados de las diferentes bases de datos en formatos CVS y exportados a Microsoft Excel con los siguientes descriptores: autores, título, año de publicación, fuente, abstract y palabras claves. También las publicaciones fueron exportadas en formato Bibtex para la generación de gráficas y mapas de análisis usando los Softwares R-Bibliometrix y VosViewer, a partir de los cuales se identificó el origen de las publicaciones, sus relaciones de cocitación, las palabras claves más usadas, las revistas indexadas con mayor número de publicaciones entre otros.
  - **Criterios de Inclusión:** las publicaciones seleccionadas comprendían los siguientes enfoques: i) investigaciones que determinaron FCE para la gestión de proyectos de construcción, ii) estudios relacionados con gestión de proyectos sostenibles, iii) artículos sobre sostenibilidad vista como una innovación en la gestión de proyectos de construcción, además las investigaciones elegidas correspondieron únicamente a las publicadas desde el 2010 en adelante. También se consideró que los tipos de documento fueran artículos publicados en revistas indexadas o de importancia para la gestión de proyectos en el campo de la construcción; así mismo se tuvo en cuenta el enfoque metodológico y los hallazgos obtenidos en cada documento.

**Tabla 4.2** *Términos de la ecuación de búsqueda definidos mediante la estrategia PICO*

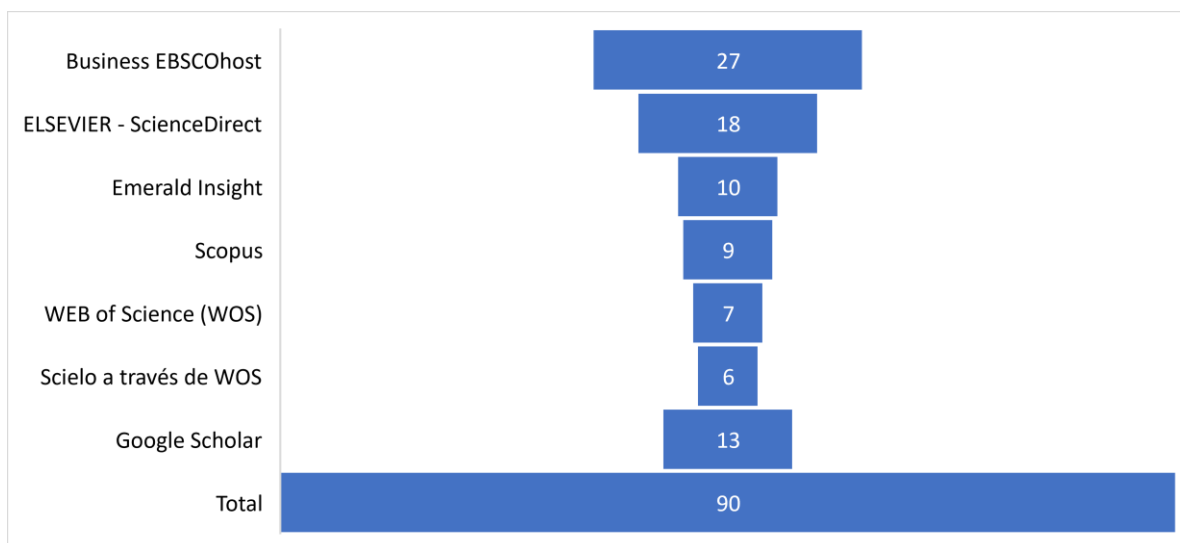
<b>Área de correspondencia</b>	<b>Combinación</b>
<b>Población:</b> Industria de la Construcción	"construction" OR "Construction Industry" OR "Building Industry"
<b>AND</b>	
<b>Punto de Intervención:</b> Sostenibilidad	"Sustainability" OR "Environmental Indicators" OR "Green Building" OR "Sustainable building" OR "Building environmental performance" OR "Ecological building"
<b>AND</b>	

<p><b>Comparación de Variables:</b> Factores críticos de éxito (CSFs por sus siglas en inglés)</p>	<p>“Critical Success Factors” <b>OR</b> “Success Factors” <b>OR</b> “Key success factors” <b>OR</b> “Construction Management Factors” <b>OR</b> “Project Success” <b>OR</b> “Critical” <b>OR</b> “Key issues”</p>
--	---

*Fuente:* elaboración propia

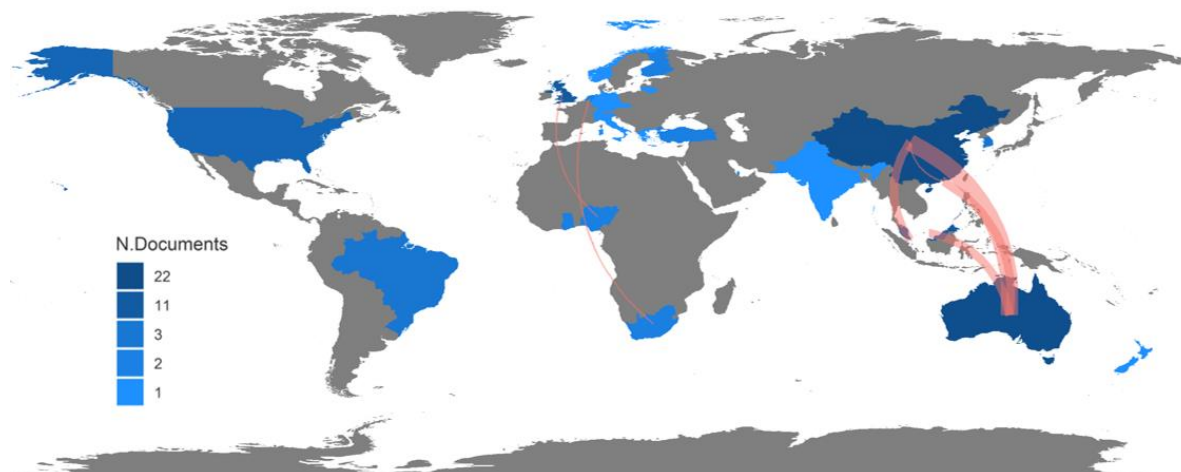
Al efectuar las búsquedas en las diferentes bases de datos y aplicar los criterios de depuración expuestos anteriormente, se obtuvieron un total de 90 artículos como se muestra en la Figura 4.2. El mayor número de publicaciones fueron localizadas a través de la base de datos de Business EBSCOhost, la cual aportó 27 artículos equivalentes al 30 % del total de los documentos encontrados. Además se debe precisar que del total de investigaciones encontradas, 50 corresponden a publicaciones realizadas durante el 2017, 2018, 2019 y 2020 (Ver Anexo A). A esto se suma que el mayor número de publicaciones fueron realizadas en Asia, en donde varios de los estudios corresponden a colaboraciones transnacional con Australia como se observa en la Figura 4.3.

**Figura 4.2** *Número de artículos encontrados en cada base de datos*



*Fuente:* elaboración propia

**Figura 4.3** Distribución geográfica de las publicaciones encontradas en la RSL



*Nota.* Las líneas de color rosado indican las colaboraciones transnacionales.

*Fuente:* elaboración propia (Software R-Bibliometría)

En el análisis de los datos obtenidos de la RSL también se encontró que el mayor número de artículos fueron publicados en 5 *Journals* principales: *Journal of Cleaner Production*, *Sustainable Development*, *Internacional Journal of Project Management*, *Sustainability (Switzerland)* y *Construction Management and Economics*, como se muestra en la Tabla 4.3. Además, en la Figura 4.4, se observa la relación entre los *Journals*, los autores y las palabras claves de los artículos encontrados en las revistas más relevantes. Allí se puede apreciar que la mayoría de las investigaciones se relacionan con los términos ‘construction industry’, ‘green building’, ‘sustainable development’, ‘sustainable construction’, ‘critical success factors’, ‘critical factors’ y ‘barriers’. Asimismo, en la Figura 4.5, se presenta la nube de palabras claves más citadas en los artículos obtenidos de la RSL: los términos ‘sustainability’, ‘sustainable construction’, ‘green buildings’, ‘critical success factor’, ‘stakeholder’ y ‘construction projects’ son los términos más repetidos en todas las publicaciones obtenidas en la RSL realizada.

**Tabla 4.3** Número de artículos por *Journals*

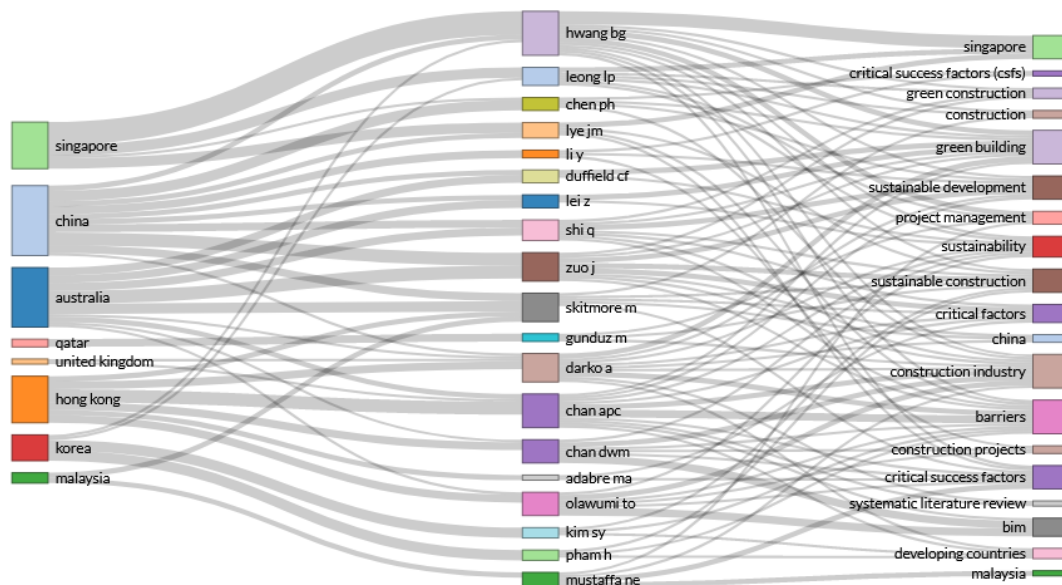
Fuentes más Relevantes	Número de Publicaciones
Journal of Cleaner Production	11
Sustainable Development	5



Fuentes más Relevantes	Número de Publicaciones
Construction Management and Economics	4
International Journal of Project Management	4
Sustainability (Switzerland)	4
Building and Environment	3
Construction Innovation	3
Technological and Economic Development of Economy	3
Building Research and Information	2
Built Environment Project and Asset Management	2
Engineering Construction and Architectural Management	2
Habitat International	2
International Journal of Sustainable Built Environment	2
Journal of Construction Engineering and Management	2
Journal of Management in Engineering	2
Sustainable Cities and Society	2
Otras Journals	37

Fuente: elaboración propia

**Figura 4.4** Journals más relevantes, respecto a autores y palabras claves



Fuente: elaboración propia (Software R-Bibliometría)

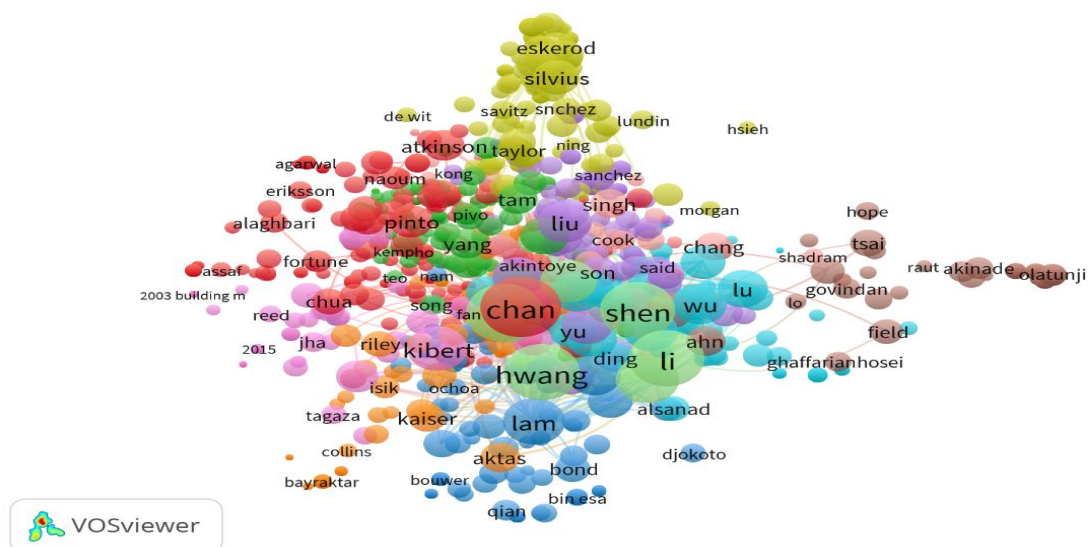
Figura 4.5 Términos más citados en los artículos encontrados en la RSL



Fuente: elaboración propia (Software R-Bibliometría)

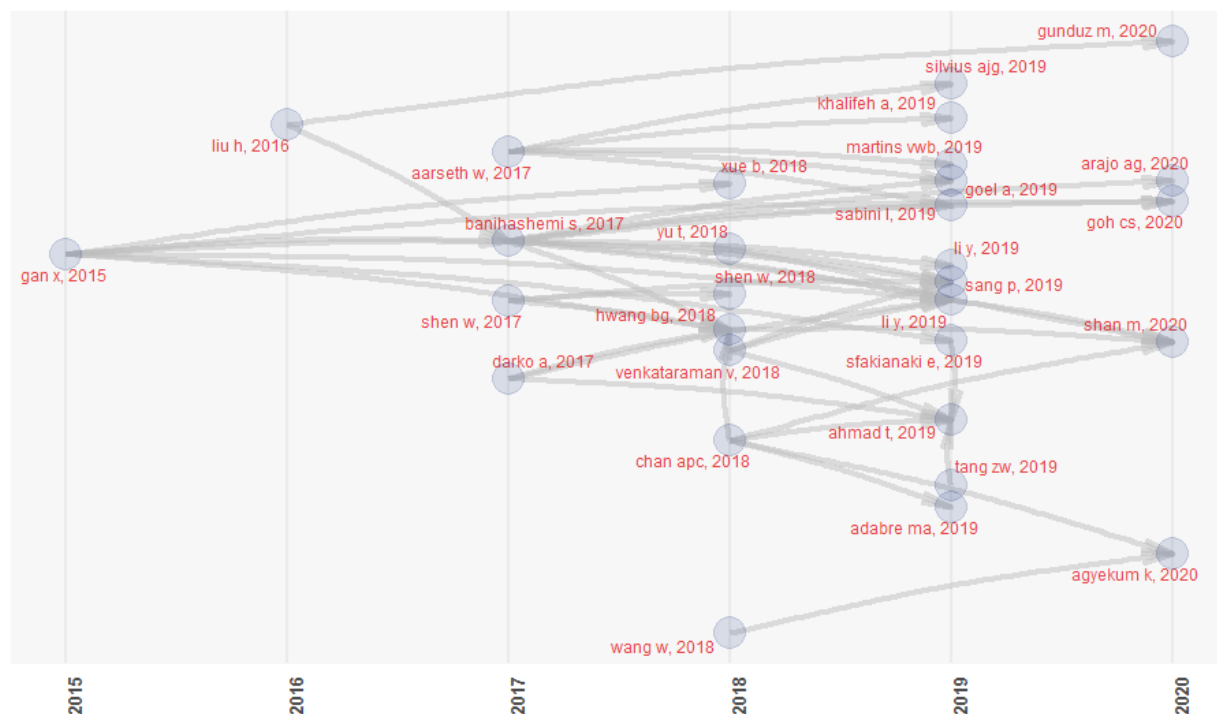
En cuanto a la citación de autores en las diferentes investigaciones, se halló mediante el uso del Software VOSViewer que los principales autores mencionados eran Chan, Shen, Li, Hwang, Chang, Liu, Silvius, Eskerod, Yu y Lam, como se puede observar en la Figura 4.6, quienes han sido citados en más de 10 publicaciones indexadas.

Figura 4.6 Autores más citados en las publicaciones obtenidas de la RSL



Fuente: elaboración propia (Software VOSviewer)

**Figura 4.7** Citaciones directas entre diferentes actores



*Fuente:* elaboración propia (Software R-Bibliometría)

Al realizar una revisión de las citaciones directas entre los autores, se tiene que desde el 2015 en adelante se constituyó una red de investigadores sobre gestión de proyectos sostenibles aplicados al campo de la construcción como se muestra en la Figura 4.7, hecho que está en concordancia con el aumento significativo de las publicaciones en los últimos años como se había expuesto anteriormente. Adicionalmente, es relevante exponer que estudios específicos sobre FCE para la integración de la sostenibilidad en proyectos de construcción en países con economías emergentes como los publicados por Aarseth *et al.* (2017); Banihashemi *et al.* (2017) y Shen *et al.* (2018), han constituido una base importante para las publicaciones referidas posteriormente sobre este tema.

De acuerdo con los hallazgos expuestos del metaanálisis cualitativo de literatura, se revisaron los 90 artículos localizados en las diferentes fuentes, bajo la consideración del planteamiento de Levy y Ellis (2006) acerca de ‘la aplicabilidad de la literatura’, la cual implica evaluar los resultados recopilados de estudios anteriores y retener solo los datos que son aplicables al objetivo del estudio; por lo tanto, para la presente investigación se

determinó que 28 publicaciones estaba relacionadas directamente con la determinación de los FCE para la gestión sostenible de construcción de edificaciones en Colombia. Las contribuciones de las publicaciones restantes fueron usadas para el planteamiento del problema de investigación y para el desarrollo del marco teórico.

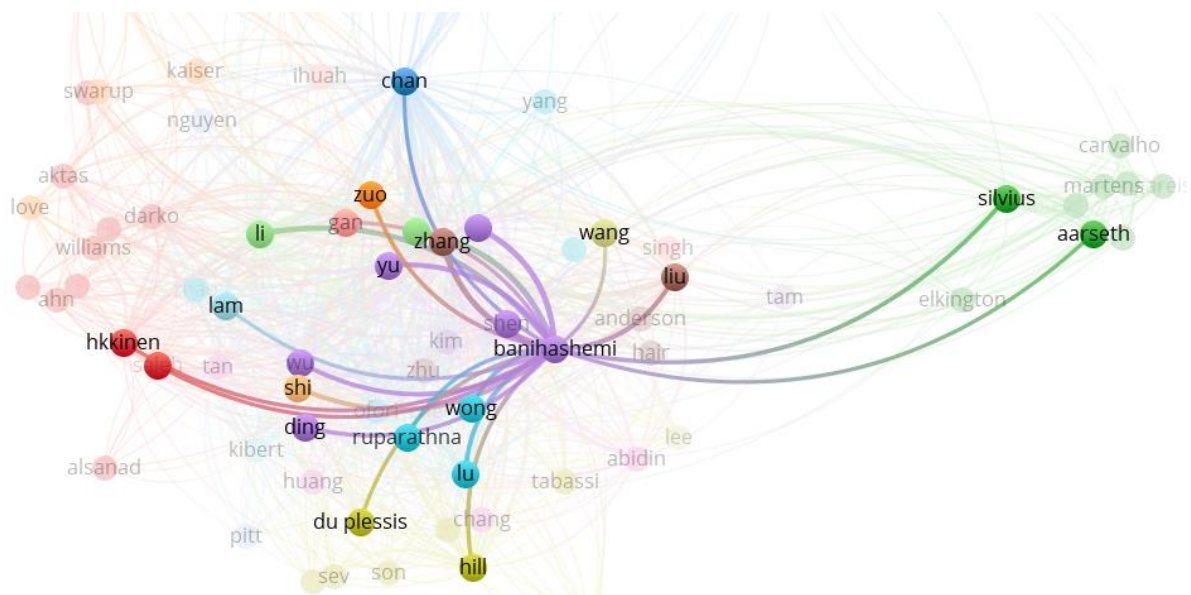
#### ***4.3.1.1 Síntesis de los FCE iniciales***

A partir de una revisión en profundidad de los 28 artículos que presentaban relación directa con el objetivo del presente trabajo de grado, como se expuso en la sección previa, se identificaron 425 FCE para la integración de la sostenibilidad en la gestión de proyectos de construcción. Muchos de estos se repetían en los diferentes estudios con ciertas diferencias en la priorización según el contexto, los modelos conceptuales y demás particularidades abordadas en cada investigación. Por lo tanto, y de acuerdo con Berg y Lune (2017), para la aplicación de métodos cualitativos de análisis de contenido se deben definir categorías analíticas o patrones de ocurrencia en las publicaciones revisadas para sintetizar los hallazgos por similitud; bajo esta premisa se decidió realizar un análisis minucioso de cada artículo y seleccionar una lista base de FCE para asociar los demás factores encontrados por proximidad y complementarla con otros FCE que hubieran sido referidos en varias publicaciones.

En relación con lo anterior, se eligieron como base para el presente estudio los FCE encontrados por Banihashemi *et al.* (2017) en su revisión de literatura, teniendo en cuenta que estos factores fueron considerados para el contexto específico de gestión de proyectos edificatorios sostenibles en países en desarrollo. También dicho estudio analizó los FCE identificados en estudios publicados antes de 2017 como el de Li *et al.* (2011); Shi, *et al.* (2013) y Gan *et al.* (2015), los cuales también fueron hallados en la RSL ejecutada en la presente investigación como se puede evidenciar en la Figura 4.8 referente a las citaciones de literatura por parte de Banihashemi *et al.* (2017). A esto se suma que Banihashemi *et al.* (2017) efectuaron la aplicabilidad de la literatura de acuerdo con lo propuesto por Levy y Ellis (2006), para seleccionar únicamente las publicaciones que reflejaran el objetivo del estudio y el contexto en cuestión (países en desarrollo), para lo cual establecieron tres criterios: i) aplicabilidad a países en desarrollo, ii) aplicabilidad de las la perspectiva social,

económica y ambiental o también conocidas 'Triple Bottom Line' (TBL) de la sostenibilidad y iii) relevancia para las prácticas de gestión de proyectos de construcción de edificaciones; estos aspectos están en concordancia con los objetivos y el tema central de la investigación actual.

**Figura 4.8** Citaciones de literatura por parte de Banihashemi *et al.* (2017)



*Fuente:* elaboración propia (Software VOSviewer)

Es importante aclarar que otras listas amplias y recientes de FCE como las de Kiani Mavi y Standing (2018); Ahmad, Aibinu y Stephan (2019); Li *et al.* (2019) y Sfakianaki (2019) no fueron seleccionadas debido a que en algunas de estas investigaciones (Sfakianaki, 2019) los factores se enfocaron únicamente en las etapas de diseño y planificación del proyecto y no en la gestión en general. Otros autores como Ahmad, Aibinu y Stephan (2019) analizaron un gran número de artículos (77 en total) hallando usos indistintos entre los FCE con respecto a las barreras y los Atributos de Ejecución de Proyectos (PDAs por sus siglas en inglés), por lo que la lista obtenida en este artículo no correspondía completamente a FCE. En contraste, las investigaciones de Kiani Mavi y Standing (2018) y Li *et al.* (2019) determinaron en su mayoría FCE muy similares a los de Banihashemi *et al.* (2017), pero sus listas de factores eran más reducidas (38 y 28 FCE respectivamente), dejando por fuera ciertos factores claves que sí eran considerados por Banihashemi *et al.* (2017).

Con las observaciones descritas previamente, se determinó finalmente que los FCE encontrados en la revisión de literatura por parte de Banihashemi *et al.* (2017) eran los óptimos para ser considerados como las categorías de partida para la definición del conjunto de FCE que serían analizados en las etapas 2 y 3 del presente trabajo de grado. Por lo tanto, se procedió a no considerar los FCE identificados en publicaciones realizadas antes del 2017 y analizadas por Banihashemi *et al.* (2017), tales como las de Li *et al.* (2011); Shi, *et al.* (2013) y Gan *et al.* (2015), lo que permitió excluir 56 factores de los 425 identificados en la RSL; por lo que el análisis de los factores se redujo a 11 artículos publicados del 2017 hasta el 2020, de los que se excluyeron los 56 FCE identificados por Banihashemi *et al.* (2017) en su RSL, es decir que la lista de factores a la que se les aplicó análisis cualitativo de contenido fue de 313. Estos FCE potenciales fueron asociados a los factores encontrados por Banihashemi *et al.* (2017), mediante criterios de concordancia y similitud contextual para explorar el uso de estos mediante un análisis de frecuencia u ocurrencia de acuerdo con lo propuesto por Hsieh y Shannon (2005) y Vaismoradi, Turunen y Bondas (2013).

En relación con lo anterior, los FCE base fueron analizados individualmente verificando al mismo tiempo en cuáles de las investigaciones del 2017 al 2020 se habían encontrado factores similares, por lo que se definió que únicamente se tendrían en cuenta los FCE con una frecuencia de citación en mínimo 3 artículos indexados sin incluir el de Banihashemi *et al.* (2017), esto de acuerdo con el enfoque sumativo que proporciona el análisis de contenido para comprender, mediante la cuantificación, el uso contextual de las categorías definidas en los contenidos de las diferentes publicaciones (Hsieh y Shannon, 2005 y Vaismoradi, Turunen y Bondas, 2013). Por lo tanto, de los 56 FCE base se excluyeron 2 factores que fueron únicamente citados por Banihashemi *et al.* (2017), obteniendo una lista base de 54 factores potenciales referidos en 3 y más artículos como se muestra en la Tabla 4.4 y en la Figura 4.9. A estos se les sumaron 17 FCE adicionales que fueron identificados en las demás publicaciones analizadas, al comprobar que estos factores se reportaban con una alta ocurrencia como se puede observar en la Figura 4.9, en la cual se muestra un análisis de la frecuencia de todos los FCE potenciales identificados. Al sumar los factores base con los adicionales, se obtuvo **una lista inicial de 71 FCE** para la GPSC aplicable a economías emergentes como es el caso de Colombia.

**Tabla 4.4** Lista de FCE potenciales obtenidos de estudios previos

Factor	Descripción de los FCE Potenciales	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
F1	Conocimiento y conciencia de la entrega de un proyecto sostenible en el Equipo de Gestión de Proyecto (EGP)				X			X				X
F2	Existencia de relaciones armónicas con las partes interesadas		X			X	X	X	X	X	X	X
F3	Aplicación de un esquema de planeación efectivo		X		X	X		X	X	X	X	
F4	Énfasis en el desarrollo de un trabajo de alta calidad		X						X	X		
F5	Fuerte compromiso con la entrega del proyecto sostenible por parte de los interesados				X	X			X	X	X	X
F6	Disposición del cliente para atender las necesidades de otras partes interesadas	X			X	X				X		X
F7	Cumplimiento de las reglas anticorrupción y de las regulaciones en el proceso de toma de decisiones				X			X		X	X	
F8	Estilo adecuado de liderazgo de los Gerentes de Proyecto					X			X	X		
F9	Evaluación de las necesidades de los diferentes grupos de interés			X	X			X			X	X
F10	Aceptación de la comunidad hacia el proyecto			X	X				X	X		
F11	Estabilidad económica y política (local, regional y nacional)		X				X	X		X		
F12	Cultura organizacional que apoye la gestión de proyectos sostenibles		X	X				X	X	X		
F13	Existencia de políticas gubernamentales que establezcan los principios de sostenibilidad en proyectos de construcción	X	X	X	X			X	X	X	X	X
F14	Objetivos y prioridades en materia de sostenibilidad claramente definidos por parte de todos los actores interesados	X	X						X	X	X	X
F15	Alineamiento estratégico de los objetivos del proyecto con las necesidades de las partes interesadas		X	X						X		
F16	Documentación contractual clara y completa		X					X		X		
F17	Alcance y restricciones del trabajo bien definidas		X							X		X

<b>Factor</b>	<b>Descripción de los FCE Potenciales</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>9</b>	<b>10</b>	<b>11</b>
F18	Método de contratación efectivo			X			X			X		X
F19	Experiencia y competencias del gerente de proyecto en materia de sostenibilidad		X				X		X	X	X	X
F20	Disponibilidad y asignación de recursos (fondos, maquinaria, materiales, entre otros)		X		X	X		X	X	X	X	X
F21	Equipo de gestión de proyecto (EGP) competente y multidisciplinario					X	X		X	X	X	
F22	Proceso de compras transparente y competitivo		X		X			X	X	X		X
F23	Existencia de mecanismos de asignación de roles y responsabilidades en la organización		X		X					X		
F24	Apoyo y cooperación del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP) en la entrega del proyecto sostenible		X		X	X	X		X	X	X	
F25	Alto grado de confianza entre los integrantes del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP)		X				X		X	X	X	
F26	Difusión efectiva y abierta del conocimiento entre los miembros del Equipo de Gestión de Proyecto (EGP)		X					X	X	X		X
F27	Acuerdos definidos para aplicar metodologías sistemáticas de gestión de proyectos		X		X	X						
F28	Adaptabilidad a los cambios o adiciones al alcance del proyecto		X							X		X
F29	Aplicación de un proceso efectivo de toma de decisiones por parte del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP)			X						X		X
F30	Aplicación de un régimen efectivo de control y aseguramiento de calidad integrando asuntos de sostenibilidad		X						X	X		
F31	Aplicación de una metodología efectiva de monitoreo y realimentación del proyecto		X		X	X			X		X	
F32	Despliegue realista y actualizado de costos y estimados por parte del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP)		X					X	X	X	X	
F33	Aplicación de una gestión efectiva del riesgo del proyecto por parte del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP)		X						X	X	X	X
F34	Aplicación de un sistema efectivo de gestión de cambios del proyecto		X							X	X	X



Factor	Descripción de los FCE Potenciales	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
F35	Implementación de un protocolo efectivo de comunicación e intercambio en todos los niveles de toma de decisión del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP)						X			X		X
F36	Uso de las lecciones aprendidas en proyectos anteriores por parte del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP)		X	X						X	X	
F37	Uso efectivo de los recursos, de acuerdo con la planeación inicial.			X		X				X	X	
F38	Aplicación de protocolos efectivos de salud y seguridad en el trabajo por parte del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP)							X	X			X
F39	Uso de tecnologías de construcción y de metodologías modernas y actualizadas para la ejecución de proyectos	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
F40	Gestión de impactos ambientales por parte del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP)			X	X	X		X		X		
F41	Gestión de residuos		X	X				X				
F42	Compromiso del cliente con los objetivos de sostenibilidad del proyecto							X		X		X
F43	Apoyo de la alta gerencia a los objetivos de sostenibilidad del proyecto	X	X			X	X		X	X	X	X
F44	Manejo adecuado de los cambios en el alcance del proyecto durante la construcción		X							X		X
F45	Uso efectivo de hechos y datos para apoyar las acciones en todos los niveles de toma de decisiones			X						X	X	
F46	Control efectivo del alcance, del tiempo y del costo del proyecto		X		X			X	X	X		X
F47	Continuidad de la participación de las partes interesadas en el proyecto		X						X	X		
F48	Aceptación social y política del proyecto						X	X		X		
F49	El proyecto evita contar con un exceso de cargos administrativos		X		X					X		
F50	Participación de la comunidad		X					X	X	X	X	
F51	Existencia de mecanismos de rendición de cuentas				X					X		X
F52	Compras competitivas de suministros, servicios y materiales sostenibles								X	X		X

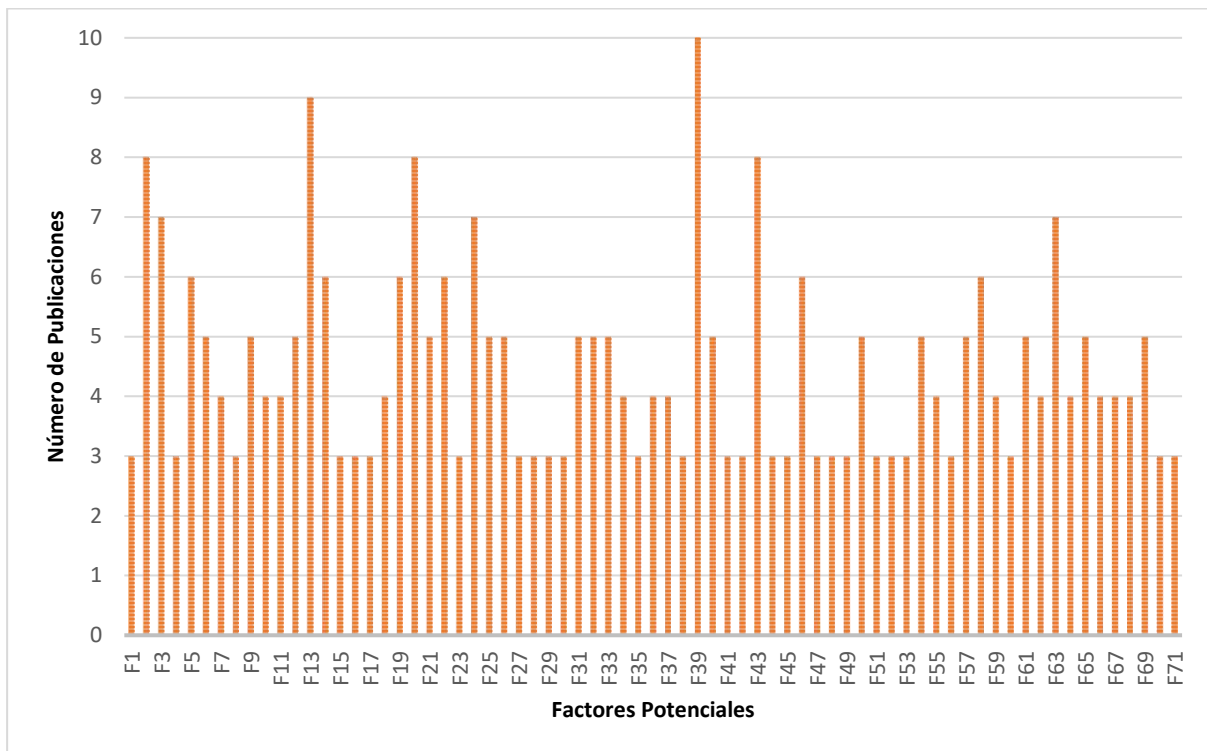
Factor	Descripción de los FCE Potenciales	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
F53	Investigación clara y completa del proyecto antes de la celebración del proceso contractual		X							X		X
F54	Determinación de detalles adecuados de diseño y especificaciones							X	X	X	X	X
F55	Uso de herramientas para el diseño sostenible		X	X				X		X		
F56	Disponibilidad y costo de materiales reciclados o sostenibles y de tecnologías amigables con el medio ambiente		X					X		X		
F57	Asequibilidad y beneficios económicos derivados de incentivos del gobierno			X	X			X		X		X
F58	Consideración de beneficios en calidad de vida, asociados al tipo de proyecto (vivienda, industria, dotacional, etc.) en la fase de diseño		X		X		X	X		X		X
F59	Viabilidad del proyecto por condiciones del mercado y competitividad		X		X			X		X		
F60	Gestión del ciclo de vida del proyecto		X					X				X
F61	Competencia y habilidad del diseñador en materia de sostenibilidad						X	X	X	X	X	
F62	Uso de mecanismos y métodos innovadores en la sostenibilidad a lo largo del ciclo de vida del proyecto			X			X	X		X		
F63	Educación y entrenamiento en sostenibilidad del equipo del proyecto y subcontratistas	X			X			X	X	X	X	X
F64	Especificaciones del proyecto como tamaño, ubicación, nivel de complejidad, entre otros		X			X	X			X		
F65	Existencia de una cadena de abastecimiento orientada a la sostenibilidad integral		X		X				X	X		X
F66	Participación del usuario final en el proyecto		X						X	X	X	
F67	Competencia, habilidad y experiencia del subcontratista en proyectos de construcción sostenible	X		X			X			X		
F68	Retorno adecuado de la inversión			X	X					X		X
F69	Participación de un consultor experto en construcción sostenible	X			X	X				X		X
F70	Metodología para la identificación de problemas y retroalimentación efectiva					X				X	X	

Factor	Descripción de los FCE Potenciales	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
F71	Integración de tecnologías para maximizar la eficiencia energética		X					X		X		

**Nota.** 1. Aarseth *et al.* (2017); 2. Kiani Mavi y Standing (2018); 3. Yu *et al.* (2018); 4. Bakar *et al.* (2018); 5. Venkataraman y Cheng (2018); 6. Shen *et al.* (2018); 7. Sfakianaki (2019); 8. Li *et al.* (2019); 9. Ahmad, Aibinu y Stephan (2019); 10. Sang, y Yao (2019) y 11. Shan *et al.* 2020

Fuente: elaboración Propia

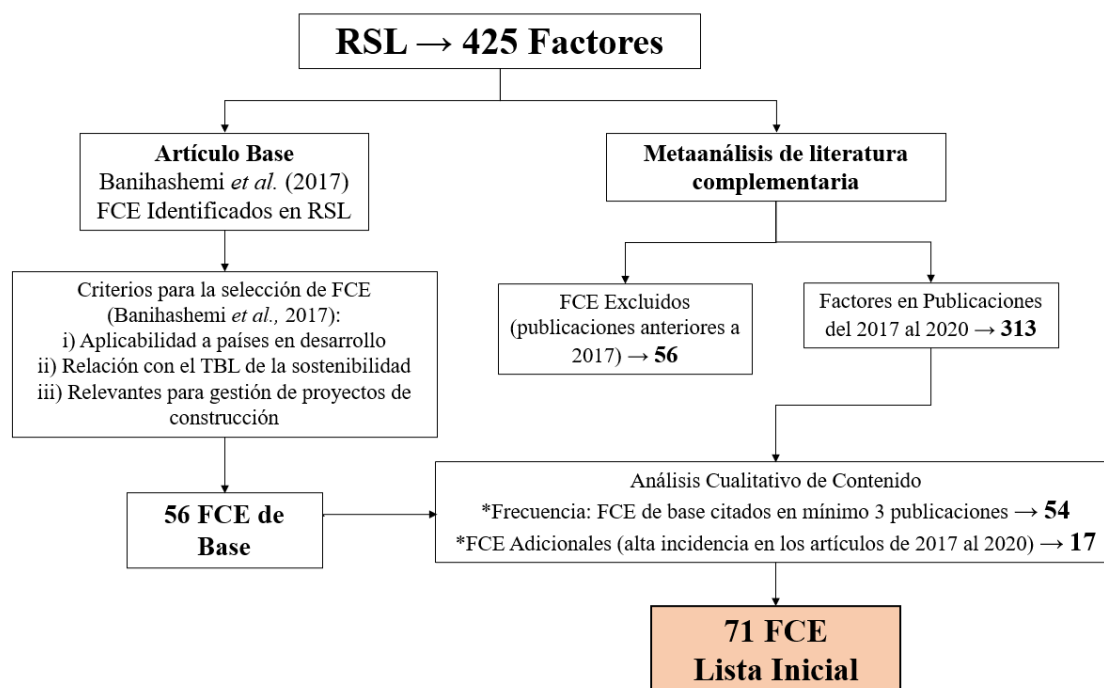
**Figura 4.9** Frecuencia en la que se repiten los FCE potenciales en las diferentes



Fuente: elaboración Propia

En la Figura 4.10 se resume el proceso de síntesis de los FCE potenciales seguido durante el desarrollo de la primera etapa del diseño metodológico planteado para el presente trabajo de grado, haciendo énfasis en las decisiones tomadas para la reducción de los 425 FCE encontrados de la RSL a los 71 FCE potenciales, los cuales constituyeron el punto de partida para la realización de la segunda etapa de esta investigación, la cual se describe en el apartado 4.3.2.

**Figura 4.10** Resumen proceso de síntesis de Factores Críticos de Éxito (FCE) iniciales



*Fuente:* elaboración propia

### 4.3.2. Etapa 2. Validación de los FCE para el contexto colombiano bajo un modelo de implementación de innovaciones

La segunda etapa del proceso metodológico se enfocó en la adaptación de la lista de factores potenciales obtenidos en la etapa 1 al contexto de la industria de la construcción en Colombia mediante validación de contenido por parte de expertos. Esta es una técnica cuantitativa que busca validar el grado de acuerdo entre los jueces mediante la aplicación de un instrumento (Wilson, Pan y Schumsky, 2012; Ayre y Scally, 2014). Para la adaptación del método descrito se desarrollaron los procedimientos que se describen a continuación:

#### 4.3.2.1 Preclasificación de los factores potenciales en un modelo de implementación de innovaciones

Los factores potenciales encontrados en la primera fase fueron preclasificados en el modelo de implementación de innovaciones de Slaughter (2000) descrito en la sección 3.2, al considerar la implementación de la sostenibilidad en la gestión de proyectos de construcción

como una innovación para países en desarrollo como Colombia (Boons y Lüdeke-Freund, 2013; Gan *et al.*, 2015; y Mollaoglu *et al.*, 2016). Este modelo consta de cinco etapas: (1) identificación, (2) evaluación, (3) compromiso, (4) preparación de la organización y del proyecto, (5) implementación, como se muestra en la Figura 3.4 expuesta en el anterior capítulo. Teniendo en cuenta las definiciones y consideraciones planteadas para cada etapa por Slaughter (2000); Banihashemi *et al.* (2017) y Hosseini *et al.* (2018), se asociaron a las etapas los factores potenciales correspondientes como se expone en la Tabla 4.5.

**Tabla 4.5** *Preclasificación de la lista de factores iniciales en las etapas del modelo Slaughter (2000)*

<b>Etapas</b>	<b>Consideraciones</b>	<b>Factores Potenciales de la Tabla 4.4 Preclasificados</b>
Identificación	Los factores asociados a esta etapa se caracterizan por estar relacionados con los objetivos de gestión de la sostenibilidad en el proyecto, los cuales están influenciados por aspectos como la estrategia organizacional, el entorno regulatorio y el apoyo de los principales responsables de las decisiones.	F3, F6, F7, F13, F14, F17, F27, F50, F54, F55, F58, F60, F62, F66 y F69
Evaluación	Los elementos claves vinculados con esta etapa están en sincronía con la valoración de las diferentes opciones innovadoras para asegurar la implementación exitosa de la sostenibilidad de acuerdo con los objetivos del proyecto y de criterios como costo, beneficio a largo plazo, desempeño, duración, viabilidad técnica, impactos ambientales, riesgos, complejidad, entre otros.	F1, F2, F9, F10, F11, F12, F15, F26, F29, F45, F48, F56, F57, F59, F64 y F68
Compromiso	Los catalizadores de la etapa de compromiso se distinguen por el acuerdo y la responsabilidad que tiene la organización para asignar los recursos esenciales como la inversión inicial, el personal, los equipos y los recursos materiales entre otros para asegurar que el proyecto sea sostenible y provea los beneficios implícitos de este tipo de proyectos a lo largo de su ciclo de vida.	F4, F5, F20, F24, F28, F37, F42 y F43
Preparación a nivel de la organización y del Proyecto	Los aspectos más importantes vinculados con la etapa de preparación tanto a nivel de la organización como del proyecto corresponden a aquellos que aseguren la implementación de la sostenibilidad como una innovación en la gestión del proyecto de construcción, por lo que un enfoque importante en esta etapa es que se cuente con el	*Factores asociados con la preparación a nivel de la organización: F16, F18, F22, F23, F38, F49, F51, F53 y F65 *Factores asociados con la preparación del

Etapa	Consideraciones	Factores Potenciales de la Tabla 4.4 Preclasificados
	equipo y el personal calificado para facilitar la implementación de la sostenibilidad.	proyecto: F8, F19, F21, F25, F30, F31, F32, F33, F34, F35, F36, F46, F52, F61, F63 y F67
Implementación	Los factores por considerar en esta etapa están relacionados con la gestión del cambio en los diferentes sistemas y procesos, además con la revisión y adaptación de los procedimientos e innovaciones para incorporar la sostenibilidad y aumentar los beneficios que esta puede proveerles a las construcciones.	F39, F40, F41, F44, F47, F70 y F71

*Fuente:* elaboración propia

#### ***4.3.2.2 Elaboración del instrumento para validación de los factores por parte de expertos***

A partir de la preclasificación de los factores potenciales en las etapas del modelo de implementación de las innovaciones en gestión de proyectos de construcción planteado por Slaughter (2000), se procedió a desarrollar un instrumento dirigido a expertos en gestión de proyectos de construcción en Colombia (ver Anexo B), el cual estaba integrado por tres partes como se describe a continuación:

- En primera parte del cuestionario se citaba el objetivo de la encuesta respecto al proyecto de investigación; además se exponía que los factores potenciales encontrados en la RSL estaban asociados a las etapas del modelo de Slaughter (2000), así como las políticas legales bajo las cuales serían manipulados los datos proporcionados por los expertos.
- La segunda parte correspondía a la solicitud de datos demográficos a los jueces o expertos como formación profesional, ocupación y años de experiencia gestionando proyectos sostenibles de construcción.
- En la tercera parte del cuestionario se precisaba sobre las consideraciones de cada etapa del modelo de Slaughter (2000) y se describieron cada uno de los factores vinculados a cada etapa asignándoles códigos de identificación como se especifica en la Tabla 4.6. Además se solicitaba que cada factor se evaluara mediante una escala de Lawshe (1975) para validación de contenido, la cual considera tres criterios de calificación: ‘Esencial’,

‘Útil pero No Esencial’ o ‘No Necesario’. También se proveían espacios para observaciones por cada uno de los factores revisados y, al final de cada sección (factores asociados a una etapa específica), se brindaba un espacio para que el experto describiera nuevos factores relacionados directamente con el contexto de la industria de la construcción en Colombia.

**Tabla 4.6** *Asignación de códigos a los factores potenciales según la etapa del modelo de Slaughter (2000)*

<b>Etapas (Apostrofe)</b>	<b>Factores Potenciales: Códigos Asignados</b>
Identificación (ID)	F3: <b>IDF1</b> , F6: <b>IDF2</b> , F7: <b>IDF3</b> , F13: <b>IDF4</b> , F14: <b>IDF5</b> , F17: <b>IDF6</b> , F27: <b>IDF7</b> , F50: <b>IDF8</b> , F54: <b>IDF9</b> , F55: <b>IDF10</b> , F58: <b>IDF11</b> , F60: <b>IDF12</b> , F62: <b>IDF13</b> , F66: <b>IDF14</b> y F69: <b>IDF15</b>
Evaluación (E)	F1: <b>EF1</b> , F2: <b>EF2</b> , F9: <b>EF3</b> , F10: <b>EF4</b> , F11: <b>EF5</b> , F12: <b>EF6</b> , F15: <b>EF7</b> , F26: <b>EF8</b> , F29: <b>EF9</b> , F45: <b>EF10</b> , F48: <b>EF11</b> , F56: <b>EF12</b> , F57: <b>EF13</b> , F59: <b>EF14</b> , F64: <b>EF15</b> y F68: <b>EF16</b>
Compromiso (C)	F4: <b>CF1</b> , F5: <b>CF2</b> , F20: <b>CF3</b> , F24: <b>CF4</b> , F28: <b>CF5</b> , F37: <b>CF6</b> , F42: <b>CF7</b> y F43: <b>CF8</b>
Preparación de la Organización (PO)	F16: <b>POF1</b> , F18: <b>POF2</b> , F22: <b>POF3</b> , F23: <b>POF4</b> , F38: <b>POF5</b> , F49: <b>POF6</b> , F51: <b>POF7</b> , F53: <b>POF8</b> y F65: <b>POF9</b>
Preparación en el Proyecto (PP)	F8: <b>PPF1</b> , F19: <b>PPF2</b> , F21: <b>PPF3</b> , F25: <b>PPF4</b> , F30: <b>PPF5</b> , F31: <b>PPF6</b> , F32: <b>PPF7</b> , F33: <b>PPF8</b> , F34: <b>PPF9</b> , F35: <b>PPF10</b> , F36: <b>PPF11</b> , F46: <b>PPF12</b> , F52: <b>PPF13</b> , F61: <b>PPF14</b> , F63: <b>PPF15</b> y F67: <b>PPF16</b>
Implementación (IM)	F39: <b>IMF1</b> , F40: <b>IMF2</b> , F41: <b>IMF3</b> , F44: <b>IMF4</b> , F47: <b>IMF5</b> , F70: <b>IMF6</b> y F71: <b>IMF7</b>

*Fuente:* elaboración propia

#### **4.3.2.3** *Aplicación del instrumento de validación a los expertos*

El instrumento para validación de contenido fue dirigido a expertos en Gestión de Proyectos Sostenibles de Construcción (GPSC) en Colombia, de modo que la selección de los posibles jurados se hizo mediante muestreo intencional como lo plantea Bazeley (2013). Este mecanismo garantizó que los expertos abordados fueran académicos con amplios conocimientos en el desarrollo de investigaciones relacionadas con el objeto de estudio de presente trabajo de grado y de profesionales con experiencia adecuada en la gestión de la sostenibilidad en proyectos de construcción de edificaciones para diferentes usos en el país.

De acuerdo con lo anterior, los expertos fueron convocados a participar en el diligenciamiento de la encuesta en línea de validación de FCE potenciales clasificados en el modelo de implementación de innovaciones en proyectos de construcción propuesto por Slaughter (2000), a través del correo electrónico, al que se les envió una carta de invitación en la que se especificaba el enlace en el que podían resolver el instrumento y un video motivacional corto. En ambas comunicaciones se describía el objetivo de la presente investigación y se hacía énfasis en la importancia de los aportes, comentarios y sugerencias que pudieran brindar este selecto grupo de académicos y profesionales para adaptar los factores potenciales al contexto Colombiano como se muestra en los Anexos C y D.

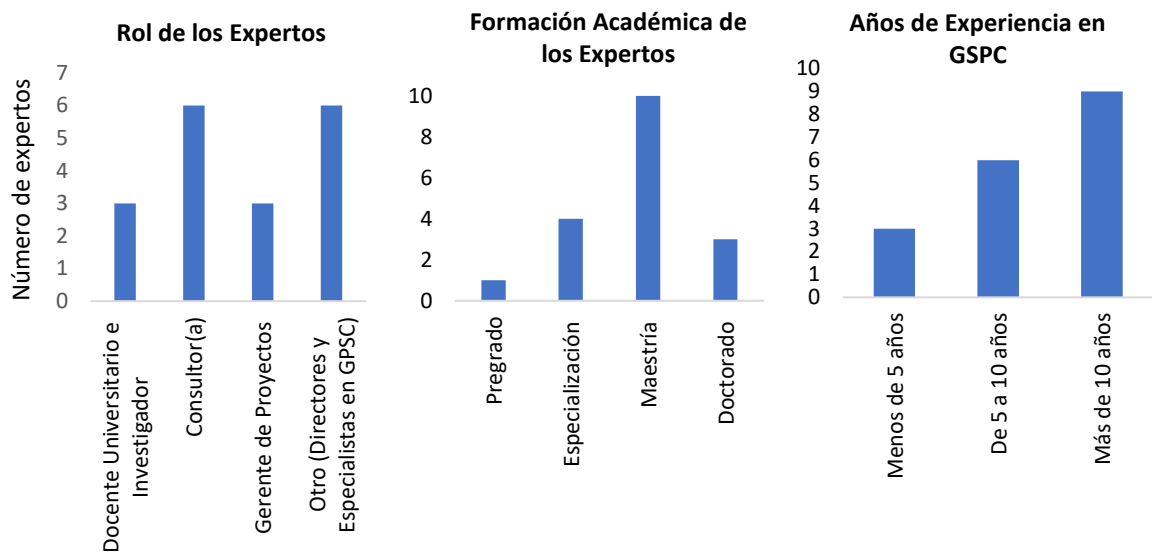
Se enviaron un total de 37 invitaciones a diferentes expertos, de las cuales se obtuvo una recepción de 18 cuestionarios debidamente diligenciados, es decir una tasa de respuesta de alrededor de 49 %, la cual es aceptable en validación de contenido de manera cuantitativa según Lawshe (1975); Wilson, Pan y Schumsky (2012); y Ayre y Scally (2014). Además el número de panelistas participantes fue adecuado para poder aplicar el Índice de Validez de Contenido (IVC) de Lawshe, que por recomendación de Juárez-Hernandez y Tobón (2018) debe ser mayor a 10 expertos para favorecer la retención de las referencias o información más significativa para la investigación y la exclusión de los datos atípicos al proporcionar un margen menor de consenso entre los expertos (Tristán-López, 2008).

De acuerdo con los datos demográficos proporcionados por los expertos se tiene que el perfil de los participantes que validaron los factores potenciales para la GPSC en el contexto colombiano se caracterizaba por desempeñarse mayoritariamente como consultores, directores y especialistas en GPSC (12 expertos), también un número más reducido de expertos (3) ocupan roles de docencia e investigación y tres (3) como directores de proyectos. En cuanto a la formación académica alcanzada por parte de los expertos se obtuvo que tres (3) de los participantes eran doctores, diez (10) contaban con maestría, cuatro (4) con especialización y solamente uno (1) con pregrado, lo cual está en concordancia con los años de experiencia en GPSC registrada por los expertos, que en su gran parte contaban con más de 10 años de experiencia (9 participantes), otros seis (6) jueces reportaron una trayectoria en GPSC entre 5 a 10 años y únicamente tres (3) de los expertos tenían menos de 5 años de experiencia trabajando específicamente en integración de la sostenibilidad en



gestión de proyectos de construcción en el país. La información expuesta previamente se puede apreciar en la Figura 4.11.

**Figura 4.11** Perfil de los expertos que validaron los FCE potenciales para la GPSC en el contexto colombiano



Fuente: elaboración propia

#### 4.3.2.4 Aplicación del Índice de Validez de Contenido (IVC)

De acuerdo con la calificación dada a cada uno de los FCE potenciales por parte de los expertos, se procedió a realizar la validación cuantitativa del contenido de estos mediante la determinación del IVC de Lawshe de acuerdo con las ecuaciones presentadas por Tristán-López (2008). Por lo que antes de calcular el IVC por cada factor calificado, se procede a determinar el acuerdo mínimo que debe haber entre los panelistas mediante la ecuación [1] y el IVC mínimo a través de la expresión [2].

$$A_n = \frac{N}{2} + 0,8231\sqrt{N} \quad \text{Ecuación [1]}$$

En donde:  $A_n$  = Acuerdo mínimo entre los panelistas o expertos.

$N$  = Número total de panelistas o expertos.

Al remplazar los correspondientes valores en la ecuación [1], se obtuvo que el acuerdo mínimo entre los expertos debía ser de 12,49; a partir de este valor se procedió a determinar el IVC mínimo mediante la expresión [2].

$$IVC_n = \frac{A_n - N/2}{N/2} \quad \text{Ecuación [2]}$$

En donde:  $IVC_n$  = Índice de Validez de Contenido Mínimo

$A_n$  = Acuerdo mínimo entre los panelistas o expertos

$N$  = Número total de panelistas o expertos

Al realizar el cálculo se determinó que el IVC mínimo para que un FCE potencial fuera validado para el contexto colombiano debía ser de 0,388, por lo que se procedió a calcular el IVC por cada factor de acuerdo con la ecuación [3], con el fin de comparar IVC mínimo con los IVC de cada FCE potencial y definir cuáles factores habían tenido más aceptación para el contexto colombiano por la alta concordancia entre los expertos al calificarlos mayoritariamente bajo la opción ‘esencial’.

$$IVC_{fc} = \frac{n_e - N/2}{N/2} \quad \text{Ecuación [3]}$$

En donde:  $IVC_{fc}$  = Índice de Validez de Contenido por cada factor potencial

$n_e$  = Número de panelistas que tienen acuerdo en la categoría ‘esencial’

$N$  = Número total de panelistas o expertos

A partir de los cálculos de los IVC de cada uno de los FCE potenciales evaluados por los expertos se encontró que únicamente los factores con calificación ‘esencial’ por más de 13 panelistas cumplían con el IVC mínimo de 0,388; no obstante, el acuerdo mínimo que deberían tener los expertos fue calculado en 12,49, el cual para efectos de la variable que se está abordando (expertos) limitaba tener en consideración los FCE potenciales con acuerdo de 12 expertos, por lo que, teniendo en cuenta que la segunda parte de la validación de los factores era de manera cualitativa (análisis de contenido) y que los factores calificados como ‘esenciales’ por un grupo de 12 expertos contaban con observaciones que soportaban su relevancia para las la GPSC en Colombia, se decidió incluirlos en los factores aceptados por

concordancia cuantitativa entre expertos a pesar de que su IVC estuviera un poco por debajo del mínimo (0,333). A esto se suma que de los 71 FCE potenciales únicamente 5 presentaban IVC de 0,333. Por lo tanto, de los 71 FCE de la lista inicial evaluados por los expertos fueron validados cuantitativamente como favorables para el contexto colombiano 43, de los 71 factores potenciales encontrados como se expone en la Tabla 4.7.

**Tabla 4.7** *Número de Factores validados por concordancia de expertos para cada una de las etapas del modelo de Slaughter (2000)*

<b>Etapa</b>	<b>Número de Factores Potenciales por Etapa</b>	<b>Número de Factores Validados por Concordancia</b>
Identificación	15	6
Evaluación	16	9
Compromiso	8	7
Preparación en la Organización	9	5
Preparación en el Proyecto	16	12
Implementación	7	4
<b>Total de Factores</b>	<b>71</b>	<b>43</b>

*Fuente:* elaboración propia

De acuerdo con los datos expuestos en la Tabla 4.7, los FCE asociados a la etapa de compromiso fueron los que obtuvieron una mayor concordancia entre los expertos, por lo que de los 8 factores potenciales iniciales se validaron positivamente 7 para el contexto colombiano. El otro grupo de factores iniciales que obtuvieron un alto acuerdo entre los panelistas corresponde a los relacionados con la preparación en el proyecto de los cuales fueron aprobados 12 de 16. Además, para las etapas referentes a evaluación, preparación de la organización e implementación, los FCE validados fueron un poco más de la mitad los factores potenciales definidos para estas etapas (evaluación 9 de 16, preparación en la organización 5 de 9 e implementación 4 de 7). Por último la etapa de identificación fue la que obtuvo el menor número de FCE validados 6 de 15, a pesar de esto fue la etapa en la que los panelistas sugirieron más factores propios para la gestión de la sostenibilidad en proyectos de construcción de edificación en el país como se cita en la siguiente sección.

#### 4.3.2.5 Análisis cualitativo de contenido aplicado a las observaciones de los expertos

Los factores definidos cuantitativamente mediante el cálculo de los IVC según el acuerdo entre los jueces como se describió en la sección anterior fueron intervenidos, fusionados y complementados usando un análisis cualitativo de contenido de las observaciones y comentarios realizados para cada factor por los diferentes expertos (observaciones en detalle Anexo E). También se incluyeron nuevos factores propios para la gestión de la sostenibilidad en la industria de la construcción en Colombia al revisar en profundidad los FCE propuestos por los expertos en los espacios definidos en el instrumento de validación para tal fin (después de evaluar los factores asociados a cada una de las fases del modelo de implementación en gestión de proyectos de construcción planteado por Slaughter (2000).

En este sentido se procede a exponer los argumentos bajo los cuales se validaron y modificaron los factores potenciales aceptados por concordancia de más de 12 panelistas; asimismo, se detallan los FCE adicionales sugeridos como necesarios para tener en cuenta para GPSC en Colombia específicamente en las etapas de identificación, evaluación e implementación como se muestra en la Tabla 4.8.

**Tabla 4.8** Factores validados para el contexto colombiano relacionados con las etapas del modelo de Slaughter (2000)

Factores Asociados a la Etapa de Identificación	
Factor validado – IVC	Análisis Cualitativo de Contenido Aplicado a las Observaciones de los Expertos
IDF1. Aplicación de un esquema de planeación efectivo IVC: 1,00	<p>Las observaciones planteadas para este factor evocaban frecuentemente los términos referentes a: ‘diseño integrativo’, ‘planeación y diseño’ y ‘planeación enfocada en términos de sostenibilidad’, los cuales fueron citados en tres y más ocasiones. A esto se sumó que los expertos reiteraban la necesidad de especificar más el factor en términos de sostenibilidad, argumentando que para los proyectos convencionales la planeación efectiva era un FCE, y que por ende era necesario diferenciarlo para la GPSC mediante la inclusión de los términos previamente descritos.</p> <p>- <b>Modificación</b> del Factor IDF1 para ajustarlo al contexto colombiano:</p> <p><u>Aplicación de un esquema de planeación efectivo enfocado en la sostenibilidad y el diseño integrativo</u></p>

<p>IDF3. Cumplimiento de las reglas anticorrupción y de las regulaciones en el proceso de toma de decisiones</p> <p>IVC: 0,44</p>	<p>Este factor recibió múltiples observaciones, las cuales se centraron en reiterar la importancia de este factor especialmente para el sector público, también los expertos hicieron énfasis en la necesidad de realizar procesos transparentes bajo el cumplimiento de la normatividad existente como mecanismo para que los proyectos maximicen su enfoque sostenible.</p> <p>En el mismo sentido reiteraron que la Construcción Sostenible (CS) es de aplicación voluntaria y que las organizaciones que busquen gestionarla deben cumplir a cabalidad con todas las leyes y regulaciones, no obstante, para el contexto colombiano es fundamental enfatizar en la transparencia para minimizar los riesgos asociados a la corrupción y proteger al usuario final garantizando las condiciones mínimas del entorno.</p>
<p>IDF5. Objetivos y prioridades en materia de sostenibilidad claramente definidos por parte de todos los actores interesados</p> <p>IVC: 0,67</p>	<p>Los comentarios recibidos para este FCE potencial destacaron la importancia de la aplicación de este aspecto desde las etapas tempranas del proyecto como guía para lograr exitosamente el cumplimiento de los objetivos en términos de sostenibilidad. Además, argumentaban que al involucrar a todos los actores interesados se podría gestionar cambios o redefiniciones de los objetivos y prioridades de forma más efectiva durante la ejecución del proyecto. De igual manera exponían que la consideración de este factor permitiría el despliegue de estrategias desde las perspectivas de la sostenibilidad de acuerdo con el entorno en el que se desarrollará el proyecto.</p>
<p>IDF11. Gestión del ciclo de vida del proyecto</p> <p>IVC: 0,33</p>	<p>Las observaciones dadas para este factor se enfocaron en la imperatividad de articular a los desarrolladores del proyecto con los usuarios finales de acuerdo con el tipo de proyecto como mecanismo para evidenciar los beneficios de la CS en las fases de uso y operación de la edificación. Con el mismo propósito argumentaron que las construcciones no solamente generan emisiones e impactos durante su vida operacional, sino en otras fases como en el proceso de construcción (suministro de materiales), rehabilitación, deconstrucción e incluso la interacción con el entorno, por lo que gestionar la sostenibilidad a lo largo del ciclo de vida del proyecto es fundamental para cumplir con los indicadores establecidos para este tipo de construcciones, por lo tanto la interacción de los actores involucrados en cada etapa de ciclo de vida de la edificación es clave para cumplir a cabalidad con los objetivos de la CS.</p> <p>- <b>Modificación</b> del Factor IDF11 para ajustarlo al contexto colombiano:</p> <p><u>Gestión del ciclo de vida mediante la integración de los actores interesados</u></p>

<p>IDF12. Consideración de beneficios en calidad de vida, asociados al tipo de proyecto (vivienda, industria, dotacional, etc.) en la fase de diseño</p> <p>IVC: 0,44</p>	<p>Los comentarios dados para este factor enfatizaban que la fase de diseño es el momento justo para definir las diferentes oportunidades de beneficios sostenibles que podría tener la construcción (habitabilidad, ergonomía, ecoeficiencia, accesibilidad entre otros).</p> <p>Por otra parte, varias de las observaciones exponían que la calidad de vida es un concepto subjetivo por lo que era necesario cambiar esa expresión a términos de ‘indicadores de confort’ asociados a cada tipo de edificación.</p> <p>- <b>Modificación</b> del Factor IDF12 para ajustarlo al contexto colombiano:</p> <p><u>Definición de indicadores de confort, calidad de vida e impacto ambiental asociados al tipo de proyecto (vivienda, industria, comercial, dotacional, etc.) en la fase de diseño</u></p>
<p>IDF14. Determinación de detalles adecuados de diseño y especificaciones</p> <p>IVC: 0,44</p>	<p>Las observaciones expuestas para este factor destacaban la importancia de las especificaciones y el detalle en la etapa de diseño como instrumento clave para diferenciar los proyectos y asegurar aspectos de sostenibilidad relacionados tanto con el concepto de economía circular como con el enfoque de ciclo de vida del proyecto. Al mismo tiempo recalcan que la adopción de este aspecto minimizaba los reprocesos constructivos evitando impactos financieros por falencias de diseño y el cumplimiento de los objetivos en términos de sostenibilidad del proyecto.</p>
<p>Factores sugeridos por los expertos para el contexto colombiano</p>	<p>Los expertos expusieron una serie de aspectos adicionales que deberían tenerse en cuenta para la GPSC en Colombia, varios de los factores propuestos se abordaban en las siguientes etapas del modelo, por lo tanto, esas observaciones fueron tomadas para modificar la redacción de los factores con los que presentaban relación directa. De ahí que los FCE definidos como nuevos y propios para el contexto colombiano en la etapa de identificación se obtuvieron al revisar en profundidad los demás comentarios para encontrar la frecuencia con la que se había hecho alusión a temáticas específicas y las diferentes opiniones expuestas de las mismas, lo cual permitió encontrar dos temas base, el primero se refería a las condiciones políticas y económicas para la construcción de edificaciones en el país y el segundo reiteraba la importancia de conocer experiencias previas para usarlas como referente en la gestión de nuevos proyectos, lo que permitió establecer los dos siguientes factores como adicionales para complementar la lista de los FCE validados para la etapa de identificación:</p> <p><u>i) Identificación de condiciones políticas y económicas locales tales como: Plan de Ordenamiento Territorial (POT).</u></p>

	<p><u>disponibilidad de servicios públicos, subsidio de vivienda, planes de regulación, entre otros</u></p> <p>ii) <u>Gestión del conocimiento y aprendizaje de experiencias previas en el desarrollo de proyectos sostenibles</u></p>
<b>Factores Asociados a la Etapa de Evaluación</b>	
<b>Factor validado – IVC</b>	<b>Análisis Cualitativo de Contenido Aplicado a las Observaciones de los Expertos</b>
<p>EF1. Conocimiento y conciencia de la entrega de un proyecto sostenible en el Equipo de Gestión de Proyecto (EGP)</p> <p style="text-align: center;">IVC: 0,78</p>	<p>Este FCE presentó un alto acuerdo entre los expertos, a esto se suma que las observaciones recibidas se enfocaron en exponer la importancia de este factor como mecanismo de verificación y cumplimiento de las metas planteadas para el proyecto en términos de sostenibilidad.</p>
<p>EF2. Existencia de relaciones armónicas con las partes interesadas</p> <p style="text-align: center;">IVC: 0,33</p> <p>EF3. Evaluación de las necesidades de los diferentes grupos de interés</p> <p style="text-align: center;">IVC: 0,44</p>	<p>Las anotaciones realizadas por los panelistas para estos dos factores evocaban la necesidad de fusionarlos al considerar que se debían reconocer y evaluar las necesidades de las diferentes partes interesadas y que implícitamente debería existir una relación armoniosa entre los mismos, no obstante, en términos de gestión de proyectos la expresión ‘armoniosas’ debería ser sustituido por ‘coordinación y articulación de las partes interesadas’. Además, destacaban que el correcto entendimiento de las necesidades de cada actor es un aspecto esencial para el diseño integrativo y la gestión de la sostenibilidad durante el ciclo de vida del proyecto.</p> <p>- <b>Modificación</b> de los factores EF2 y EF3 para ajustarlos al contexto colombiano:</p> <p><u>Evaluación de las necesidades de los diferentes grupos de interés para lograr una mejor coordinación y articulación entre ellos</u></p>
<p>EF6. Cultura organizacional que apoye la gestión de proyectos sostenibles</p> <p style="text-align: center;">IVC: 0,67</p>	<p>Los expertos expusieron que este FCE potencial era fundamental para establecer y desarrollar estrategias para la gestión de la sostenibilidad en proyectos de construcción, considerando específicamente que para las organizaciones del sector de la construcción en Colombia es indispensable que la orientación hacia la sostenibilidad esté dada desde el liderazgo de las compañías por lo que la cultura organizacional debe estar alineada.</p>
<p>EF9. Aplicación de un proceso efectivo de toma de decisiones por parte del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP)</p> <p style="text-align: center;">IVC: 0,89</p>	<p>Este factor obtuvo un alto acuerdo entre los expertos, quienes argumentaron que era esencial para la GPSC al efectuar un proceso de toma de decisiones fundamentado en términos de sostenibilidad, también argumentaron que debe priorizarse la agilidad con la que las decisiones son tomadas como un aspecto clave para asegurar la efectividad en dicho proceso.</p>

<p>EF10. Retorno adecuado de la inversión IVC: 0,44</p>	<p>Las anotaciones dadas por los diferentes expertos para este FCE potencial aludían que era una consideración clave tanto para proyectos comunes como de tipo sostenible, aunque para estos últimos era necesario definir el tiempo de retorno haciendo un análisis de ciclo de vida, para proyectar como podría darse el retorno a la inversión tanto a mediano como a largo plazo, además que el ROI en proyectos sostenibles no debería ser evaluado directamente como en proyectos tradicionales, dado que este también presenta relación con aspectos como ciclo de vida del proyecto y económica circular.</p> <p>- <b>Modificación</b> del Factor IDF10 para ajustarlo al contexto colombiano:</p> <p><u>Adecuado retorno sobre la inversión (ROI), considerando aspectos como el ciclo de vida y la economía circular del proyecto</u></p>
<p>EF11. Especificaciones del proyecto como tamaño, ubicación, nivel de complejidad, entre otros IVC: 0,78</p>	<p>Los panelistas argumentaron que este factor era fundamental para definir el alcance del proyecto, así como las consideraciones de diseño en donde las condiciones del entorno pueden facilitar la incorporación diseños pasivos que pueden aportar significativamente a la incorporación de la sostenibilidad en gestión de proyectos de construcción.</p>
<p>EF12. Viabilidad del proyecto por condiciones del mercado y competitividad IVC: 0,78</p>	<p>Este factor presentó un alto grado de acuerdo entre los expertos, a pesar de esto dentro de las anotaciones realizadas a este factor se mencionó la necesidad de integrar a este FCE el término referente a ‘incentivos’, dado que para economías emergentes como la de Colombia el tema de incentivos se convierte en un aspecto fundamental para desarrollar proyectos sostenibles de construcción.</p> <p>- <b>Modificación</b> del Factor IDF12 para ajustarlo al contexto colombiano:</p> <p><u>Viabilidad del proyecto por condiciones del mercado, competitividad e incentivos</u></p>
<p>EF14. Disponibilidad y costo de materiales reciclados o sostenibles y de tecnologías amigables con el medio ambiente IVC: 0,67</p>	<p>Los aportes expuestos para este factor aludieron que era esencial para lograr la consecución de edificaciones sostenibles, teniendo en consideración que este criterio puede aportar altamente para mitigar el impacto negativo que tiene la industria de la construcción en la demanda de materiales no renovables de acuerdo con los compromisos que tiene el país con el COP21, los ODS y la neutralidad en carbono para el 2050, aunque también manifestaron que en el país no hay una amplia oferta de materiales ambientalmente amigables y que por lo tanto presentaban un costo mayor en comparación a los materiales tradicionales para construcción, lo cual constituía en cierta forma una barrera para la gestión de la sostenibilidad</p>



	<p>en construcción de edificaciones, por lo tanto era necesario evaluar este FCE desde la concepción del proyecto para integrar tanto aspectos de diseño activo, es decir, los atributos asociados a la incorporación de materiales y tecnología sostenible con diseños pasivos (vinculados al aprovechamiento de las condiciones naturales del entorno en donde se va a ubicar la edificación) para maximizar los indicadores de sostenibilidad que puedan tener las edificaciones construidas bajo esta premisa.</p>
Factor sugerido por los expertos para el contexto colombiano	<p>Al igual que para la etapa de identificación se verificó la temática con mayor alusión y se definió las variaciones expuestas sobre la misma, encontrando que el establecimiento de un presupuesto adecuado para desarrollar proyectos sostenibles era un factor que debería considerarse en el contexto colombiano, dado que la GPSC implica recursos y procesos diferentes a los proyectos convencionales, por lo tanto el FCE adicional definido para esta etapa fue descrito de la siguiente manera:</p> <p><u>iii) Disponibilidad de un presupuesto adecuado para la implementación de la sostenibilidad en un proyecto de construcción</u></p>
<b>Factores Asociados a la Etapa de Compromiso</b>	
<b>Factor validado – IVC</b>	<b>Análisis Cualitativo de Contenido Aplicado a las Observaciones de los Expertos</b>
<p>CF1. Énfasis en el desarrollo de un trabajo de alta calidad</p> <p style="text-align: center;">IVC: 0,67</p>	<p>Los comentarios sugeridos para este factor enfatizaban en su importancia para el desarrollo de proyectos sostenibles, resaltando que este tipo de proyectos debía ser de alta calidad y eficiencia, que de lo contrario el proyecto no sería sostenible. Además exponían que debía definirse claramente lo que se esperaba obtener en cada componente según el tipo de proyecto, dado que la calidad es un concepto medible y debe asegurarse que el proyecto en conjunto sea de alta calidad.</p> <p>- <b>Modificación</b> del Factor CF1 para ajustarlo al contexto colombiano:</p> <p><u>Énfasis en el desarrollo de un trabajo de alta calidad que cumpla con los requerimientos del proyecto</u></p>
<p>CF2. Fuerte compromiso con la entrega del proyecto sostenible por parte de los interesados</p> <p style="text-align: center;">IVC: 1,00</p>	<p>Las anotaciones dadas por los expertos para estos factores comprendían tanto el compromiso como la cooperación de todas las partes interesadas desde el inicio hasta la entrega del proyecto, en donde uno de los actores claves es el Equipo de Gestión de Proyectos (EGP), el cuál juega un papel muy importante tanto en el desarrollo como en la culminación de los proyectos, por lo que sugirieron la fusión de los FCE CF2</p>

<p>CF5. Apoyo y cooperación del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP) en la entrega del proyecto sostenible</p> <p>IVC: 0,78</p>	<p>y CF5. A esto se suma que el EGP, debe generar una comunicación efectiva de todos los hitos de sostenibilidad que han sido incorporados a las edificaciones para que los usuarios finales realicen un uso y aprovechamiento adecuado de los mismos. También argumentaban que estos factores asegurarían la viabilidad del proyecto en términos de sostenibilidad, dado que se mantendría el enfoque en los objetivos planteados para este tipo de proyectos.</p> <p>- <b>Modificación</b> de los factores CF2 y CF5 para ajustarlos al contexto colombiano:</p> <p><u>Fuerte compromiso y cooperación por parte de los interesados desde el inicio hasta la entrega del proyecto sostenible</u></p>
<p>CF3. Disponibilidad y asignación de recursos (fondos, maquinaria, materiales, entre otros)</p> <p>IVC: 0,89</p>	<p>Este factor presentó una alta concordancia entre los panelistas, quienes también manifestaron que este FCE era fundamental para la consolidación de los proyectos sostenibles, además para garantizar la consecución de la obra bajo los costos y tiempos estipulados previamente.</p>
<p>CF4. Uso efectivo de los recursos, de acuerdo con la planeación inicial</p> <p>IVC: 0,68</p>	<p>Los expertos argumentaron que este factor es esencial para culminar adecuadamente los proyectos, además expusieron que al no implementar esta consideración se perdería dinero y credibilidad en los proyectos sostenibles.</p>
<p>CF6. Apoyo de la alta gerencia a los objetivos de sostenibilidad del proyecto</p> <p>IVC: 0,67</p>	<p>Las observaciones proporcionadas para este factor resaltaron la importancia del liderazgo enfocado en promover la sostenibilidad por parte de la alta gerencia como FCE en la gestión de proyectos que consideran la integración de este concepto desde las perspectivas económica, social y ambiental de manera exitosa.</p>
<p>CF8. Compromiso del cliente con los objetivos de sostenibilidad del proyecto</p> <p>IVC: 0,56</p>	<p>Los panelistas argumentaron que este factor estaba implícito en el FCE CF2, dado que el cliente comprendía una de las partes interesadas y que por lo tanto su compromiso estaba enfocado en ser consiente del producto a recibir para captar los beneficios que los espacios habitacionales sostenibles podían brindarles. En consecuencia propusieron que en lugar de enfocar este factor a los clientes, se enfocara en los patrocinadores del proyecto, dado que este grupo debe comprometerse a garantizar los recursos económicos para que los objetivos en términos de sostenibilidad del proyecto puedan alcanzarse con éxito.</p> <p>- <b>Modificación</b> del Factor CF8 para ajustarlo al contexto colombiano:</p> <p><u>Compromiso de los patrocinadores con los objetivos de sostenibilidad del proyecto</u></p>

<b>Etapa de Preparación a Nivel de la Organización</b>	
<b>Factor validado – IVC</b>	<b>Análisis Cualitativo de Contenido Aplicado a las Observaciones de los Expertos</b>
POF1. Documentación contractual clara y completa IVC: 0,89	<p>Este factor presentó un alto grado de acuerdo entre los expertos, quienes argumentaron que la descripción dada inicialmente para este FCE aplicaba tanto para proyectos tradicionales como sostenibles, por ende era necesario especificar más el factor para abordar la GPSC, al precisar que los requerimientos y compromisos en la contratación deberían efectuarse bajo los lineamientos de sostenibilidad, lo cual constituiría un elemento clave para asegurar que en la GPSC se dé cumplimiento a las premisas acordadas desde el enfoque sostenible de manera legal.</p> <p>- <b>Modificación</b> del Factor POF1 para ajustarlo al contexto colombiano:</p> <p><u>Documentación contractual clara y completa en la que se especifiquen los requerimientos y compromisos de sostenibilidad</u></p>
POF2. Proceso de compras transparente y competitivo IVC: 0,78	<p>Al igual que para el anterior factor los panelistas expusieron que era necesario enfocar este FCE hacia la sostenibilidad, es decir que el proceso de compras debería fundamentarse en criterios de sostenibilidad.</p> <p>- <b>Modificación</b> del Factor POF2 para ajustarlo al contexto colombiano:</p> <p><u>Proceso de compras transparente y competitivo fundamentado en criterios de sostenibilidad</u></p>
POF3. Investigación clara y completa del proyecto antes de la celebración del proceso contractual IVC: 0,44	<p>Los comentarios dados para este factor destacaron que era esencial para evitar retrasos e inconvenientes en la celebración del contrato y como tal en la gestión de proyectos edificatorios sostenibles.</p>
POF5. Existencia de mecanismos de asignación de roles y responsabilidades en la organización IVC: 0,56	<p>Las anotaciones para este factor se enfocaron en destacar su importancia, al enunciar que una adecuada gestión de proyectos requería la asignación de roles y responsabilidades claramente definidos, para prevenir la desorganización y la burocracia que pueden generar retrasos significativos en los diferentes procesos y de esta manera generar afectaciones en los tiempos dispuestos para la consecución del proyecto.</p>
POF8. Aplicación de protocolos efectivos de salud y seguridad en el trabajo por parte del	<p>Las observaciones descritas para este factor evocaban en que era esencial tanto para proyectos tradicionales como de tipo sostenible. Asimismo argumentaban que para el contexto colombiano era un FCE asociados a los aspectos legales</p>

Equipo de Gestión de Proyectos (EGP) IVC: 0,44	establecidos en la normatividad para asegurar la integridad de los colaboradores.
<b>Etapa de Preparación a Nivel del Proyecto</b>	
<b>Factor validado – IVC</b>	<b>Análisis Cualitativo de Contenido Aplicado a las Observaciones de los Expertos</b>
PPF2. Aplicación de un régimen efectivo de control y aseguramiento de calidad integrando asuntos de sostenibilidad IVC: 0,56	Los comentarios referidos por los expertos para este factor citaban con frecuencia el término ‘comisionamiento’, el cual consiste en un método de verificación para el aseguramiento de la calidad por parte de terceros, que para el caso de GPSC constituye un mecanismo efectivo de control para el aseguramiento de la calidad y el cumplimiento de los objetivos en materia de sostenibilidad.  - <b>Modificación</b> del Factor PPF2 para ajustarlo al contexto colombiano:  <u>Aplicación de procesos de comisionamiento y aseguramiento de calidad para el cumplimiento de los objetivos sostenibles</u>
PPF3. Despliegue realista y actualizado de costos y estimados por parte del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP) IVC: 0,67	Los panelistas expusieron que este factor era esencial para verificar el cumplimiento del presupuesto fijado en la planeación del proyecto y evitar sobrecostos u detrimentos que afecten la consecución del proyecto sostenible.
PPF4. Aplicación de una gestión efectiva del riesgo del proyecto por parte del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP) IVC: 0,33	Las anotaciones dadas para este factor destacan que tanto los proyectos de construcción convencionales como los sostenibles poseen riesgos asociados que deben ser gestionados de manera efectiva como estrategia para obtener incentivos y lograr créditos que beneficien el desarrollo del proyecto según sus particularidades.
PPF5. Aplicación de un sistema efectivo de gestión de cambios del proyecto IVC: 0,56	Al igual que el factor anterior todos los proyectos indistintamente de sus particularidades sufren cambios, por lo que este FCE debe tenerse en cuenta para la GPSC especialmente en economías emergentes como la de Colombia, en donde la integración de la sostenibilidad es un asunto relativamente nuevo e innovador, por lo que un sistema efectivo de gestión de cambio debe considerar elementos como el diseño integrativo, la interacción de las partes interesadas con EGP y un margen de maniobra adecuado en términos de tiempo, alcancé y costo.
PPF6. Implementación de un protocolo efectivo de comunicación e intercambio en todos los niveles de toma de	Este factor recibió pocos comentarios en los que se manifestaba que era fundamental aplicar este FCE para gestionar de manera adecuada los aspectos referentes a la planeación y el diseño integrativo considerados en proyectos de CS.

<p>decisión del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP)</p> <p>IVC: 0,44</p>	
<p>PPF10. Educación y entrenamiento en sostenibilidad del equipo del proyecto y subcontratistas</p> <p>IVC: 0,33</p>	<p>Los panelistas argumentaron que la formación y el entrenamiento en temas referentes a CS al equipo del proyecto y los subcontratistas puede asegurar una mayor calidad del proyecto y el cumplimiento de los objetivos en términos de sostenibilidad.</p> <p>- <b>Modificación</b> del Factor PPF10 para ajustarlo al contexto colombiano:</p> <p><u>Formación y entrenamiento en sostenibilidad del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP) y de los subcontratistas</u></p>
<p>PPF11. Competencia y habilidad del diseñador en materia de sostenibilidad</p> <p>IVC: 0,56</p>	<p>Las observaciones dadas para este factor se enfocaron en que el equipo de diseño debería estar formado en temas de sostenibilidad para maximizar los beneficios que esta puede proporcionar al ciclo de vida del proyecto.</p> <p>- <b>Modificación</b> del Factor PPF12 para ajustarlo al contexto colombiano:</p> <p><u>Competencias y habilidades en materia de sostenibilidad por parte del equipo de diseño</u></p>
<p>PPF12. Compras competitivas de suministros, servicios y materiales sostenibles</p> <p>IVC: 0,56</p>	<p>Este factor recibió pocas observaciones en las que se evocaban que era esencial para la consecución del proyecto de CS, además que este FCE promovía la incorporación de una política de compras sostenibles que aportaría significativamente a las metas en términos de sostenibilidad definidas para el proyecto.</p>
<p>PPF13. Control efectivo del alcance, del tiempo y del costo del proyecto</p> <p>IVC: 0,89</p>	<p>Este FCE obtuvo un alto grado de acuerdo entre los expertos, quienes expusieron escasos comentarios enfocados a que era necesario verificar el cumplimiento de la metodología bajo la que se realizaba el proyecto durante la ejecución del mismo considerando los aspectos de la triple restricción (tiempo, alcance y costo) como mecanismo para asegurar la viabilidad y la calidad del proyecto.</p>
<p>PPF14. Aplicación de una metodología efectiva de monitoreo y realimentación del proyecto</p> <p>IVC: 0,78</p>	<p>Este factor fue validado por una alta concordancia entre los panelistas, quienes argumentaron que este FCE era esencial para verificar el cumplimiento de los objetivos del proyecto sostenible, asimismo para garantizar la consecución de los aspectos definidos en la planeación y el diseño integrativo durante la ejecución del proyecto con el propósito de preservar y actualizar las estrategias adoptadas para la GPSC.</p>

<p>PPF15. Equipo de Gestión de Proyecto (EGP) competente y multidisciplinario IVC: 0,44</p>	<p>Los expertos argumentaron que este factor era fundamental para asegurar la integración exitosa de la sostenibilidad en proyectos de construcción planteados bajo esta premisa, además sugirieron que un equipo competente en sostenibilidad portaría significativamente para lograr las metas del proyecto.</p> <p>- <b>Modificación</b> del Factor PPF15 para ajustarlo al contexto colombiano: <u>Equipo de Gestión de Proyecto (EGP) competente en sostenibilidad y multidisciplinario</u></p>
<p>PPF16. Estilo adecuado de liderazgo de los Gerentes de Proyecto IVC: 0,33</p>	<p>Las observaciones expuestas para este FCE resaltaban la importancia de un buen liderazgo por parte del gerente de proyectos como elemento clave para asegurar un trabajo de alta calidad por parte de todo el equipo del proyecto y al mismo tiempo el cumplimiento de los objetivos de sostenibilidad en el proyecto de construcción.</p> <p>- <b>Modificación</b> del Factor PPF16 para ajustarlo al contexto colombiano: <u>Estilo de liderazgo de los Gerentes de Proyecto que facilite la consecución de los objetivos sostenibles</u></p>
<b>Etapa de Implementación</b>	
<b>Factor validado - IVC</b>	<b>Análisis Cualitativo de Contenido Aplicado a las Observaciones de los Expertos</b>
<p>IMF2. Gestión de impactos ambientales por parte del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP) IVC: 0,78</p>	<p>Este FCE obtuvo un alto acuerdo entre los panelistas, quienes citaron que este factor era esencial para mitigar los impactos que el proyecto podría generar al entorno, contribuyendo significativamente a la consecución de los objetivos de la CS.</p>
<p>IMF5. Manejo adecuado de los cambios en el alcance del proyecto durante la construcción IVC: 0,44</p>	<p>Este factor es fundamental para evitar sobrecostos tanto en proyectos convencionales como de tipo sostenible.</p>

<p>IMF6. Gestión de residuos</p> <p>IVC: 0,78</p>	<p>Para este FCE los expertos sugirieron que era necesario especificar para el contexto colombiano la implementación de un sistema de gestión de RCD (Reciclaje de los Residuos de Construcción y Demolición), comprendiendo que este tema es exigido tanto para proyectos de construcción convencionales y sostenibles, en donde para estos últimos este factor es parte fundamental de la estrategia.</p> <p>- <b>Modificación</b> del Factor IMF6 para ajustarlo al contexto colombiano:</p> <p><u>Implementación de un sistema de gestión de RCD (Reciclaje de los Residuos de Construcción y Demolición)</u></p>
<p>IMF7. Metodología para la identificación de problemas y retroalimentación efectiva</p> <p>IVC: 0,56</p>	<p>Para este factor se sugirió un cambio en la descripción considerando que se debería efectuar una efectiva resolución de los problemas para evitar que los problemas generen impactos negativos que pudiera afectar el proyecto.</p> <p>- <b>Modificación</b> del Factor IMF6 para ajustarlo al contexto colombiano:</p> <p><u>Metodología efectiva para la resolución de problemas y realimentación</u></p>
<p>Factor sugerido por los expertos para el contexto colombiano</p>	<p>Al igual que en los casos anteriores referentes a FCE sugeridos por los expertos relacionados directamente con el contexto colombiano se identificó el tema con mayor frecuencia de mención y se revisaron las variaciones descritas sobre el mismo, por lo tanto se definió que para la etapa de implementación los asuntos referentes a los entregables en términos de sostenibilidad, mediante la implementación de metodologías para efectuar la verificación y evaluación de estos, a partir de lo cual se definió como adicional el siguiente factor:</p> <p><u>iv) Mecanismos de validación y control de los entregables del proyecto en términos de sostenibilidad</u></p>

NOTA: Los FCE IDF1, IDF11, IDF12, EF2, EF3, CF1, CF2, CF5, CF8, POF1, POF2, PPF2, PPF10, PPF11, PPF15, PPF16, IMF6 y IMF7 fueron modificados en su redacción para poder ser aplicados al contexto Colombiano, además se adicionaron nuevos FCE propios para la GPSC en el país (i, ii, iii y iv).

*Fuente:* elaboración propia

Con relación al análisis cualitativo de contenido de las observaciones y comentarios sugeridos para cada factor validado por parte de los expertos como se especificó en la Tabla 4.8, se obtuvo una lista total de 45 FCE potenciales adaptados al contexto colombiano y clasificados en las etapas del modelo de implementación de innovaciones en proyectos de construcción de acuerdo con lo planteado por Slaughter (2000) y Banihashemi *et al.* (2017). Por ello la distribución y codificación de los factores validados para el contexto colombiano se muestra en la Tabla 4.9. Adicionalmente en la Figura 4.12 se ilustra en síntesis el proceso seguido en la etapa 2 del diseño exploratorio secuencial para adaptar los FCE iniciales o potenciales al contexto colombiano y asociados a las diferentes etapas del modelo de Slaughter (2000).

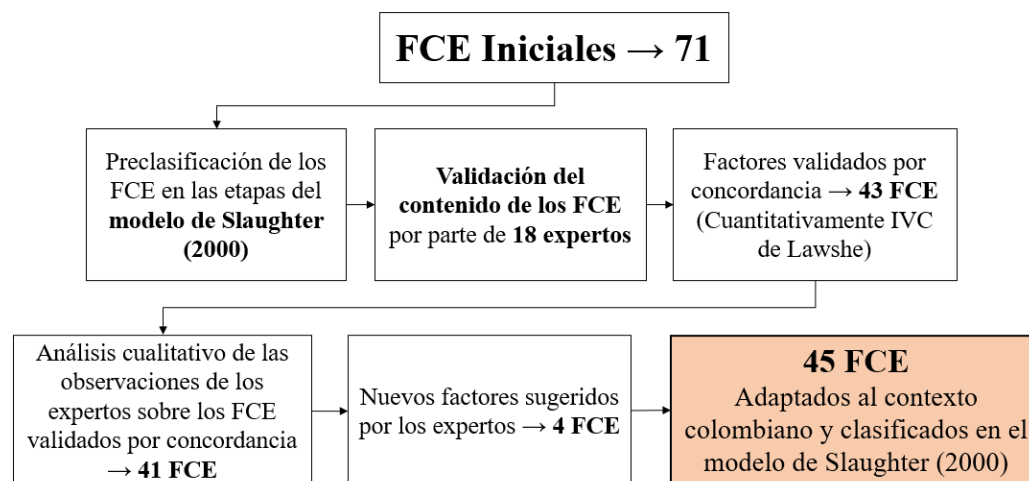
**Tabla 4.9** *Distribución y codificación de los FCE validados para contexto colombiano etapa del Slaughter (2000)*

<b>Etapas modelo de Slaughter (2000)</b>	<b>Número de FCE</b>	<b>Codificación Final de los FCE Validados</b>
Identificación (ID)	8	IDF1: <b>IDF1</b> ; IDF3: <b>IDF2</b> ; IDF5: <b>IDF3</b> ; IDF11: <b>IDF4</b> ; IDF12: <b>IDF5</b> ; IDF14: <b>IDF6</b> ; Factor Adicional 1: <b>IDF7</b> y Factor Adicional 2: <b>IDF8</b>
Evaluación (E)	9	EF1: <b>EF1</b> ; EF2yEF3: <b>EF2</b> ; EF6: <b>EF3</b> ; EF9: <b>EF4</b> ; EF10: <b>EF5</b> ; EF11: <b>EF6</b> ; EF12: <b>EF7</b> ; EF14: <b>EF8</b> ; Factor Adicional: <b>EF9</b>
Compromiso (C)	6	CF1: <b>CF1</b> ; CF2yCF5: <b>CF2</b> ; CF3: <b>CF3</b> ; CF4: <b>CF4</b> ; CF6: <b>CF5</b> ; CF8: <b>CF6</b>
Preparación de la Organización (PO)	5	POF1: <b>POF1</b> ; POF2: <b>POF2</b> ; POF3: <b>POF3</b> ; POF5: <b>POF4</b> ; POF7: <b>POF7</b>
Preparación del Proyecto (PP)	12	PPF2: <b>PPF1</b> ; PPF3: <b>PPF2</b> ; PPF4: <b>PPF3</b> ; PPF5: <b>PPF4</b> ; PPF6: <b>PPF5</b> ; PPF10: <b>PPF6</b> ; PPF11: <b>PPF7</b> ; PPF12: <b>PPF8</b> ; PPF13: <b>PPF9</b> ; PPF14: <b>PPF10</b> ; PPF15: <b>PPF11</b> ; PPF16: <b>PPF12</b>
Implementación (IM)	5	IMF2: <b>IMF1</b> ; IMF5: <b>IMF2</b> ; IMF6: <b>IMF3</b> ; IMF7: <b>IMF4</b> ; Factor Adicional: <b>IMF5</b>

*Fuente:* elaboración propia



**Figura 4.12** Resumen proceso de adaptación de los FCE iniciales al contexto colombiano



\*IVC: Índice de Validez de Contenido

*Fuente:* elaboración Propia

### 4.3.3. Etapa 3. Calificación de los FCE y descripción del método estadístico

La tercera etapa del proceso metodológico propuesto para el desarrollo del presente trabajo de grado consistió en calificar los FCE potenciales adaptados al contexto colombiano y clasificados en las fases del modelo conceptual de implementación de innovaciones propuesto por Slaughter (2000), como se definió en la anterior etapa, mediante el desarrollo de un instrumento compuesto por dichos factores, el cual fue dirigido a profesionales que hubieran participado en la consecución de proyectos sostenibles de construcción en Colombia desempeñando roles como: gerentes de proyectos, directores, coordinadores, consultores, entre otros, tal como se expuso en la sección 4.2. Por consiguiente, y para determinar los FCE más importantes para tener en cuenta en la gestión de proyectos sostenibles de construcción de edificaciones en el país, se efectuaron una serie de procedimientos, los cuales comprendieron la realización del instrumento de medida, su aplicación, recolección y análisis de datos mediante el uso de una técnica estadística basada en Modelación de Ecuaciones Estructurales (SEM por sus siglas en inglés), como se expone en los siguientes apartados.

#### 4.3.3.1 Ajuste del instrumento

Al cuestionario de medida diseñado usando los FCE validados para el contexto colombiano en la sección 4.3.2 e integrados con el modelo conceptual de Slaughter (2000) se le incorporó una escala de Likert de cinco puntos para obtener el nivel de acuerdo entre los participantes; por lo tanto este instrumento fue sometido a una revisión inicial o piloto para apreciar las propiedades psicométricas e identificar posibles dificultades en la comprensión de la encuesta por parte de los participantes y obtener una recopilación inicial de datos para evaluar la confiabilidad de los constructos, por lo que se convocó un grupo de profesionales con perfiles acordes al público objetivo al que estaba dirigido el cuestionario; asimismo algunos de estos evaluadores contaban con experiencia tanto en la industria como en el ámbito académico como se puede apreciar en la Tabla 4.10.

**Tabla 4.10** *Resumen del perfil profesional de los evaluadores iniciales del instrumento para calificación de FCE*

<b>ID</b>	<b>Perfil Según Experiencia y Trayectoria Profesional</b>	<b>Años de Experiencia en GPSC</b>	<b>Organizaciones en Donde Se Ha Desempeñado</b>
1	Director Técnico de Proyectos de Construcción Sostenible y Docente Universitario e Investigador	Más de 10 años	Medianas y Grandes Empresas
2	Director de Sostenibilidad y Docente Universitario e Investigador	Más de 10 años	Pequeñas Empresas
3	Gerente de Proyectos y Consultor de Construcción Sostenible	Más de 10 años	Grandes Empresas
4	Gerente de Proyectos Sostenibles de Construcción	Más de 10 años	Pequeñas y Medianas Empresas
5	Coordinador de Construcción Sostenible	De 5 a 10 años	Mediana Empresa
6	Coordinador de Proyectos Sostenibles	De 5 a 10 años	Gran Empresa
7	Consultor de Construcción Sostenible y Docente Universitario	Más de 10 años	Medianas y Grandes Empresas

*Fuente:* elaboración propia

En conformidad con los comentarios y retroalimentaciones recibidas por el grupo de profesionales sobre los contenidos del instrumento, se hicieron los ajustes respectivos sobre este; además se verificaron las calificaciones dadas a los factores evaluados, con lo que se definió que la escala Likert incorporada era pertinente y adecuada para efectuar las calificaciones referentes a cada FCE, para posteriormente ser analizadas usando un método estadístico de SEM.

#### ***4.3.3.2 Instrumento final***

Como resultado del procedimiento llevado a cabo en el ítem anterior se obtuvo el instrumento final, el cual estaba compuesto por 3 secciones. La primera hacía alusión a los objetivos de la investigación al público de profesionales al que estaba dirigido el cuestionario y las consideraciones bajo las que fue abordado el concepto de sostenibilidad en esta investigación; asimismo se les mostró que se usaría el modelo de implementación de innovaciones Slaughter (2000) en la gestión de proyectos sostenibles de construcción y se precisó que los FCE a calificar estaban asociados a las etapas de dicho modelo y que debían ser valorados mediante una escala Likert; también al final de este apartado se incluyó el consentimiento informado para el tratamiento de los datos suministrados por los participantes como se muestra en el Anexo F. En la segunda parte se requerían los datos de contacto e información demográfica relacionada principalmente con el perfil profesional del encuestado, como se especifica en la Tabla 4.11. Por último en la tercera sección del cuestionario se citaban una por una las definiciones de las fases del modelo de Slaughter (2000) y se detallaban los factores asociados a cada una de estas; para cada uno de los FCE se especificaba la escala Likert descrita en la Tabla 4.12. De igual manera al final de la lista de factores por cada etapa se permitió un espacio abierto para comentarios y observaciones de los FCE evaluados previamente como se ilustra en la Tabla 4.13.

**Tabla 4.11** *Datos de contacto e información demográfica solicitada al encuestado*

<b>Ítem o Pregunta</b>	<b>Opciones de Respuesta</b>
Nombres y Apellidos Completos	Abierta
Correo Electrónico	Abierta
Teléfono o Celular de Contacto	Abierta

Ítem o Pregunta	Opciones de Respuesta
Profesión	1. Ingeniero(a) Civil 2. Arquitecto(a) 3. Administrador(a) de Empresas 4. Otro Si eligió "Otro", describa cuál:
Nivel de estudios alcanzado	1. Pregrado 2. Especialización 3. Maestría 4. Doctorado
Seleccione el cargo con el que se identifique según su trayectoria profesional o rol que desempeña actualmente	1. Gerente de Proyectos 2. Director(a) de Proyectos 3. Coordinador(a) de Proyectos 4. Consultor(a) de Sostenibilidad 5. Otro Si eligió "Otro", describa cuál:
Seleccione el tamaño de la organización en donde ha tenido mayor experiencia o donde trabaja actualmente	1. Microempresa 2. Pequeña Empresa 3. Mediana Empresa 4. Gran Empresa
Años de Experiencia en Gestión de Proyectos Sostenibles de Construcción	1. Menos de 5 años 2. De 5 a 10 años 3. Más de 10 años

Fuente: elaboración propia

**Tabla 4.12** Escala Likert codificada para calificar los FCE, según Hair et al. (2019)

Puntos	Nivel de Acuerdo
1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4	De acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

Fuente: elaboración propia

**Tabla 4.13** FCE calificados en cada una de las etapas del modelo de Slaughter (2000)

Etapas	Factores Críticos de Éxito Evaluados
	<b>IDF1.</b> Aplicación de un esquema de planeación efectivo enfocado en la sostenibilidad y el diseño integrativo

Etapa	Factores Críticos de Éxito Evaluados
<b>Identificación</b>	<b>IDF2.</b> Cumplimiento de las reglas anticorrupción y de las regulaciones en el proceso de toma de decisiones
	<b>IDF3.</b> Objetivos y prioridades en materia de sostenibilidad, claramente definidos por parte de todos los actores interesados
	<b>IDF4.</b> Gestión del ciclo de vida mediante la integración de los actores interesados
	<b>IDF5.</b> Definición de indicadores de confort, calidad de vida e impacto ambiental asociados al tipo de proyecto (vivienda, industria, comercial, dotacional, etc.) en la fase de diseño
	<b>IDF6.</b> Determinación de detalles de diseño y especificaciones sostenibles
	<b>IDF7.</b> Identificación de condiciones políticas y económicas locales tales como: Plan de Ordenamiento Territorial (POT), disponibilidad de servicios públicos, subsidio de vivienda, planes de regulación, entre otros
	<b>IDF8.</b> Gestión del conocimiento y aprendizaje de experiencias previas en el desarrollo de proyectos sostenibles
	<b>Evaluación</b>
<b>EF2.</b> Evaluación de las necesidades de los diferentes grupos de interés para lograr una mejor coordinación y articulación entre ellos	
<b>EF3.</b> Cultura organizacional que apoye la gestión de proyectos sostenibles	
<b>EF4.</b> Aplicación de un proceso efectivo de toma de decisiones por parte del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP)	
<b>EF5.</b> Adecuado retorno sobre la inversión (ROI), considerando aspectos como el ciclo de vida y la economía circular del proyecto	
<b>EF6.</b> Especificaciones del proyecto como tamaño, ubicación, nivel de complejidad, entre otros	
<b>EF7.</b> Viabilidad del proyecto por condiciones del mercado, competitividad e incentivos	
<b>EF8.</b> Disponibilidad y costo de materiales reciclados o sostenibles y de tecnologías amigables con el medio ambiente	
<b>EF9.</b> Disponibilidad de un presupuesto adecuado para la implementación de la sostenibilidad en un proyecto de construcción	
<b>Compromiso</b>	<b>CF1.</b> Énfasis en el desarrollo de un trabajo de alta calidad que cumpla con los requerimientos del proyecto

Etapa	Factores Críticos de Éxito Evaluados
	<b>CF2.</b> Fuerte compromiso y cooperación por parte de los interesados desde el inicio hasta la entrega del proyecto sostenible
	<b>CF3.</b> Disponibilidad y asignación de recursos (fondos, maquinaria, materiales, entre otros)
	<b>CF4.</b> Uso efectivo de los recursos, de acuerdo con la planeación inicial
	<b>CF5.</b> Apoyo de la alta gerencia a los objetivos de sostenibilidad del proyecto
	<b>CF6.</b> Compromiso de los patrocinadores con los objetivos de sostenibilidad del proyecto
<b>Preparación en la Organización</b>	<b>POF1.</b> Documentación contractual clara y completa en la que se especifiquen los requerimientos y compromisos de sostenibilidad
	<b>POF2.</b> Proceso de compras transparente y competitivo fundamentado en criterios de sostenibilidad
	<b>POF3.</b> Investigación clara y completa de las condiciones y actores del proyecto antes de la celebración del proceso contractual
	<b>POF4.</b> Existencia de mecanismos de asignación de roles y responsabilidades en la organización
	<b>POF5.</b> Aplicación de protocolos efectivos de salud y seguridad en el trabajo por parte del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP)
<b>Preparación en el Proyecto</b>	<b>PPF1.</b> Aplicación de procesos de comisionamiento y aseguramiento de calidad para el cumplimiento de los objetivos sostenibles
	<b>PPF2.</b> Despliegue realista y actualizado de costos y estimados por parte del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP)
	<b>PPF3.</b> Aplicación de una gestión efectiva de los riesgos del proyecto por parte del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP)
	<b>PPF4.</b> Aplicación de un sistema efectivo de gestión de cambios del proyecto
	<b>PPF5.</b> Implementación de protocolos efectivos de comunicación en todos los niveles de toma de decisiones del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP)
	<b>PPF6.</b> Formación y entrenamiento en sostenibilidad del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP) y de los subcontratistas
	<b>PPF7.</b> Competencias y habilidades en materia de sostenibilidad por parte del equipo de diseño
	<b>PPF8.</b> Compras competitivas de suministros, servicios y materiales sostenibles

Etapa	Factores Críticos de Éxito Evaluados
	<b>PPF9.</b> Control efectivo del alcance, del tiempo y del costo del proyecto
	<b>PPF10.</b> Aplicación de una metodología efectiva de monitoreo y realimentación del proyecto
	<b>PPF11.</b> Equipo de Gestión de Proyecto (EGP) competente en sostenibilidad y multidisciplinario
	<b>PPF12.</b> Estilo de liderazgo de los Gerentes de Proyecto que facilite la consecución de los objetivos sostenibles
<b>Implementación</b>	<b>IMF1.</b> Gestión de impactos ambientales por parte del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP)
	<b>IMF2.</b> Manejo adecuado de los cambios en el alcance del proyecto durante la construcción
	<b>IMF3.</b> Implementación de un sistema de gestión de RCD (Reciclaje de los Residuos de Construcción y Demolición)
	<b>IMF4.</b> Metodología efectiva para la resolución de problemas y realimentación
	<b>IMF5.</b> Mecanismos de validación y control de los entregables del proyecto en términos de sostenibilidad
<b>Ítem Propuesto al Final de Cada Etapa</b>	
En este espacio puede describir sus observaciones y comentarios sobre los Factores Críticos de Éxito calificados previamente y que están relacionados con la etapa _____ para la gestión de proyectos de construcción sostenible de edificaciones en Colombia	
Respuesta abierta	

*Fuente:* elaboración propia

#### **4.3.3.3 Definición de la muestra y aplicación del instrumento**

En referencia a lo citado en la sección 4.2, la población objeto de estudio del presente trabajo de grado de maestría correspondía a los proyectos de construcción sostenible certificados o en procesos de certificación desde el 2008 hasta el 31 de marzo de 2021 en Colombia (363 proyectos). Debido a la particularidad de esta población se estableció que el instrumento desarrollado se aplicaría a los actores que hicieron parte del equipo de gestión de este tipo de proyectos ejerciendo cargos como gerentes, directores y coordinadores de proyectos; en este mismo sentido como directores y coordinador de sostenibilidad, coordinadores LEED, entre otros. Por esta razón, se estableció que la selección de la muestra fuera de tipo no probabilístico, es decir a conveniencia como lo plantea Hernandez (2014), dado que no se

conocía el número exacto de profesionales que habían participado en la GPSC en Colombia, a lo que se suma el hecho de que la sostenibilidad es un asunto reciente en el sector de la construcción de edificaciones en el país y que por ende el número de profesionales con experiencia y conocimiento en esta área es puntual y reducido.

No obstante lo anterior, y sin contar con una base de datos sobre los profesionales de interés para la aplicación del instrumento, se procedió a contactar a través de cartas de invitación enviadas por correo electrónico a las organizaciones que habían gestionado proyectos sostenibles de construcción en el país y que en el momento enfocaran su estrategia corporativa a la GPSC, con el objetivo principal de convocar a sus colaboradores que estuvieran ejerciendo los cargos nombrados anteriormente y que paralelamente contaran con experiencia en CS. En total se remitieron mediante correo electrónico 107 invitaciones a estas compañías (la carta enviada se incluye en el Anexo G).

Por otro lado, y usando búsquedas en internet acerca de los equipos que habían gestionado los proyectos de construcción certificados y los que estaban en proceso de certificación sostenible y empleando la plataforma LinkedIn, se lograron contactar de manera directa 400 profesionales con los perfiles requeridos para el diligenciamiento del cuestionario, de los cuales a 246 se les hizo llegar la invitación formal para participar en este estudio a través de correo electrónico. Con el mismo propósito, se solicitó apoyo al CCCS para la divulgación de la encuesta del presente estudio a sus miembros afiliados haciendo énfasis en el perfil de los profesionales a los que estaba dirigida.

En función de las aclaraciones descritas con antelación, fueron contactados de manera directa 507 actores (400 profesionales y 107 organizaciones) con experiencia en gestión de proyectos de construcción sostenible en el país; por lo tanto, y teniendo en cuenta la experiencia de estudios previos sobre FCE para la GPSC en países en desarrollo como el efectuado por Banihashemi *et al.* (2017), Venkataraman y Cheng (2018) y Shan *et al.* (2020), se esperaba una tasa de respuesta de un 20 %, es decir una participación de alrededor de 101 profesionales.

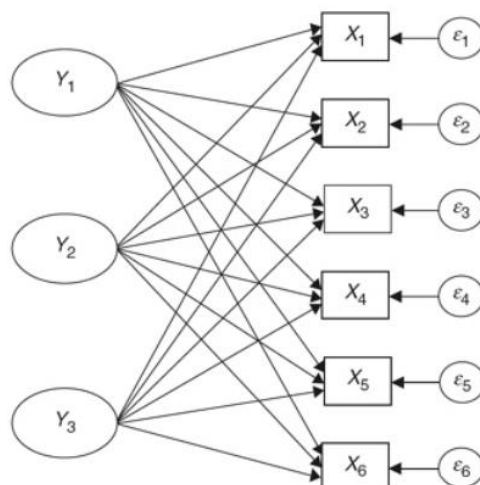


#### ***4.3.3.4 Definición del método estadístico para el análisis de los datos***

Los datos que fueron obtenidos al aplicar el instrumento descrito en la sección anterior fueron evaluados estadísticamente utilizando un análisis multivariado debido a la complejidad del modelo de estudio como lo sugieren Ho (2013) y Hair *et al.* (2019), lo cual aplica a la presente investigación, en donde a cada etapa del modelo de implementación de innovaciones en proyectos de construcción planteado por Slaughter (2000) se asociaron una serie Factores Críticos de Éxito (FCE) que correspondían a las variables medibles u observables que causaban a cada etapa o constructo del modelo citado. Debido a esto, es necesario precisar que los análisis estadísticos han sido fundamentales para la investigación en las ciencias sociales y de gestión, que los han venido integrado por décadas de acuerdo con su evolución, partiendo inicialmente del análisis univariante o bivariante para explicar datos y sus relaciones a métodos multivariantes de primera y segunda generación para encontrar patrones o relaciones entre las variables (métodos exploratorios) o testear hipótesis a partir de teorías y conceptos definidos en la literatura (métodos confirmatorios) (Hair *et al.*, 2016 y Hair *et al.*, 2019).

Dentro de los métodos estadísticos multivariantes de primera generación más reconocidos y aplicados para desarrollar y evaluar la calidad de la medición se encuentra el Análisis Factorial Exploratorio (EFA por sus siglas en inglés), propuesto por primera vez por Charles Spearman (1904) y el Análisis Factorial Confirmatorio (CFA por sus siglas en inglés) promovido por Jöreskog (1969). El método de EFA se aplica típicamente cuando no existen hipótesis previas sobre los factores o patrones de variables medidas, por lo tanto este método comienza con un gran número de variables observables las cuales se supone que están relacionadas con un número menor de factores ‘no observables’, también conocidos como factores latentes, factores compuestos, constructos o dimensiones, por lo que este método aplica regresiones múltiples para reducir la cantidad de variables observables a un conjunto más pequeño de factores latentes o dimensiones de acuerdo a la varianza presentada por los indicadores medibles como se observa en la Figura 4.12 (Blunch, 2012 y Hair, Howard y Nitzl, 2020).

**Figura 4.12** Representación del Análisis Factorial Exploratorio



Nota. Los términos  $Y_1$ ,  $Y_2$  y  $Y_3$  son los factores compuestos o latentes;  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ... $X_6$  son las variables observables o medibles y  $\epsilon_1$ ,  $\epsilon_2$ ,  $\epsilon_3$ ...  $\epsilon_6$  corresponden a los términos de error implícito en cada indicador.

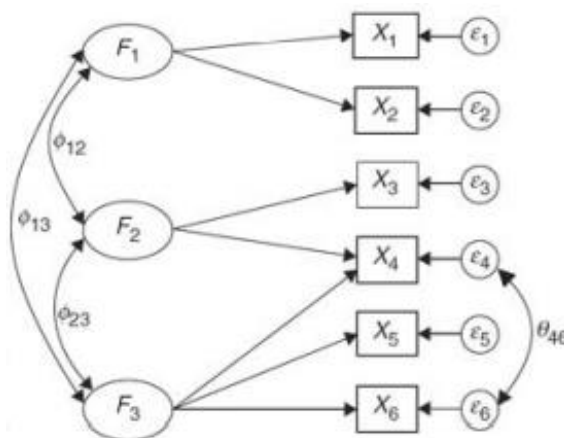
*Fuente:* Blunch (2012)

De lo anteriormente dicho, para el análisis multivariado del presente estudio la aplicación del método EFA no se consideró adecuada, debido a que esta investigación parte de un modelo teórico para encontrar los FCE más importantes para la gestión de proyectos edificatorios sostenibles en Colombia, el modelo base seleccionado fue planteado por Slaughter (2000) y consta implícitamente de 6 dimensiones o factores latentes a los cuales se les vincularon una serie de variables medibles u observables obtenidas de la literatura (Factores Críticos de Éxito) mediante una validación de contenido por parte de expertos como se expuso en el apartado 4.3.2. Por ello, y teniendo en cuenta que el patrón teórico consta de hipótesis entre los constructos o variables no observables establecidas en el modelo, un análisis de EFA no resultaría beneficioso, dado que el objetivo no es reducir las dimensiones a las que los FCE fueron vinculados, sino comprobar la relevancia de cada uno de los FCE en las etapas del modelo seleccionado, así como la verificación de las hipótesis subyacentes entre las variables no observables o etapas del modelo de Slaughter (2000).

En cuanto al método multivariado CFA, este es pertinente para modelar a priori la calidad de las mediaciones sustentadas bajo modelos teóricos e hipótesis previamente establecidas

(Brown, 2015), por lo que en esta técnica se especifica con anterioridad el número de variables observables o indicadores que están asociados a cada uno de los factores latentes o variables no observables, definiendo de esta manera la estructura del modelo que debe ser validado y confirmado. Además para aplicar CFA se parte de un gran número de indicadores vinculados comúnmente de forma reflectiva a las variables latentes o no observable como se muestra en la Figura 4.13, estas variables están sujetas a errores, los cuales son tomados en cuenta para posteriormente establecer el grado de correlación o aporte relativo de las variables medibles a los factores latentes o constructos mediante la covarianza. Adicionalmente debe hacerse uso de parámetros de comparación previamente definidos con el objetivo de establecer si las variables observables si están altamente correlacionadas con el constructo o variable latente para poder mantenerlas dentro del modelo, si estas presentan correlaciones relativas inferiores a los parámetros mínimos establecidos o muy bajas deben ser eliminadas del modelo para asegurar una adecuada calidad de las medidas (Blunch, 2012; Brown, 2015 y Hair *et al.*, 2019).

**Figura 4.13** Representación del Análisis Factorial Confirmatorio



Nota. Los términos  $F_1$ ,  $F_2$  y  $F_3$  son los factores compuestos o latentes;  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $X_3$ ... $X_6$  son las variables observables o medibles;  $\epsilon_1$ ,  $\epsilon_2$ ,  $\epsilon_3$ ...  $\epsilon_6$  corresponden a los términos de error implícito en cada indicador y  $\Phi_{12}$ ,  $\Phi_{13}$  y  $\Phi_{23}$  son los coeficientes de relación entre factores latentes

Fuente: Blunch (2012)

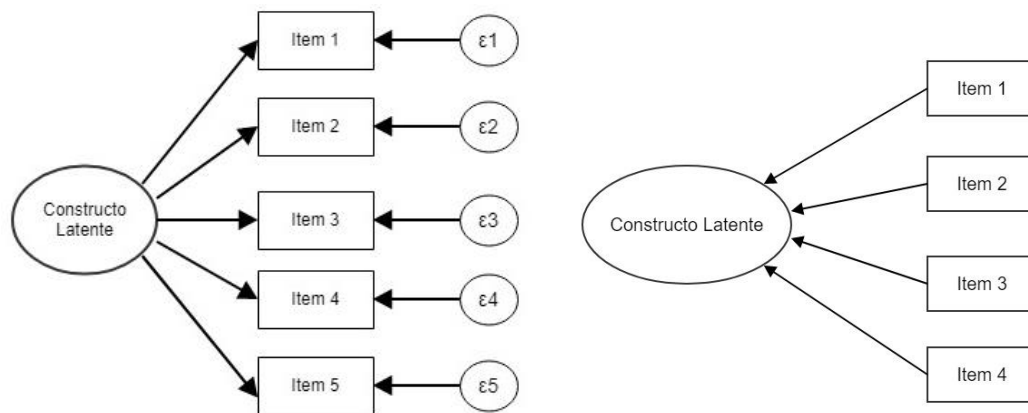
---

Es fundamental aclarar que el método CFA es aplicado generalmente al análisis estadístico de modelos de medida reflectivos, en los cuales las variables observables o medibles surgen de los factores latentes, en otras palabras las variables medibles o indicadores representan las manifestaciones o los efectos de las variables latentes, por lo que la causalidad se produce desde el constructo hacia sus medidas observables, lo que significa que los indicadores de efecto o reflectivos representan una muestra de todos los posibles ítems o aspectos que se localizan dentro del dominio conceptual de un constructo, generando que las variables medibles relacionadas con un factor latente o compuesto en particular estén altamente correlacionadas entre sí, haciendo posible que los ítems o variables observables sean intercambiables, por lo que al omitir un indicador por baja correlación no cambia o se afecta el significado del constructo o variable latente (Hair *et al.*, 2019). Lo anterior es soportado también en las especificaciones de uso de software como SPSS- AMOS para estimar el CFA, en donde se detalla que deben usarse variables observables de tipo reflectivo, si se tienen variables de tipo formativo (la causalidad se da desde las variables medibles a los factores latentes o constructos), debería considerarse el empleo de otros métodos de análisis multivariantes de segunda generación como son el modelamiento de ecuaciones estructurales por *Partial Least Squares Structural Equation Modeling* (PLS-SEM) o *Covariance-based Structural Equation Modeling* (CB-SEM) (Blunch, 2012).

De acuerdo con lo expuesto sobre el método multivariante CFA, este podría haberse utilizado para validar y confirmar el modelo propuesto para el desarrollo de la presente investigación; no obstante, los modelos de medida reflectivos bajo los que se realizan análisis de CFA no aplican convenientemente para los objetivos de los estudios en gestión que buscan determinar los aspectos más importantes que deben considerarse para la dirección exitosa de una determinada área o campo de acción, los cuales tienen diferentes orígenes, generando una contribución y aporte casi de forma independiente a las variables latentes o constructos; por consiguiente el modelo estructural que debe emplearse para modelar las variables descritas previamente es de tipo formativo (Hair *et al.*, 2019). A diferencia de los modelos de medida reflectivos, los formativos son de tipo causal como se expone en la Figura 4.14, es decir que los constructos son causados por las variables observables o medibles. Esta clase de medidas son no intercambiables, por lo que cada indicador de un modelo de medida formativo captura un aspecto específico del dominio del

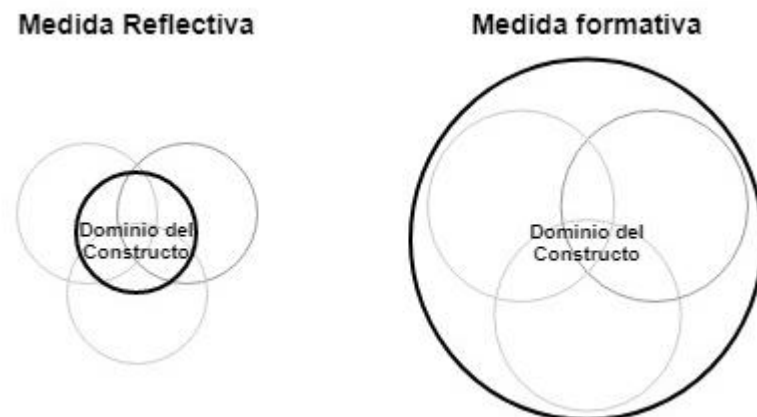
constructo como se muestra en la Figura 4.15, lo que se traduce en que los ítems formativos determinan en definitiva el significado del constructo. Esto implica que al eliminar una variable medible formativa se puede modificar el significado de la variable latente, por consiguiente debe favorecerse la cobertura del dominio del constructo para lograr una adecuada conceptualización de este, razón por la que los métodos de medida formativos se sustentan bajo una sólida revisión de la literatura y en una adecuada validación de esta (Hair *et al.*, 2021).

**Figura 4.14** Modelos de medidas reflectivos y formativos



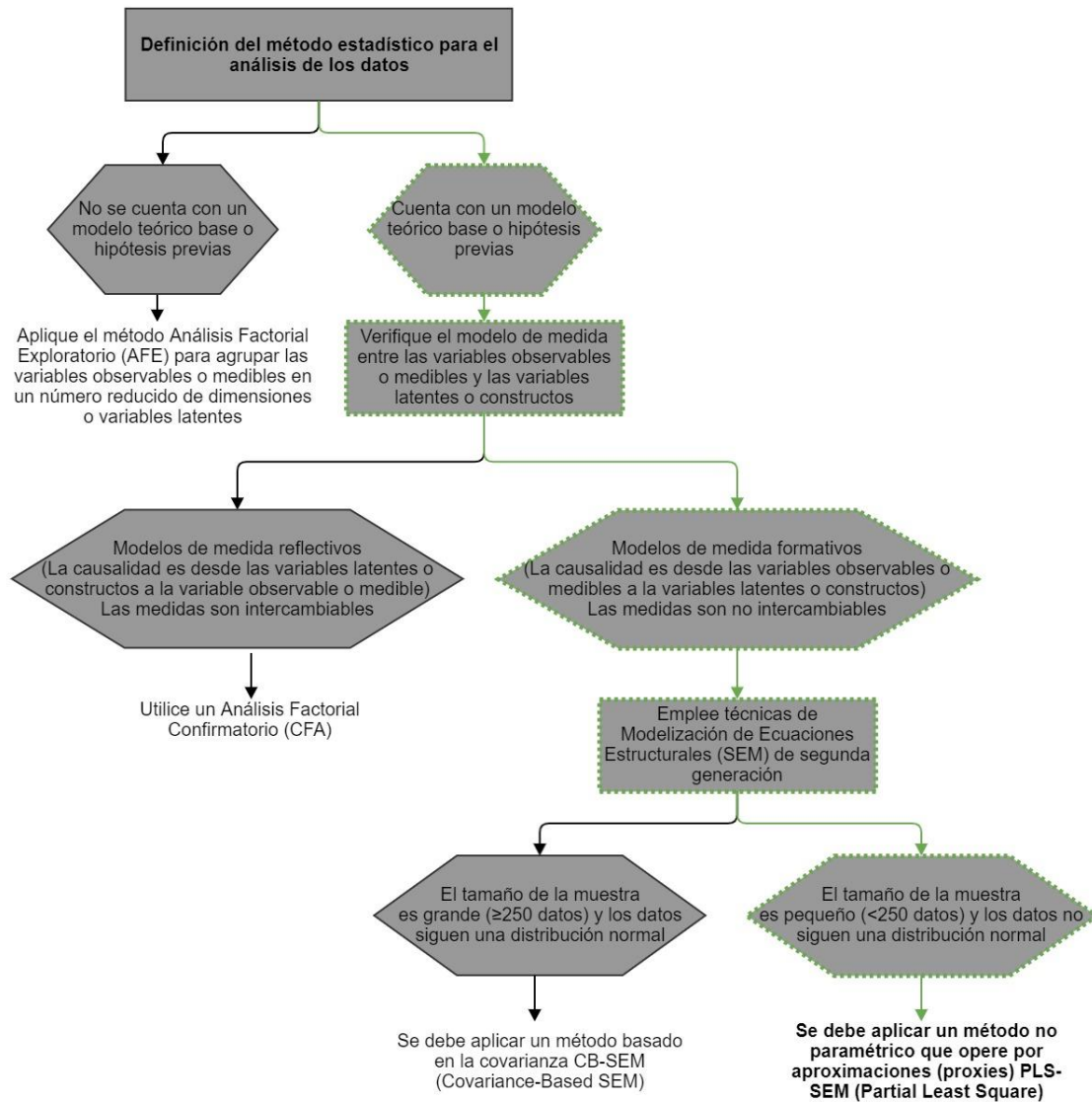
*Fuente:* elaboración propia

**Figura 4.15** Diferencias entre los dominios de las variables de medida reflectiva y formativas



*Fuente:* Hair *et al.* (2021)

**Figura 4.16** Resumen del procedimiento seguido para definir el método estadístico para el análisis de los datos



Nota. La ruta marcada en verde corresponde a los argumentos principales para la elección del método *Partial Least Squares Structural Equation Modeling* (PLS-SEM).

Fuente: elaboración propia

En relación con los argumentos explicados con antelación, y para poder validar el modelo de Slaughter (2000) con los FCE vinculados de manera formativa a cada una de las etapas del modelo, y atendiendo a los enfoques y limitaciones de los métodos de análisis EFA y CFA para la validación y confirmación de modelos de medida formativos, se procedió a

plantear el uso de la modelización de ecuaciones estructurales con métodos estadísticos de segunda generación, como es el caso de la técnica de mínimos cuadrados, más conocida como *Partial Least Squares Structural Equation Modeling* (PLS-SEM). Por ello el procedimiento seguido para la definición del método estadístico que se emplearía para el análisis de los datos obtenidos en el presente trabajo de grado se resume en la Figura 4.16.

#### ***4.3.3.5 Descripción de la técnica de análisis multivariable PLS-SEM***

Los métodos de análisis multivariantes de segunda generación son conocidos como Modelización de Ecuaciones Estructurales (SEM por sus siglas en inglés). Estas técnicas permiten calcular las relaciones de variables latentes o no observables que son medidas indirectamente por medio de variables observables o indicadores (Hair *et al.*, 2019). Asimismo, los métodos SEM incorporan tanto la regresión múltiple como el análisis factorial para evaluar las complejas correlaciones de dependencia relativa y absoluta entre las variables observables y los constructos, considerando al mismo tiempo los efectos de los errores sobre los modelos estructurales abordados (Cupani, 2012).

Existen dos tipos de técnicas de SEM. La primera se basa en la covarianza (CB-SEM por sus siglas en inglés) y la segunda corresponde a modelización de *path* PLS, más conocida como *partial least squares structural equation modeling* (PLS-SEM por sus siglas en inglés). El método CB-SEM se usa cuando se busca confirmar, testear y en algunos casos comparar teorías que generalmente están dadas bajo modelos de medida reflectivos, mediante la estimación de una matriz de covarianzas a partir de muestras de datos significativas o grandes, por lo que el CB-SEM modela los constructos bajo la consideración de un factor común, el cual explica la covarianza entre sus indicadores asociados (Hair *et al.*, 2019).

Por su parte el método PLS-SEM es un método no paramétrico que se adapta a tamaños muestrales reducidos y a métodos complejos, sin requerir o hacer suposiciones respecto a la distribución de los datos, en comparación al algoritmo de máxima verosimilitud de CB-SEM que requiere de una distribución normal de los datos (Hair *et al.*, 2021). Otra de las bondades que ofrece el método PLS-SEM es que puede ser empleado en diferentes entornos de investigación, dado que permite estimar apropiadamente tanto modelos de medida

reflectivos como formativos, dado que PLS-SEM opera por aproximaciones ‘proxies’ para representar a las variables latentes de interés como un compuesto ponderado de las variables observables que están inmersas o relacionadas con dichos constructos (Hair *et al.*, 2019).

Al examinar en detalle las consideraciones y características citadas previamente acerca de los métodos CB-SEM y PLS-SEM, se eligió el uso de PLS-SEM para evaluar el modelo de medida formativo tácito al modelo de Slaughter (2000) bajo el que se planteó la determinación de los FCE más importantes para la integración de la sostenibilidad en proyectos de construcción de edificaciones en Colombia. La aplicación del método PLS-SEM permitió identificar los FCE más importantes para gestionar proyectos sostenibles en Colombia, al evaluar los aportes relativos y absolutos que proporcionan cada FCE a cada una de las etapas o constructos que integran dicho modelo partiendo de una muestra reducida de datos, de igual forma se comprobaron las hipótesis inherentes al modelo de implementación de innovaciones en proyectos de construcción de Slaughter (2000) para precisar si este modelo es aplicable para la incorporación de la sostenibilidad en gestión de proyectos inmobiliarios en el contexto colombiano. La selección de este método está también soportada por su uso en investigaciones análogas como las desarrolladas por Banihashemi *et al.* (2017) y Hosseini *et al.* (2018).

El método PLS-SEM comprende una serie de criterios para la valoración de los resultados obtenidos al aplicar este modelo mediante el uso del software SmartPLS 3, por lo que a continuación se detallan los componentes de un nomograma o modelo *path* y se describen los parámetros que fueron aplicados para la evaluación del modelo de medida formativo (los FCE se dirigen a las variables latentes o constructos) y el modelo estructural formativo (etapas del modelo de Slaughter (2000)). Estos criterios fueron tomados en cuenta para el análisis de los resultados de esta investigación como se expone en el capítulo 5.

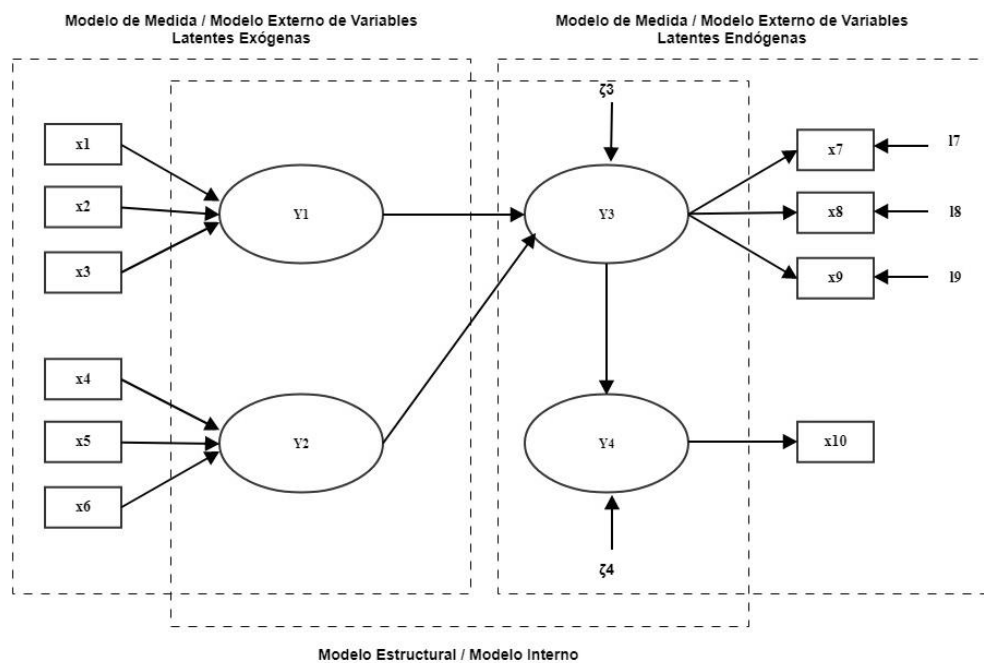
#### 4.3.3.5.1 *Nomogramas*

Para evaluar el modelo Slaughter (2000) y los FCE que están asociados a cada una de sus etapas, se debió dibujar un nomograma o modelo *path* en la interfaz SmartPLS 3; por esta razón y para comprender adecuadamente la información que brindan dichos esquemas, en



la Figura 4.17 se especifican cada uno de sus componentes y su identificación correspondiente.

**Figura 4.17** Estructura de un nomograma o modelo path



Fuente: Hair et al. (2019)

#### 4.3.3.5.2 Evaluación de los modelos de medida formativos

En esta parte se estimaron los aportes relativos y absolutos de los FCE o ítems asociados a cada etapa del modelo de Slaughter (2000) o constructo del modelo; asimismo se determinaron los indicadores formativos que son más relevantes para cada uno de los constructos, para lo cual se siguieron los pasos enunciados a continuación:

##### *Paso 1: valoración de la validez convergente*

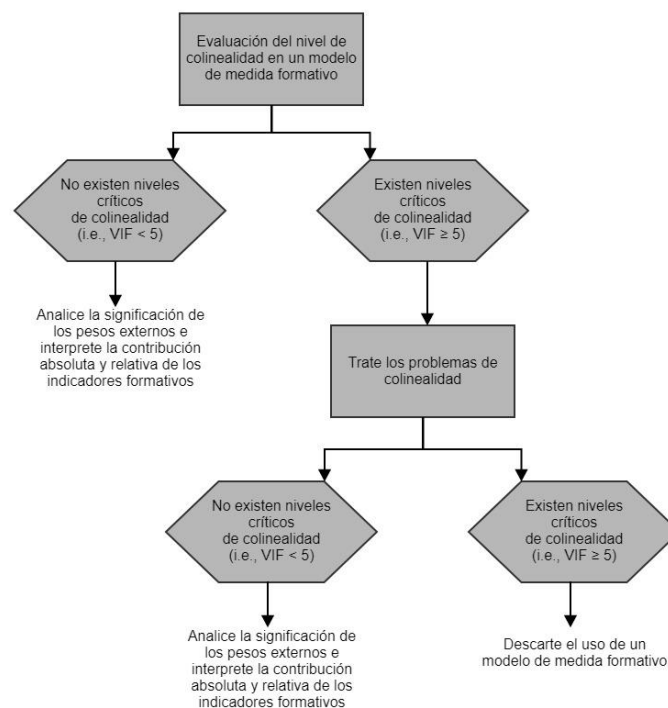
En este paso se verificó la intensidad con la que se relacionan las variables latentes o constructos, esto indica la validez del conjunto de indicadores formativos para medir el modelo de estudio, por lo tanto el valor de los coeficientes *path* de las trayectorias que unen dos constructos debe ser mayor o superior de 0,70 (Hair et al., 2019), por lo que la intensidad de los coeficientes *path* se obtuvo al calcular el algoritmo PLS en SmartPLS 3 con un

número elevando de iteraciones (5000) para asegurar que el algoritmo no se detuviera y pudiera converger de manera adecuada (Hair *et al.*, 2021).

*Paso 2: colinealidad de los indicadores formativos*

Hair *et al.* (2019) señalan que no se espera una alta colinealidad o correlación entre los indicadores o ítems formativos que hacen parte de un determinado constructo, dado que estos abordan diferentes enfoques del dominio como se explicó con antelación. La medida de colinealidad fue estimada mediante el Factor de Inflación de la Varianza (VIF por sus siglas en inglés), el cual fue calculado para cada uno de los indicadores formativos con el uso del algoritmo PLS con 5000 iteraciones. Los valores de  $VIF < 5$  señalan que no existen valores críticos de colinealidad y por lo tanto se procede a analizar las contribuciones relativas y absolutas de los indicadores formativos como se explica en el paso 3, en caso de que los valores de VIF sean mayores o iguales de 5 se debe descartar el uso de modelos de medida formativos como se describe en la Figura 4.18.

**Figura 4.18** Valoración de la colinealidad en modelos de medida formativos usando los factores VIF



Fuente: Hair *et al.* (2019)

---

*Paso 3: valoración de la significación y relevancia de los indicadores formativos*

En este paso se verificó la significación o contribución real de los indicadores formativos para establecer el modelo, por medio de la revisión de los aportes relativos y absolutos que las variables manifiestas proveen a las variables latentes o constructos, por lo que estos se calcularon usando el algoritmo *Bootstrapping* con 5000 iteraciones en SmartPLS 3, el cual consiste en un procedimiento no paramétrico que permite testear los pesos y las cargas externas que definen la significancia de los modelos de medida formativos (Hair *et al.*, 2021). Para corroborar la relevancia de los pesos externos para variables formativas se supone que los indicadores de un constructo no están correlacionados, a partir de esta consideración se calculan los pesos máximos externos que pueden tener los ítems en relación con un constructo específico, mediante la expresión  $1/\sqrt{n}$ , donde  $n$ , es el número de variables formativas no correlacionadas por ejemplo si los números de indicadores no correlacionados son 2, 5 o 10 el máximo peso externo o valores  $t$  serían de 0,707; 0,447 y 0,316 respectivamente, por consiguiente al comparar los valores  $t$  de los indicadores con los pesos máximos externos para cada variable latente se determina si el indicador formativo tiene aportes relativos significativos para el constructo (Hair *et al.*, 2019).

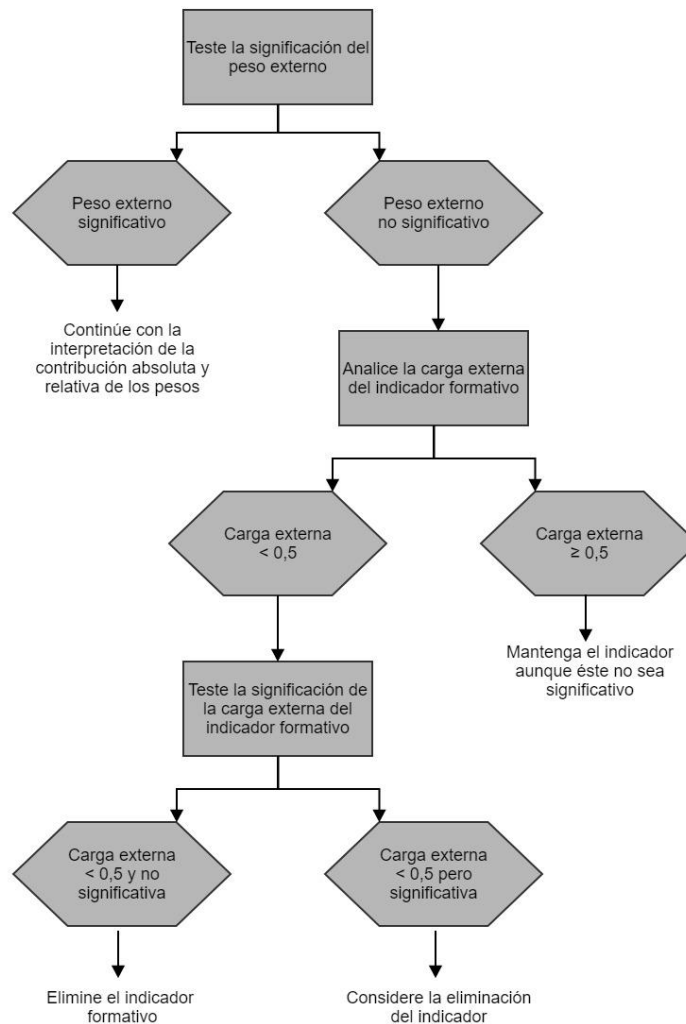
En el caso de que los ítems formativos no presenten pesos externos significativos, se debe examinar sus contribuciones relacionadas con las cargas externas, las cuales se traducen en el aporte absoluto que las variables observables o ítems formativos confieren a las variables latentes, por lo que cargas externas mayores o iguales a  $0,5$  representan aportes absolutos relevantes para el constructo, este argumento indica que debe mantenerse el ítem como se indica la Figura 4.19.

*Paso 4: determinación de los indicadores formativos más importantes por cada constructo*

Después de haber verificado que las variables observables formativas presentaban apropiados aportes relativos o absolutos a los constructos, se procedió a determinar los indicadores más significativos para cada constructo mediante la inspección de los coeficientes de camino calculados por el algoritmo PLS (Hair *et al.*, 2021). En este paso se definió cuáles eran los FCE más importantes para asegurar la adecuada integración de las sostenibilidades en proyectos de construcción de edificaciones en Colombia, de esta manera se seleccionan los tres indicadores con los coeficientes de camino más elevados por cada

una de las variables latentes originadas del modelo de Slaughter (2000), con lo que se obtuvo el listado de los FCE más significativos y que deberían tenerse en cuenta para la gestión de proyectos sostenibles de construcción de edificaciones en el país.

**Figura 4.19** *Proceso para determinar las contribuciones relativas y absolutas de indicadores formativos*



*Fuente:* Hair *et al.* (2019)

#### 4.3.3.5.3 Evaluación del modelo estructural formativo

En esta parte se verificó la capacidad predictiva y asociativa entre los constructos, por lo que se comprobó si el modelo era correcto al predecir adecuadamente los constructos endógenos (Hair *et al.*, 2019). En otras palabras, se evaluó si el modelo de Slaughter (2000)

había sido elegido acertadamente para la determinación de los FCE para la integración de la sostenibilidad en la gestión de proyectos de construcción en Colombia, debido a que dicho modelo constituye la estructura bajo la que se aplicó el método SEM-PSL para esta investigación. Por este motivo, y para validar la aplicación del modelo estructural desarrollado, se siguieron los siguientes pasos:

*Paso 1: valorar la colinealidad en el modelo estructural*

Esto se aplicó únicamente a los constructos predictores, por los que los valores VIF de cada constructo predictor debían ser mayores a 0,2 y menores de 5, si este parámetro no se cumplía se debía considerar la omisión del constructo o establecimiento de constructos de orden superior para superar los problemas de colinealidad (Hair *et al.*, 2019). Los valores de VIF para evaluar la colinealidad de los constructos predictivos fueron obtenidos a través del algoritmo PLS con 5000 iteraciones.

*Paso 2: relevancia de las relaciones significativas (valor p)*

La significación estadística de los coeficientes *path* fue comprobada mediante la revisión de los valores *p* obtenidos de la ejecución *Bootstrapping* con 5000 iteraciones en SmartPLS 3, mediante este procedimiento se garantiza la fiabilidad de los coeficientes *path* con los que se define si las hipótesis subyacentes al modelo estructural se verificaron correctamente o fueron nulas (Hair *et al.*, 2019). En consecuencia y atendiendo a que un nivel de significancia de 1 % es altamente rigurosos para comprobar la relevancia de las relaciones de significancia entre los constructos, para esta investigación se verificaron que los valores *p* estuvieran por debajo de 0,01 con el objetivo de probar que algunos coeficientes *path*, aunque sean considerables no deberían usarse directamente para efectuar interpretaciones de los resultados del modelo estructural (Hair *et al.*, 2021).

*Paso 3: coeficientes de determinación (valor  $R^2$ )*

En este paso se evaluó el poder predictor de modelo, verificando los valores obtenidos para el coeficiente de determinación  $R^2$ , este coeficiente representa los efectos combinados de las variables latentes exógenas con las endógenas (Hair *et al.*, 2021). De este modo y para comprobar el poder predictivo del modelo se empleó el algoritmo PLS en SmartPLS 3, el cual toma todos los datos que han sido utilizados para la estimación del modelo y cálculo

los  $R^2$  para cada uno de los constructos. El análisis de los resultados se realizó bajo la consideración especificada por Hair *et al.* (2014), en la que se plantea que el modelo estructural es altamente predictivo cuando los valores de  $R^2$  son cercanos a 0,75; lo que también se traduce en que los constructos han sido explicados o descritos adecuadamente por el modelo estructural base seleccionado.

#### *Paso 4: tamaño del efecto $f^2$*

Esta medida especifica si el constructo predictor tiene un impacto significativo sobre las variables latentes endógenas, por lo que la valoración de este indicador se efectuó revisando los valores  $f^2$  de los constructos, especialmente para los predictores de variables latentes endógenas considerando que valores  $f^2$  de 0,02, 0,15 y 0,35 representan efectos pequeños, moderados y grandes respectivamente (Hair *et al.*, 2021), los valores de los  $f^2$  fueron obtenidos al emplear algoritmo PLS con 5000 iteraciones en SmartPLS 3.

## **4.4. Resumen del capítulo**

En este capítulo se enunció el paradigma epistemológico en el que se basó el presente estudio, el cual correspondió al Pragmatismo; además se precisó que el enfoque de la investigación es mixto, dado a través de un diseño exploratorio secuencial de tipo *qual* → *QUAN* (*de cualitativo a cuantitativo*). Al mismo tiempo se especificó que esta investigación es deductiva de corte transversal y que el terreno de estudio está conformado por las organizaciones del sector de la construcción de edificaciones en Colombia, por lo que se puntualizó que la población objeto de estudio coincide con los proyectos inmobiliarios certificados y en proceso de certificación en Colombia desde el 2008 al 31 de marzo de 2021 (aproximadamente 363 proyectos).

Por otra parte, se detallaron los procedimientos llevados a cabo en cada una de las etapas del diseño exploratorio secuencial para poder determinar los FCE más críticos entre los críticos para la Gestión de Proyectos Sostenibles de Construcción (GPSC) de edificaciones en Colombia. Por ello a continuación se sintetizan las actividades efectuadas en cada una de las etapas, precisando que estas estaban organizadas en cascada, por lo que los resultados de la primera fueron usados para la consecución de la segunda y a su vez los de esta para la tercera:

- En la etapa 1 se efectuó un metaanálisis de la literatura existente sobre FCE para la GPSC en países en desarrollo, tomándose como base los FCE obtenidos por Banihashemi *et al.* (2017) en su revisión de literatura, bajo la consideración de tres criterios principales: i) aplicabilidad a países en desarrollo; ii) relación con el TBL de la sostenibilidad y iii) relevantes para gestión de proyectos de construcción, estos fueron complementados con otros FCE encontrados en publicaciones adicionales, obteniéndose como resultado una lista inicial de 71 FCE potenciales.
- En la etapa 2 los FCE de la lista inicial fueron validados por 18 expertos en GPSC en Colombia, a través de un cuestionario para determinar el Índice de Validez de Contenido (IVC) de Lawshe, junto al análisis cualitativo de las observaciones dadas por estos especialistas y la adopción de nuevos FCE sugeridos por ellos mismos para el contexto colombiano; además los FCE validados fueron vinculados a las etapas del modelo de implementación de innovaciones de Slaughter (2000). Finalmente, como resultado de esta fase se obtuvieron 45 FCE clasificados en las etapas del modelo de Slaughter (2000).
- En la tercera y última etapa del diseño exploratorio secuencial, se realizó una evaluación cuantitativa de los 45 FCE acogidos para el entorno Colombiano y organizados en las etapas del modelo de Slaughter (2000), a través de la aplicación de un instrumento de medición tipo escala Likert a profesionales que hubieran participado en la gestión de proyectos de construcción certificados sosteniblemente y en proceso de certificación, previendo una tasa de respuesta de 20 % de 507 invitaciones enviadas. Adicionalmente se describió las consideraciones para seleccionar el método estadístico para la modelización de los datos, definiéndose que la Modelización de Ecuaciones Estructurales por la técnica no paramétrica PLS-SEM era la adecuada para modelar las variables observables o medibles dadas desde un modelo de medida de tipo formativo (las variables medibles causan los constructos o etapas del modelo estudiado) como se ilustra en la Figura 4.16.

De acuerdo con lo referido para la tercera etapa del diseño exploratorio secuencial, los últimos apartados de este capítulo estuvieron orientados a explicar cómo se deberían analizar los resultados obtenidos de la aplicación del método PLS-SEM, haciendo una descripción por separado de los aspectos de evaluación que debía considerarse para determinar los FCE

finales más importantes para cumplir a cabalidad con la presente investigación y los relacionados con la comprobación de la capacidad predictiva y explicativa del uso del modelo de Slaughter (2000). Los resultados de la aplicación del procedimiento adaptado para la tercera fase del diseño exploratorio secuencial se exponen en detalle en el siguiente capítulo de resultados y discusión.



## 5. Resultados y Discusión

En este capítulo se exponen los análisis de los resultados obtenidos en la tercera fase del diseño exploratorio secuencial propuesto y desarrollado en el anterior capítulo referente al diseño metodológico de la presente investigación. Por consiguiente los resultados se dividen en tres partes: en la primera se caracteriza a la muestra que participó en la calificación de los Factores Críticos de Éxito (FCE), en la segunda se analiza la distribución de los datos obtenidos y en la tercera se especifican los FCE determinados como los más importantes para la Gestión de Proyectos Sostenibles de Construcción (GPSC) en Colombia utilizando el método no paramétrico de Modelización de Ecuaciones Estructurales PLS-SEM, como se ilustra en la Figura 5.7 y en la Tabla 5.4. En esta tercera parte de los resultados se evalúa la capacidad predictiva y asociativa del modelo de implantación de innovaciones en gestión de proyectos de construcción propuesto por Slaughter (2000).

En las últimas secciones de este capítulo se plantea la discusión sobre los FCE definidos como los más importantes a tener en cuenta en la GPSC en el presente trabajo de grado, comparándolos con los resultados alcanzados en estudios análogos que fueron aplicados a países con contextos y economías similares a los que caracterizan el entorno de la industria de la construcción inmobiliaria en Colombia, así como a las particularidades y situaciones propias del sector de la construcción de edificaciones en el país. Adicionalmente, y tomando en cuenta los resultados obtenidos, se argumenta sobre la pertinencia de la aplicación del modelo de Slaughter (2000) para estudiar la sostenibilidad como una innovación en el contexto colombiano.

### 5.1. Análisis de los resultados obtenidos

El análisis de los resultados de este estudio se agrupan en 3 categorías: la primera hace referencia a la caracterización de la muestra de los profesionales que participaron en el diligenciamiento del instrumento desarrollado para calificar a los FCE; la segunda categoría se enfoca en la revisión de la distribución de los datos obtenidos a partir de estadística descriptiva y pruebas de normalidad y por último en el tercer grupo se detallan los FCE que fueron determinados como los más importantes para efectuar GPSC en Colombia y la

validación de la aplicación del modelo de Slaughter (2000) a partir de la modelización de los datos por el método estadístico multivariante PLS-SEM.

### **5.1.1. Caracterización de la muestra**

De las 507 invitaciones enviadas directamente a los actores con experiencia en gestión de proyectos de construcción certificados sosteniblemente o en procesos de certificación en el país (400 profesionales y 107 organizaciones), se recibieron en el término de 2 meses 131 respuestas de las que fueron válidas 124 (formularios diligenciados completamente), es decir que se obtuvo una tasa de respuesta del 24,5 %, la cual estuvo por encima de la esperada que era del 20 % de acuerdo con las experiencias en estudios análogos como los realizados por Banihashemi *et al.* (2017), Venkataraman y Cheng (2018) y Shan *et al.* (2020).

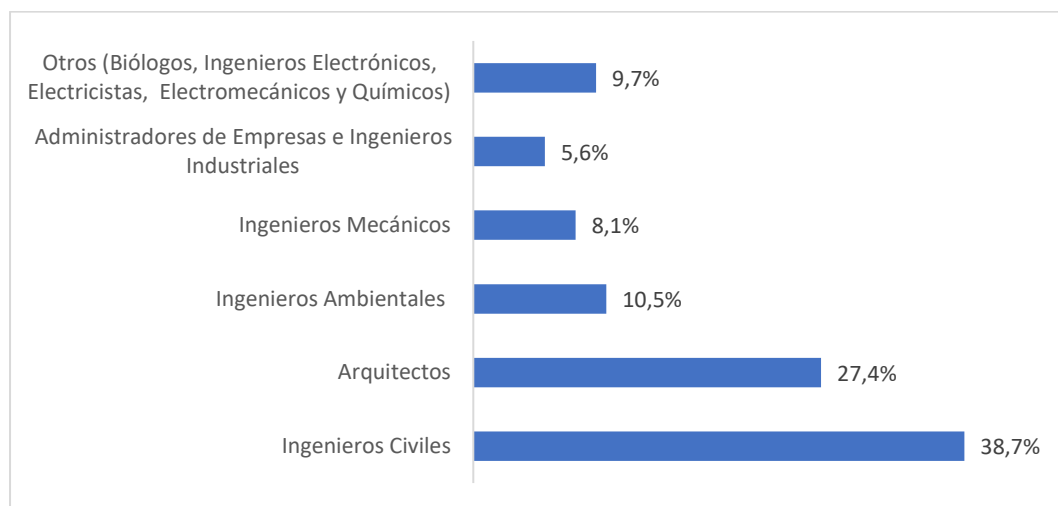
El hecho descrito anteriormente benefició la aplicación del método estadístico multivariante PLS-SEM, dado que el requerimiento mínimo de la muestra está relacionado con multiplicar por 10 el número más alto de indicadores formativos empleados para mediar un constructo, por lo que para el caso específico de la presente investigación se tenía que el mayor número de indicadores o FCE eran 12; estos hacían parte de la etapa o el constructo referente a la preparación del proyecto, por lo que la muestra mínima ideal para aplicar PLS-SEM debería ser de 120. Este parámetro fue cumplido a cabalidad con las 124 respuestas recibidas.

Por otra parte, se caracterizó el perfil de los 124 profesionales que formaron parte de la muestra, a través de la definición por porcentajes de los siguientes criterios: profesión base, nivel de estudios alcanzados, cargos bajo los que han participado en la GPSC en Colombia, años de experiencia en esta área y el tamaño de las organizaciones en las que han contribuido en el desarrollo de proyectos inmobiliarios que han sido certificados sosteniblemente y están en procesos de certificación.

En cuanto a las profesiones base de los 124 participantes que calificaron los FCE para la GPSC, se encontró que el 38,7 % eran ingenieros civiles, 27,4 % arquitectos, 10,5 % ingenieros ambientales y 8,1 % ingenieros mecánicos; el menor porcentaje correspondió a administradores de empresas e ingenieros industriales con una participación del 5,6 %; también se encontró que 9,7 % de los encuestados registraban otras profesiones como biología, ingeniería electrónica, eléctrica, electromecánica y química como se muestra en la

Figura 5.1. A pesar de que en la muestra las profesiones dominantes fueron la ingeniería civil y la arquitectura en conjunto (más del 60%), se tiene la presencia de diversas profesiones enfocadas especialmente en ingenierías, lo cual da un indicio de la multidisciplinariedad implícita en la gestión de la sostenibilidad en los proyectos de construcción y el alto grado técnico y de innovación que demandan este tipo de proyectos.

**Figura 5.1** Profesiones base de los profesionales de la muestra

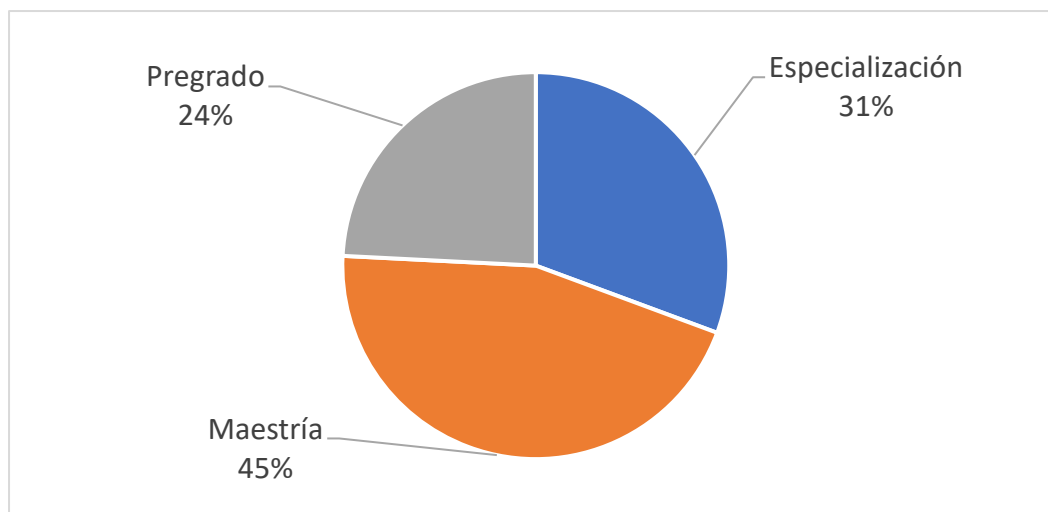


*Fuente:* elaboración propia

Con respecto al nivel académico alcanzado por los profesionales que participaron en esta investigación, se encontró que más del 70% de los encuestados había tomado estudios de posgrado, específicamente se observó en la muestra un 45% con un nivel de maestría y un 31% con nivel de especialización (Figura 5.2). El porcentaje restante (24%) de los profesionales contaba con estudios de pregrado solamente. Estos resultados están correlacionados con la cualificación respecto a formación, conocimientos y destrezas que deben tener los profesionales que ocupan cargos de dirección, gestión y coordinación de proyectos de construcción, los cuales se caracterizaron por poseer estudios de posgrados y experiencia profesional de más de 5 años ejerciendo los cargos citados previamente (Camacol y SENA, 2015). A esto se suma que la CS es una tendencia relativamente nueva para el sector inmobiliario en Colombia, lo cual ha hecho que los profesionales deban capacitarse y entrenarse en temas especializados y orientados a la gestión de la sostenibilidad en los proyectos de construcción (MNC y Camacol, 2020), por lo que este escenario podría

estar incentivando a que los colaboradores que se desempeñan en GPSC decidan ampliar su formación académica para atender a los requerimientos de este tipo de proyectos.

**Figura 5.2** Nivel de formación académica de los participantes de la muestra

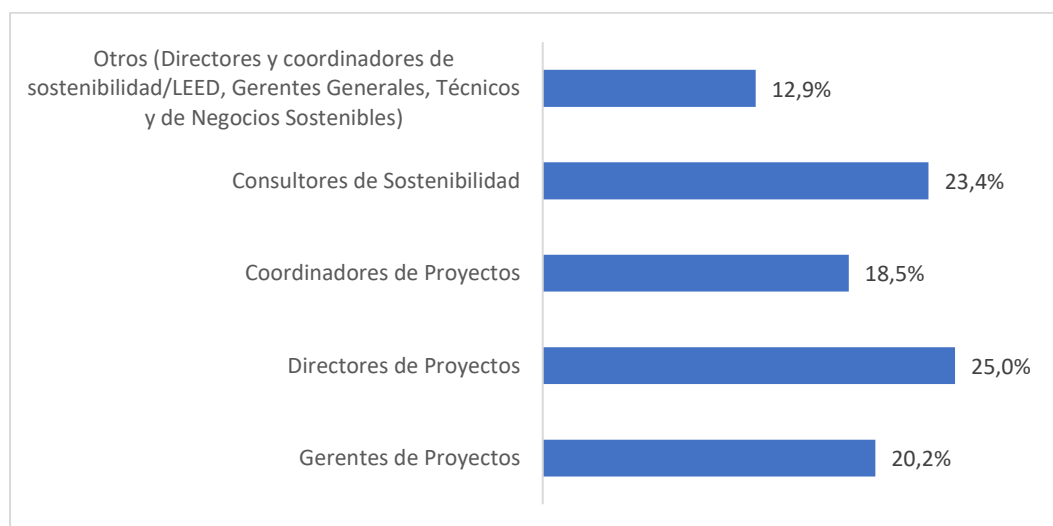


*Fuente:* elaboración Propia

En relación con los cargos bajo los que se identificaron los profesionales de la muestra de acuerdo con su experiencia en GPSC, se evidencia en la Figura 5.3 que más del 60 % se han desempeñado en cargos de gerentes, directores y coordinadores de proyectos; este atributo resulta adecuado para este trabajo de grado dado que es en estos roles donde la aplicación de los FCE o la determinación de los asuntos más importantes es altamente relevante para la incorporación exitosa de la sostenibilidad en gestión de proyectos de construcción (Banihashemi *et al.* 2017; Venkataraman y Cheng 2018 y Shan *et al.* 2020). Al mismo tiempo se obtuvo que el 23,4 % de los participantes ejercen como consultores de sostenibilidad, lo cual está en concordancia con el hecho de que la gestión de proyectos sostenibles de construcción no es una práctica con mucha experiencia en países en desarrollo (Gan *et al.* 2015 y Banihashemi *et al.* 2017), y que para el caso específico de Colombia se suma que varias organizaciones del sector de construcción siguen ejecutando los proyectos desde un enfoque tradicional (basadas en la triple restricción y en la consideración de un ciclo de vida que contempla solamente hasta el entregable) (Giraldo *et al.*, 2018); este escenario ha favorecido el desarrollo de los cargos de consultoría para la GPSC en el país.

A lo expuesto previamente se adhiere la mención y la incorporación de nuevos cargos en las organizaciones enfocados específicamente a la gestión de la sostenibilidad en los proyectos de construcción como son: directores y coordinadores de sostenibilidad, coordinadores LEED, gerentes técnicos y de negocios sostenibles entre otros. De este grupo de profesionales se obtuvo una participación de 12,9 % en la muestra, como se puede observar en la Figura 5.3. El panorama expuesto sobre la creación de nuevos roles para gestionar la sostenibilidad en empresas del sector de la construcción está directamente relacionado con la tendencia creciente en Construcción Sostenible (CS), que, como lo especifica el MNC y Camacol (2020), demandará en un horizonte de 3 a 5 años la formación de más profesionales con conocimientos específicos en las perspectivas que contempla la sostenibilidad, así como en gestión y cambio climático.

**Figura 5.3** Cargos con los que se identificaron los profesionales de la muestra

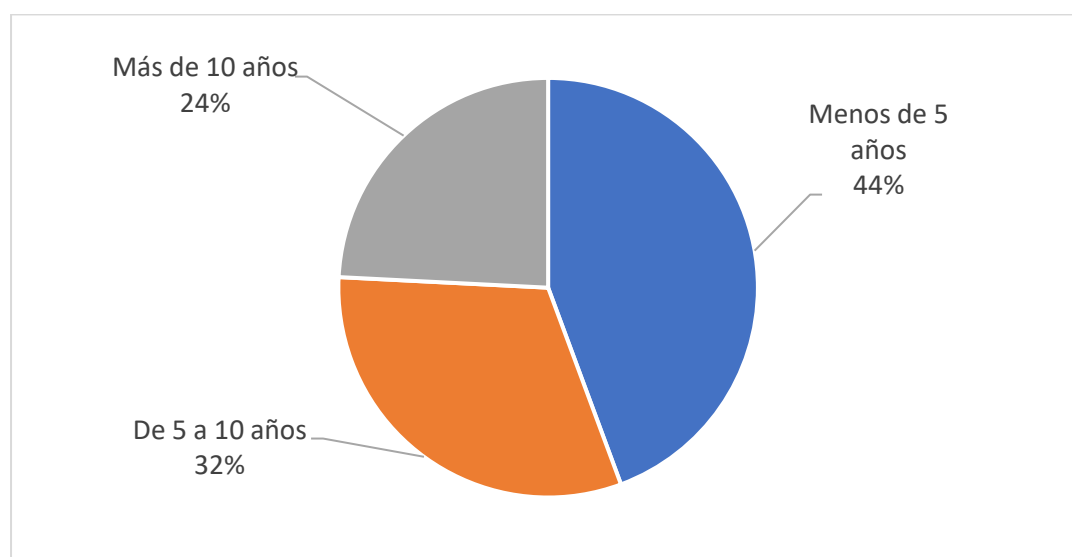


*Fuente:* elaboración Propia

Otra de las características evaluadas de la muestra fue los años de experiencia trabajando específicamente GPSC en Colombia, en donde el 56 % de los encuestados tenía una experiencia mayor a 5 años gestionando proyectos sostenibles de construcción; de este porcentaje el 24 % contaba con más de 10 años de experiencia como se ilustra en la Figura 5.4. A pesar de esto un 44 % de los participantes contaba con menos de 5 años de experiencia en GPSC; este aspecto se enlaza con el hecho de que la CS es muy reciente en Colombia, dado que este tipo de proyectos se han venido consolidando desde hace 13 años con la

creación del CCCS en el 2008 como se expuso en la sección 4.2.1 del capítulo anterior. Este panorama implica que un gran número de profesionales en esta área cuenten con menos de 10 años de experiencia como se puede evidencia en la tipificación de la experiencia de la muestra.

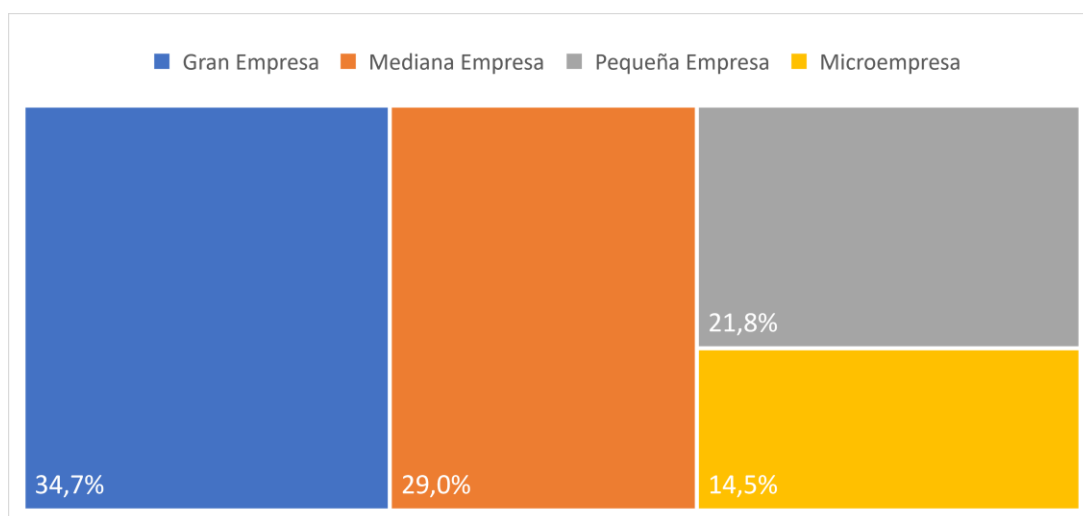
**Figura 5.4** Años de experiencia en GPSC reportados por los profesionales de la muestra



*Fuente:* elaboración Propia

Por último, se verificó el tamaño de las organizaciones en las que los profesionales se han desempeñado en GPSC (Figura 5.5), donde un 34,7 % de los encuestados reportaron que su contribución y experiencia la habían efectuado en empresas de gran tamaño, un 29 % en empresas medianas y un 36,3 % en empresas pequeñas y microempresas. Esta caracterización permite deducir que tanto las grandes compañías como medianas y pequeñas de la industria de la construcción han aportado a la ejecución de proyectos sostenibles de construcción en el país; asimismo, la GPSC ha demandado cambios en la cadena de suministro del sector de la construcción y ha reconfigurado la estrategia de las organizaciones que efectúan los proyectos al diferenciar y dar mayor valor a sus entregables (MNC y Camacol, 2020).

**Figura 5.5** *Tamaño de las organizaciones en las que los profesionales de las muestras han contribuido con la GPSC en Colombia*



*Fuente:* elaboración propia

### 5.1.2. Distribución de los datos

En esta sección se expone la distribución de los datos obtenidos, mediante la definición de parámetros de estadística descriptiva como la media, la mediana, la asimetría, la curtosis y la frecuencia relativa de las respuestas brindadas por los participantes en relación con las opciones de la Escala de Likert aplicada para la calificación de los FCE vinculados a cada una de las etapas del modelo de Slaughter (2000).

Adicionalmente, cuando se efectúa modelamiento de los datos por el método multivariante SEM-PLS es necesario valorar si estos presentan una distribución normal como lo plantea Hair *et al.* (2019), por lo que, al revisar las frecuencias relativas de los datos obtenidos para la presente investigación, se pudo evidenciar que la distribución de estos era no normal como se muestra en la Tabla 5.1 (la mayoría de los datos obtenidos se enfocaron en las opciones 3, 4 y 5 de la Escala Likert).

**Tabla 5.1** *Datos de contacto e información demográfica solicitada al encuestado*

Ítem	Estadística Descriptiva								Frecuencias Relativas				
	Media	Mediana	Desv*	Asimetría		Curtosis		Opciones Escala Likert					
				Valor	Desv Error	Valor	Desv Error	1	2	3	4	5	
IDF1	4,48	5,00	0,821	-2,160	0,217	5,554	0,431	1,6	3,2	1,6	33,1	60,5	
IDF2	4,38	5,00	0,889	-1,533	0,217	2,315	0,431	1,6	1,6	12,9	25,0	58,9	

Ítem	Estadística Descriptiva							Frecuencias Relativas				
	Media	Mediana	Desv*	Asimetría		Curtosis		Opciones Escala Likert				
				Valor	Desv Error	Valor	Desv Error	1	2	3	4	5
IDF3	4,48	5,00	0,781	-1,925	0,217	4,428	0,431	0,8	3,2	3,2	32,3	60,5
IDF4	4,28	4,00	0,832	-1,520	0,217	3,218	0,431	1,6	2,4	7,3	43,5	45,2
IDF5	4,52	5,00	0,760	-1,865	0,217	4,157	0,431	0,8	1,6	6,5	27,4	63,7
IDF6	4,30	4,50	0,865	-1,312	0,217	1,620	0,431	0,8	4,0	9,7	35,5	50,0
IDF7	4,34	4,50	0,795	-1,279	0,217	2,013	0,431	0,8	1,6	10,5	37,1	50,0
IDF8	4,39	5,00	0,740	-1,130	0,217	1,032	0,431	0,0	2,4	8,1	37,9	51,6
EF1	4,32	4,00	0,727	-1,098	0,217	1,498	0,431	0,0	3,2	5,6	46,8	44,4
EF2	4,33	4,00	0,729	-0,988	0,217	0,905	0,431	0,0	2,4	8,1	43,5	46,0
EF3	4,38	5,00	0,771	-1,314	0,217	2,230	0,431	0,8	0,8	10,5	35,5	52,4
EF4	4,31	4,00	0,779	-1,455	0,217	3,084	0,431	0,8	3,2	4,8	46,0	45,2
EF5	4,27	4,00	0,938	-1,820	0,217	3,938	0,431	4,0	0,8	7,3	40,3	47,6
EF6	4,32	4,00	0,739	-1,212	0,217	2,577	0,431	0,8	0,8	8,9	44,4	45,2
EF7	4,41	5,00	0,807	-1,549	0,217	2,694	0,431	0,8	2,4	8,1	32,3	56,5
EF8	4,34	4,00	0,785	-1,501	0,217	3,655	0,431	1,6	0,0	9,7	40,3	48,4
EF9	4,27	5,00	0,955	-1,583	0,217	2,693	0,431	3,2	1,6	11,3	33,1	50,8
CF1	4,30	4,00	0,754	-1,019	0,217	0,984	0,431	0,0	3,2	8,1	44,4	44,4
CF2	4,45	5,00	0,810	-1,753	0,217	3,385	0,431	0,8	3,2	5,6	30,6	59,7
CF3	4,35	4,00	0,788	-1,635	0,217	4,137	0,431	1,6	0,8	7,3	41,1	49,2
CF4	4,36	5,00	0,810	-1,599	0,217	3,123	0,431	0,8	4,0	4,0	40,3	50,8
CF5	4,60	5,00	0,774	-2,605	0,217	7,932	0,431	1,6	1,6	3,2	21,8	71,8
CF6	4,37	5,00	0,860	-1,892	0,217	4,524	0,431	2,4	1,6	5,6	37,1	53,2
POF1	4,52	5,00	0,591	-0,784	0,217	-0,350	0,431	0,0	0,0	4,8	38,7	56,5
POF2	4,42	5,00	0,755	-1,906	0,217	5,757	0,431	1,6	0,8	4,0	41,1	52,4
POF3	4,24	4,00	0,810	-1,124	0,217	1,625	0,431	0,8	2,4	11,3	42,7	42,7
POF4	4,29	4,00	0,794	-1,165	0,217	1,776	0,431	0,8	1,6	11,3	40,3	46,0
POF5	4,12	4,00	0,934	-0,854	0,217	0,121	0,431	0,8	4,8	18,5	33,1	42,7
PPF1	4,31	4,00	0,767	-1,137	0,217	1,915	0,431	0,8	0,8	11,3	41,1	46,0
PPF2	4,39	5,00	0,773	-1,442	0,217	2,766	0,431	0,8	1,6	8,1	37,1	52,4
PPF3	4,31	4,00	0,725	-0,691	0,217	-0,315	0,431	0,0	0,8	12,9	40,3	46,0
PPF4	4,31	4,00	0,756	-0,922	0,217	0,485	0,431	0,0	2,4	10,5	41,1	46,0
PPF5	4,32	4,00	0,771	-1,279	0,217	2,400	0,431	0,8	1,6	8,9	41,9	46,8
PPF6	4,33	4,50	0,843	-1,602	0,217	3,274	0,431	1,6	2,4	7,3	38,7	50,0
PPF7	4,44	5,00	0,839	-1,895	0,217	4,224	0,431	1,6	2,4	5,6	31,5	58,9
PPF8	4,31	4,00	0,876	-1,603	0,217	2,953	0,431	1,6	4,0	5,6	39,5	49,2
PPF9	4,34	4,00	0,774	-1,313	0,217	2,420	0,431	0,8	1,6	8,9	40,3	48,4
PPF10	4,34	4,50	0,815	-1,432	0,217	2,436	0,431	0,8	3,2	7,3	38,7	50,0
PPF11	4,44	5,00	0,768	-1,721	0,217	3,835	0,431	0,8	2,4	4,8	35,5	56,5
PPF12	4,44	5,00	0,867	-2,117	0,217	5,220	0,431	2,4	2,4	3,2	33,1	58,9
IMF1	4,42	5,00	0,700	-1,518	0,217	4,201	0,431	0,8	0,8	4,8	42,7	50,8
IMF2	4,31	4,00	0,779	-1,350	0,217	2,632	0,431	0,8	2,4	7,3	43,5	46,0
IMF3	4,56	5,00	0,736	-2,064	0,217	5,279	0,431	0,8	1,6	4,8	26,6	66,1
IMF4	4,16	4,00	0,790	-0,799	0,217	0,402	0,431	0,0	4,0	12,1	47,6	36,3
IMF5	4,45	5,00	0,703	-1,327	0,217	1,941	0,431	0,0	2,4	4,8	37,9	54,8

Fuente: elaboración propia

La verificación de la normalidad de los datos también se puede efectuar mediante pruebas como la Kolmogórov-Smirnov. Esta prueba permite una alta bondad de ajuste, con lo que se determina el grado de concordancia entre los datos obtenidos y la distribución teórica específica de estos, por lo que Hair *et al.* (2019) recomienda también su uso para comprobar la distribución de los datos antes de aplicar el método SEM-PLS.



---

Al aplicar la prueba de Kolmogórov-Smirnov mediante el software estadístico SPSS, se evidencia que el nivel de significación es menor a 0,05, por lo que los datos obtenidos en la presente investigación presentan una distribución anormal, como se detalle en el Anexo H. Con esta comprobación se sustenta que el uso del modelo SEM-PLS fue adecuado para la determinación de los FCE a través del modelo base de Slaughter (2000).

### **5.1.3. Resultados de la modelización de ecuaciones estructurales por SEM-PLS**

La aplicación del método de SEM-PLS implica que los resultados obtenidos deben cumplir con una serie de requisitos para asegurar que los datos derivados de la aplicación del instrumento sean válidos; en este sentido se evaluaron los hallazgos relacionados con la confiabilidad y pertinencia de los indicadores formativos o FCE para medir el modelo estructural de estudio o modelo de Slaughter (2000). Por consiguiente, en este apartado se exponen en dos incisos los resultados encontrados y su análisis bajo los parámetros establecidos al efectuar modelización de indicadores formativos por el método SEM-PLS. En el primero se detallan los hallazgos referentes a los ítems formativos o FCE evaluados respecto a las variables latentes o constructo del modelo estructural y en el segundo punto se especifica la validez y el poder predictivo del modelo de Slaughter (2000) para ser usado en la determinación de FCE para la implementación de la sostenibilidad en proyectos de construcción en el contexto colombiano.

#### ***5.1.3.1 Resultados de la evaluación del modelo de medida compuesto por indicadores formativos***

Los resultados relacionados con los indicadores formativos se dividen en varias partes, la primera corresponde la validez convergente de las variables latentes o constructos mediante la verificación del coeficiente *path*, la segunda en la verificación de la colinealidad de cada indicador formativo, la tercera en comprobar los aportes relativos y absolutos que provee cada variable observable al constructo y por último en la quinta parte se precisa sobre los ítems formativos más relevantes para cada variable latente; en otras palabras se enuncian los FCE más importantes para la GPSC en Colombia.

### 5.1.3.1.1. Parte 1: valoración de la validez convergente

Los coeficientes *path* obtenidos en la modelización por SEM-PLS presentan valores mayores a 0,70 por lo que se comprueba que los ítems formativos del modelo son válidos para estimar las variables latentes del modelo de estudio como se precisó en la sección 4.3.3.5.2 del capítulo anterior. Además los coeficientes obtenidos nos indican que se cumplieron las hipótesis implícitas en el modelo de Slaughter (2000), en donde la etapa de identificación influye significativamente a la evaluación y a su vez está tiene un alto efecto en la etapa de compromiso y así sucesivamente hasta llegar a la etapa de implementación que corresponde a la última fase del modelo como se detalló en el parágrafo 3.2 del capítulo 3. A pesar de esto, el coeficiente *path* de la trayectoria que une a la preparación de la organización con respecto a la implementación fue de 0,118, esto advierte que los FCE contemplados para el constructo referente a preparación de la organización generaron que esta etapa no fuera altamente incidente para la fase de implementación, en comparación a la alta intensidad presentada por el constructo relativo a la preparación en el proyecto respecto a esa misma etapa, cuyo coeficiente *path* fue de 0,781 como se muestra en la Tabla 5.2.

Un comportamiento similar al descrito previamente se puede evidenciar en la investigación de Banihashemi *et al.* (2017) aplicada a la gestión de proyectos sostenibles de construcción en Irán, en donde los coeficientes *path* de las trayectorias entre las etapas de preparación en la organización y en el proyecto respecto a la implementación fueron respectivamente 0,27 y 0,62, estas situaciones análogas permiten inferir que para la GPSC en economías emergentes la preparación en las organizaciones requiere la inspección más profunda de FCE que incrementen su relevancia respecto a la implementación de la sostenibilidad en gestión de proyectos de construcción, así como la comprensión rigurosa de las estrategias corporativas que están implementando las empresas constructoras para incorporar la sostenibilidad en la diferenciación de su oferta de valor y su cultura organizacional.

**Tabla 5.2** Coeficientes *path*

	Evaluación	Compromiso	Preparación en la organización	Preparación en el proyecto	Implementación
Identificación	0,729				
Evaluación		0,730			

	<b>Evaluación</b>	<b>Compromiso</b>	<b>Preparación en la organización</b>	<b>Preparación en el proyecto</b>	<b>Implementación</b>
<b>Compromiso</b>			0,762	0,841	
<b>Preparación en la organización</b>					0,118
<b>Preparación en el proyecto</b>					0,781

Fuente: elaboración propia

### 5.3.1.1.2. Parte 2: colinealidad de los indicadores formativos

En la Tabla 5.3 se especifican los valores de colinealidad estimados mediante el Factor de Inflación de la Varianza (VIF por sus siglas en inglés). Al revisar cada VIF calculado se demuestra que los ítems formativos o FCE no presentan valores críticos de colinealidad, dado que sus valores VIF están por debajo de 5 para todos los ítems, explícitamente en rangos de 1,249 a 1,500 para la etapa de identificación, 1,463 a 1,974 para la evaluación, 1,437 a 2,635 para el compromiso, 1,506 a 1,862 para la preparación en la organización, 1,446 a 2,862 para la preparación en el proyecto y 1,471 a 1,833 para la implementación como se puede evidenciar en la tabla mencionada al inicio. Este hecho es concordante con la forma en que las variables medibles se relacionan con los constructos (modelo de medida formativo), en donde los indicadores o FCE causan los constructos o etapas del modelo de Slaughter (2000) al contemplar diferentes aspectos del dominio relacionados con la variable latente como lo expone Hair *et al.* (2019) y como se explicó en el apartado 4.3.3.4 del capítulo 4.

Al mismo tiempo se compararon los valores VIF obtenidos en la presente investigación con los registrados también para un modelo de medida formativo por parte de Banihashemi *et al.* (2017), identificándose que los FCE evaluados en este estudio presentaban menor correspondencia entre ellos para cada una de las etapas del modelo de Slaughter (2000) a excepción de los FCE asociados a la etapa de compromiso, en donde el intervalo consignado por Banihashemi *et al.* (2017) fue de 1,390 a 1,790 en comparación con el 1,437 a 2,635 de este trabajo de grado. No obstante, para los dos casos se constató que los FCE no presentaban coincidencias entre ellos y que por ende eran adecuados para estimar su trascendencia respecto a cada etapa del modelo de Slaughter (2000) para cada uno de los contextos de estudio: Irán (Banihashemi *et al.*, 2017) y Colombia (la presente investigación).

Consecuentemente, los resultados VIF logrados para esta investigación reflejan que los FCE vinculados a cada etapa del modelo no presentan una alta correlación entre ellos, lo cual indica que el contenido comprendido por cada FCE hace alusión a asuntos dados desde diferentes perspectivas para la GPSC en Colombia, por ejemplo la mención temas relacionados con planeación, diseño integrativo, cumplimiento de las regulaciones, interacción entre los *stakeholders*, condiciones políticas y económicas, gestión del conocimiento de experiencias previas entre otros. Por ende, se comprobó que la elección de un modelo de medida formativo para evaluar los FCE respecto al modelo de Slaughter (2000) estuvo acertado al comprobarse mediante los resultados de colinealidad que cada indicador formativo o variable manifiesta capturaba elementos diferentes para cada uno de los constructos.

**Tabla 5.3** Valores de colinealidad VIF de cada uno de los indicadores formativos o FCE

Identificación		Evaluación		Compromiso	
Ítems	VIF	Ítem	VIF	Ítem	VIF
IDF1	1,453	EF1	1,801	CF1	1,437
IDF2	1,298	EF2	1,644	CF2	2,303
IDF3	1,489	EF3	1,635	CF3	1,843
IDF4	1,456	EF4	1,463	CF4	2,635
IDF5	1,438	EF5	1,627	CF5	2,555
IDF6	1,481	EF6	1,545	CF6	1,909
IDF7	1,249	EF7	1,508	-	-
IDF8	1,500	EF8	1,819	-	-
-	-	EF9	1,974	-	-
Preparación en la Organización		Preparación en el Proyecto		Implementación	
Ítems	VIF	Ítem	VIF	Ítem	VIF
POF1	1,506	PPF1	1,446	IMF1	1,598
POF2	1,862	PPF2	1,853	IMF2	1,471
POF3	1,847	PPF3	1,783	IMF3	1,610
POF4	1,599	PPF4	2,401	IMF4	1,672
POF5	1,705	PPF5	1,933	IMF5	1,833
-	-	PPF6	2,204	-	-
-	-	PPF7	2,432	-	-
-	-	PPF8	2,249	-	-
-	-	PPF9	2,625	-	-
-	-	PPF10	2,862	-	-
-	-	PPF11	2,625	-	-
-	-	PPF12	1,887	-	-

Fuente: elaboración propia

### 5.1.3.1.3. Parte 3: resultados de la significación y relevancia de los indicadores formativos

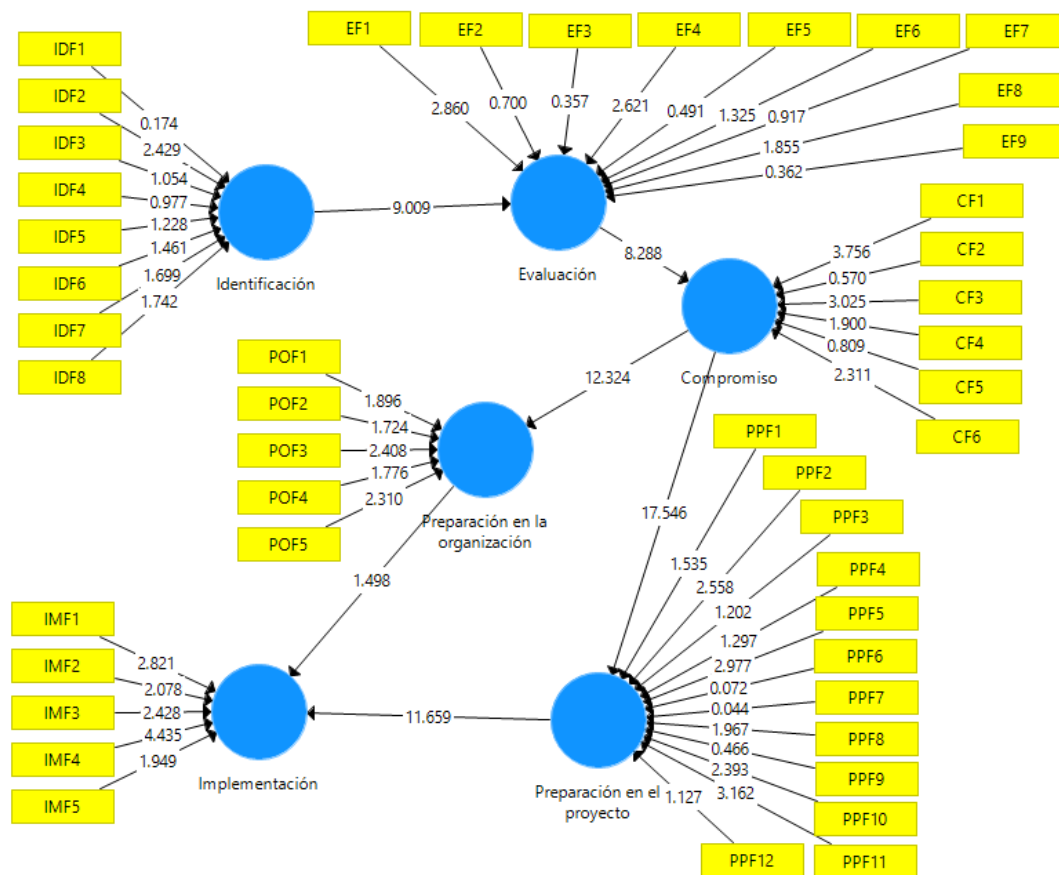
Para determinar la significancia o contribución real de los indicadores formativos respecto a cada uno de los constructos, se verificaron los pesos externos o valores  $t$  obtenidos para todos los FCE evaluados, así como las cargas externas incorporadas por las variables observables que presentaron valores  $t$  inferiores a los pesos máximos definidos por cada constructo con el objetivo de decidir si ítem es eliminado o retenido del modelo de estudio. Por ende, y como se indicó en el párrafo 4.3.3.5.2 del capítulo anterior, para comprobar la relevancia de los valores  $t$  de cada indicador formativo se calculó inicialmente el peso máximo externo por cada constructo de acuerdo con la expresión  $1/\sqrt{n}$ , donde  $n$  es el número de ítems asociados a cada variable latente (Hair *et al.* 2021). Estos valores permitieron definir si los aportes relativos de las variables observables habían sido verdaderamente significativos para las variables no observables al registrar como mínimo un valor  $t$  igual o superior a los pesos máximos estimados con anterioridad.

De acuerdo con lo anterior, para el caso de esta investigación se tiene que los pesos externos máximos estimados por cada conjunto de ítems formativos relacionados a cada etapa o constructo del modelo de Slaughter (2000) son: 0,354 para la identificación, 0,333 para la evaluación, 0,408 para el compromiso, 0,447 para la preparación en la organización y para la implementación y 0,289 para la preparación en el proyecto. Por consiguiente y al revisar los valores  $t$  obtenidos en las trayectorias de cada FCE como se muestra en la Figura 5.6, se deduce que los aportes relativos de los ítems vinculados con la etapa de identificación fueron significantes al registrar pesos externos mayores a 0,354, a excepción del ítem IDF1 que reportó un valor  $t$  de 0,174; debido a esto se revisó el valor de la carga externa de este FCE como se indica en el procedimiento de la Figura 4.18 expuesta en el capítulo 5 y se corroboró que esta era  $\geq 0,5$  como se expone en el Anexo I. Con esto se establece que este indicador formativo tiene una contribución absoluta adecuada para el constructor de identificación, lo que permite mantener el indicador en el modelo a pesar de su baja significancia.

En cuanto a los valores  $t$  de los ítems formativos integrados a los constructos de evaluación, compromiso, preparación en la organización e implementación se comprobó que todos proporcionaron pesos externos por encima de los definidos previamente para cada

constructo, dichos valores oscilaron para cada conjunto de FCE relacionados a estas etapas en los siguientes rangos: 0,357 a 2,860 para la evaluación, 0,570 a 3,756 para el compromiso, 1,724 a 2,408 para la preparación en la organización y 1,949 a 4,435 para la implementación como puede corroborarse en la Figura 5.6. A partir de estos resultados de pesos externos se constata que los FCE elegidos para constituir las variables mencionadas previamente tienen una adecuada significancia y que por ende su aporte relativo es destacable para ser considerados en la determinación de los FCE más importantes para la GPSC en Colombia.

**Figura 5.6** Modelo Inicial (Significancia y aportes de cada FCE)



Nota: En esta grafica se exponen los valores t que representan la significancia y el aporte relativo de cada uno de los factores formativos.

Fuente: elaboración propia (Software SmartPLS 3)

Por último los pesos externos relacionados con los FCE de la etapa de preparación del proyecto presentaron en su mayoría una alta significancia al proveer valores t por encima

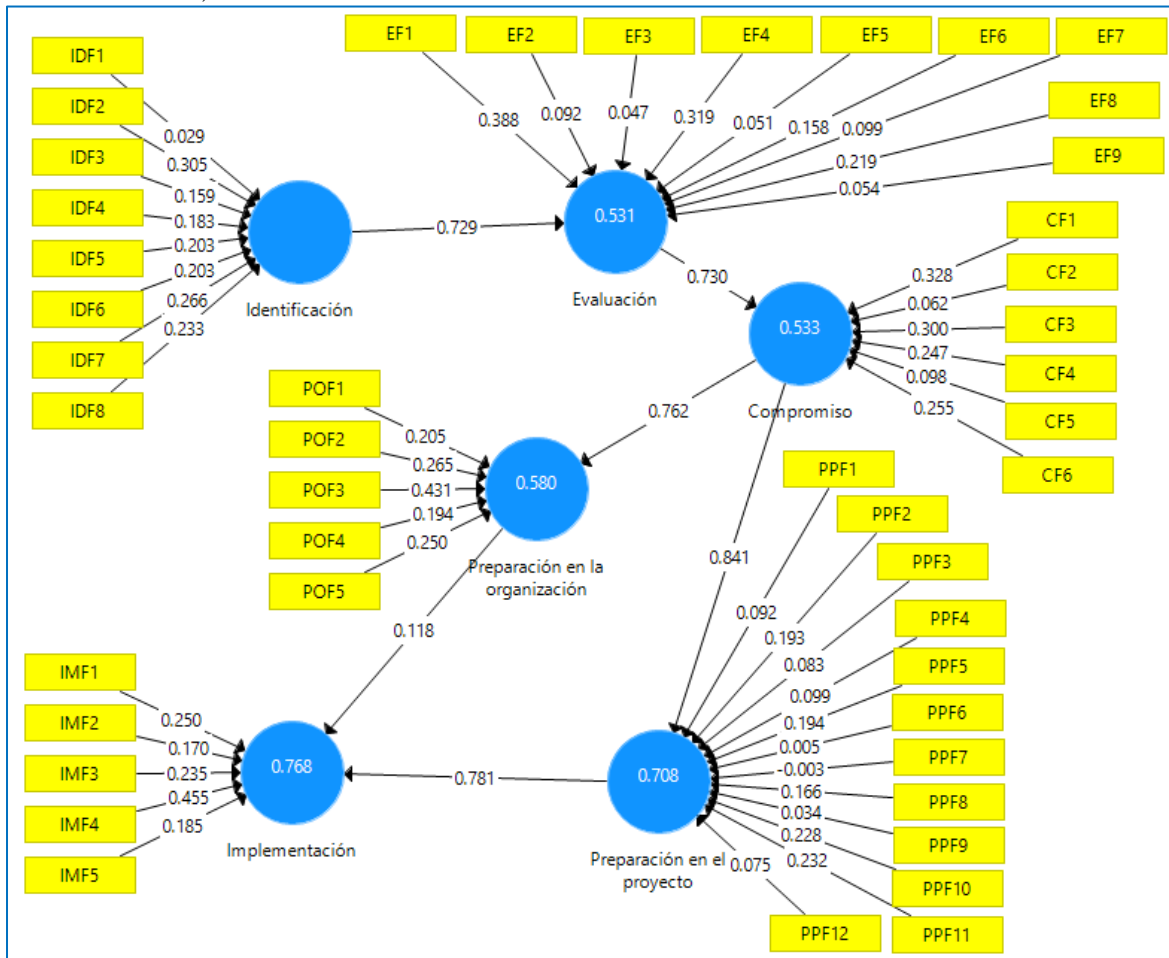
de 0,289; a pesar de esto los ítems PPF6 y PPF7 tuvieron pesos externos de 0,072 y 0,044 respectivamente, lo que indica que la contribución relativa de estos 2 FCE es muy baja para el constructo en cuestión, por esta razón se confirmaron las cargas externas para estos dos indicadores, las cuales estaban por encima de 0,5 como puede evidenciarse en el Anexo I, por lo que al igual que para el caso del ítem IDF1, estos indicadores PPF6 y PPF7 presentan una alta contribución absoluta para la etapa de preparación en el proyecto, esto indica que deben mantenerse estos FCE en la modelización por PLS-SEM para obtener el modelo *path* final en el que se sintetiza los hallazgos más relevantes del presente proyecto de grado.

#### *5.1.3.1.4. Parte 4: determinación de los indicadores formativos más importantes por cada constructo*

Posteriormente a la comprobación de la significancia de los indicadores formativos mediante la revisión de los pesos y cargas externas (valores  $t$ ), se determinaron los FCE más importantes que deberían tenerse en cuenta para integrar exitosamente la sostenibilidad en gestión de proyectos de construcción de edificaciones en Colombia, a través de la generación del modelo *path* final empleando el algoritmo PLS en SmartPLS 3 con 5000 iteraciones, por lo que el modelo obtenido con los resultados finales de este estudio se ilustra en la Figura 5.7, en la que se pueden apreciar los coeficientes de camino generados en las trayectorias de los ítems o FCE con relación a los constructos o etapas del modelo de Slaughter (2000), por lo tanto entre más grande sea la magnitud de dichos coeficientes más relevante es el aporte del FCE respecto a la etapa o variable latente (Banihashemi *et al.*, 2017 y Hair *et al.*, 2021).

En conformidad con los tamaños de los coeficientes de camino se tiene que los FCE más influyentes para cada una de las etapas de modelo de Slaughter (2000) son: IDF2, IDF7 y IDF8 para la identificación; EF1, EF2 y EF8 para la evaluación; CF1, CF3 y CF6 para el compromiso; POF3, POF2 y POF5 para la preparación de la organización; PPF1, PPF10 y PPF5 para la preparación del proyecto y IMF4, IMF1 y IMF 3 para la implementación de acuerdo con la Figura 5.7, los FCE citados se especifican en detalle en la Tabla 5.4 junto con sus respectivos coeficientes de camino.

**Figura 5.7** Modelo final (FCE más importantes de acuerdo con sus coeficientes de camino)



Fuente: elaboración propia (Software SmartPLS 3)

Al examinar el contenido de los FCE determinados como los más relevantes para la GPSC en Colombia (Tabla 5.4), se encontró que los temas relacionados con el cumplimiento de las reglas anticorrupción, la identificación de condiciones políticas y económicas locales y la gestión del conocimiento basado en el aprendizaje de experiencias previas constituyeron los FCE más significativos en la fase de identificación. Dichos asuntos estarían vinculados con el hecho de que en los países en desarrollo como Colombia existe una amplia gama de retos a sortear como economías inestables, falta de datos, poca transparencia y corrupción que afectan a la industria de la construcción (Othman y Ahmed, 2013 y Elkhailifa, 2016), a lo que se suma la falta de mecanismos para una adecuada gestión del conocimiento de los temas relacionados con sostenibilidad (Martins *et al.*, 2019).



Por su parte, en la evaluación se destacaron los FCE asociados con el Equipo de Gestión de Proyectos (EGP) principalmente en los aspectos referentes a conocimiento y consciencia en la entrega de proyectos sostenibles y en la aplicación de un proceso efectivo de toma de decisiones. Acerca de estos factores se han venido desarrollando diferentes estudios como el de Silvius y Schipper (2014b) y Martens y De Carvalho (2017), quienes concluyeron que los gestores de proyectos con formación y sensibilización en sostenibilidad desempeñan un rol clave en el éxito del desarrollo de los proyectos planeados bajo el marco de la sostenibilidad, hecho que está en sinergia con los FCE referidos sobre el EGP.

Adicionalmente, en la etapa de evaluación se acentuó el FCE concerniente a la disponibilidad de materiales sostenibles y de tecnologías amigables con el medio ambiente, el cual podría ser abordado más desde un enfoque de las especificaciones técnicas del proyecto, pero según diferentes fuentes como las de Kiani, Mavi y Standing (2018) y Sfakianaki (2019) en las que se plantea que la escasez de materiales sostenibles a precios competitivos respecto a los convencionales puede afectar y limitar significativamente el costo y la consecución de proyectos edificatorios sostenibles; este tercer FCE debe considerarse entonces desde un enfoque estratégico de la organización para asegurar una adecuada GPSC.

En lo que respecta a la fase de compromiso los FCE más sobresalientes coincidieron con el énfasis en el trabajo de alta calidad, el suministro y asignación de los recursos necesarios y el compromiso de los patrocinadores con los objetivos de sostenibilidad. El primer FCE del compromiso es aplicable a todo tipo de proyecto; no obstante, y para proyectos sostenibles, su relevancia implica el cumplimiento de los requerimientos planteados desde el inicio del proyecto en términos de sostenibilidad de los entregables como lo describe Armenia *et al.* (2019).

En cuanto al segundo y tercer FCE más importantes en la etapa de compromiso para la GPSC en Colombia, se debe considerar que el aseguramiento de los recursos esenciales para la ejecución de los proyectos sostenibles como un aspecto crucial para cumplir con los objetivos suscitados para este tipo de proyectos, en el caso en el que se limite la disposición de los recursos necesarios el proyecto probablemente no será sostenible (Silvius y Schipper, 2014a); asimismo el patrocinador debe estar convencido y consciente del valor diferencial

y los beneficios que a corto, mediano y largo plazo provee la sostenibilidad para asegurar la inversión suficiente para la ejecución del proyecto (Gan *et al.*, 2015).

A su vez en la etapa de preparación con respecto a la organización los FCE que más resaltaron fueron la investigación clara y completa de las condiciones y actores antes de la celebración del proceso contractual del proyecto, así como los procesos de compras transportes y competitivos basados en criterios de sostenibilidad como se expone en la Tabla 5.4. Estos dos enfoques advierten que de manera análoga a los FCE precisados en la etapa de identificación en la preparación de la organización para la GPSC, se debe prestar atención a la falta de transparencia y posibles escenarios de corrupción que pueden desacreditar tanto al proyecto constructivo como a las empresas vinculadas a su ejecución (Othman y Ahmed, 2013 y Elkhalfi, 2016).

A los FCE indicados anteriormente para la preparación en la organización se suma el factor vinculado a la aplicación de protocolos efectivos de seguridad y salud en el trabajo por parte del EGP, el cual está amparado por normas para su implementación en diferentes países en desarrollo como es el caso de Colombia. Sin embargo, en investigaciones como las realizadas por Fortunato III *et al.* (2012) y Zhou, Goh y Li (2015) se señala que los edificios con certificación sostenible como LEED® han representado una tasa de lesiones más alta que los edificios convencionales, por lo que la gestión de la seguridad y la salud en el trabajo para edificios construidos bajo parámetros de sostenibilidad debe estar asociada con los elementos específicos de diseño y prácticas de gestión de la construcción implementadas para lograr las certificaciones sostenibles, con el objetivo de mitigar posibles afectaciones a los colaboradores que participen en la construcción de este tipo de proyectos.

A propósito de la preparación particularmente a nivel del proyecto, en la Tabla 5.4 también se exponen los FCE más sobresalientes de esta etapa para la GPSC en el país. Estos hacen alusión principalmente al EGP en los siguientes asuntos: competencias en sostenibilidad y multidisciplinariedad, aplicación de una metodología eficaz de monitoreo y retroalimentación, así como la implementación de protocolos efectivos de comunicación en todos los grados de toma de decisiones. El primer FCE aludido está en congruencia con la incidencia positiva en el éxito de la GPSC que generan los profesionales preparados en sostenibilidad y la conveniencia en la variedad de disciplinas que conforman los EGP para

---

abordar las diferentes perspectivas de un proyecto sostenible de construcción como lo ratifican Silvius y Schipper (2014a) y Martens y De Carvalho (2017).

Los otros FCE relacionados con el EGP privilegian la importancia del seguimiento y la inspección de los procesos y a su vez la comunicación entre los miembros que ejecutan el proyecto, dichos aspectos han sido abordados en las publicaciones de Marcelino-Sádaba, González-Jaen y Pérez-Ezcurdia (2015), Aarseth *et al.* (2017) y Yu *et al.* (2018b), como mecanismos estratégicos primordiales para el aseguramiento de los atributos sostenibles que integran el proyecto dando cumplimiento al costo, el alcance y el tiempo definidos desde la planeación inicial.

Por último, en la Tabla 5.4 se confirmaron los FCE más significativos para la etapa de implementación, los cuales coincidieron con el establecimiento de una metodología efectiva para la resolución de problemas y de *feedback*, además de la gestión de impactos ambientales por parte del EGP y la implementación de un sistema de gestión de RCD (Reciclaje de Residuos de Construcción y Demolición). Por consiguiente el FCE enfocado a la solución de problemas implica un liderazgo integral por parte de los gerentes de proyectos sostenibles, quienes deben estar en la capacidad de generar entusiasmo y formas creativas para cooperación y confirmación de espacios que permitan el intercambio y el establecimiento en conjunto de criterios y lineamientos para sortear las dificultades asertivamente, evitando que se generen impactos negativos en la GPS (Silvius y Schipper, 2014b).

Los FCE relacionados con el tema ambiental son considerados como los más significativos para la GPSC, dado que, en comparación a la gestión de proyectos tradicionales de construcción, son los que enmarcan una diferencia notable al motivar la inclusión de todas las oportunidades en términos ambientales en la consecución de edificaciones sostenible, como se especifica en los estudios de Sfakianaki (2019) y Stanitsas y Kirytopoulos (2021). En este mismo sentido, la gestión adecuada de los impactos ambientales del proyecto sostenible constituye un atributo competitivo y de alto valor para las organizaciones que logran articularlos eficazmente en sus procesos (Silvius y Schipper, 2014a).

**Tabla 5.4** FCE más importantes para la GPSC en Colombia de acuerdo con las etapas del modelo de Slaughter (2000)

Etapa	Coefficiente de camino	FCE más importantes para la GPSC en Colombia
<b>Identificación</b>	0,305	<b>IDF2.</b> Cumplimiento de las reglas anticorrupción y de las regulaciones en el proceso de toma de decisiones
	0,266	<b>IDF7.</b> Identificación de condiciones políticas y económicas locales tales como: Plan de Ordenamiento Territorial (POT), disponibilidad de servicios públicos, subsidio de vivienda, planes de regulación, entre otros.
	0,233	<b>IDF8.</b> Gestión del conocimiento y aprendizaje de experiencias previas en el desarrollo de proyectos sostenibles.
<b>Evaluación</b>	0,388	<b>EF1.</b> Conocimiento y consciencia de la entrega de un proyecto sostenible en el Equipo de Gestión de Proyecto (EGP)
	0,319	<b>EF4.</b> Aplicación de un proceso efectivo de toma de decisiones por parte del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP)
	0,219	<b>EF8.</b> Disponibilidad y costo de materiales reciclados o sostenibles y de tecnologías amigables con el medio ambiente
<b>Compromiso</b>	0,328	<b>CF1.</b> Énfasis en el desarrollo de un trabajo de alta calidad que cumpla con los requerimientos del proyecto
	0,300	<b>CF3.</b> Disponibilidad y asignación de recursos (fondos, maquinaria, materiales, entre otros)
	0,255	<b>CF6.</b> Compromiso de los patrocinadores con los objetivos de sostenibilidad del proyecto
<b>Preparación de la Organización</b>	0,431	<b>POF3.</b> Investigación clara y completa de las condiciones y actores del proyecto antes de la celebración del proceso contractual
	0,265	<b>POF2.</b> Proceso de compras transparente y competitivo fundamentado en criterios de sostenibilidad
	0,250	<b>POF5.</b> Aplicación de protocolos efectivos de salud y seguridad en el trabajo por parte del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP)

<b>Preparación en el Proyecto</b>	0,232	<b>PPF11.</b> Equipo de Gestión de Proyecto (EGP) competente en sostenibilidad y multidisciplinario
	0,228	<b>PPF10.</b> Aplicación de una metodología efectiva de monitoreo y realimentación del proyecto
	0,194	<b>PPF5.</b> Implementación de protocolos efectivos de comunicación en todos los niveles de toma de decisiones del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP)
<b>Implementación</b>	0,455	<b>IMF4.</b> Metodología efectiva para la resolución de problemas y realimentación
	0,250	<b>IMF1.</b> Gestión de impactos ambientales por parte del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP)
	0,235	<b>IMF3.</b> Implementación de un sistema de gestión de RCD (Reciclaje de los Residuos de Construcción y Demolición)

*Fuente:* elaboración propia

### **5.1.3.2 Resultados de la evaluación del modelo estructural formativo (*Modelo de Slaughter, 2000*)**

Luego de comprobar la validez y relevancia de cada uno de los indicadores formativos para medir las variables latentes o constructos y de la determinación de los FCE más importantes por cada una de las etapas del modelo de Slaughter (2000), se procedió a revisar la capacidad predictiva y asociativa de este modelo estructural, a partir de la inspección de 4 partes como se explicó en el apartado 4.3.3.5.3 del capítulo anterior. La primera se enfocó en la verificación de la colinealidad entre los constructos del modelo; en la segunda se examinaron las relaciones de significancia o valores  $p$  entre las variables latentes; en la tercera y cuarta parte se comprobó el poder predictivo del modelo mediante los valores  $R^2$  y los impactos de las variables latentes predictivas usando los valores  $f^2$ .

#### *5.1.3.2.1. Parte 1: valoración de la colinealidad en el modelo estructural*

La verificación de la colinealidad únicamente se aplica a los constructos predictores de la variable endógena, por lo que en el modelo estructural de Slaughter (2000) únicamente hay dos variables predictoras, estas corresponden a la preparación en la organización y la preparación en el proyecto. Al chequear los Factores de Inflación de la Varianza (VIF por

sus siglas en inglés) para los dos constructos referidos se encontró que su colinealidad es apropiada, dado que es mayor a 0,2 y menor a 5 como puede evidenciarse en la Tabla 5.5.

Como las variables latentes predictivas cumplen con los parámetros de colinealidad no es necesario removerlas del modelo estructural o establecer constructos de orden superior como lo refiere Hair *et al.* (2019), por lo que con estos hallazgos se lleva a cabo el análisis de los siguientes componentes del análisis del modelo estructural.

**Tabla 5.5** Valores VIF de las relaciones entre los constructos

	<b>Evaluación</b>	<b>Compromiso</b>	<b>Preparación en la organización</b>	<b>Preparación en el proyecto</b>	<b>Implementación</b>
<b>Identificación</b>	1,000				
<b>Evaluación</b>		1,000			
<b>Compromiso</b>			1,000	1,000	
<b>Preparación en la organización</b>					2,635
<b>Preparación en el proyecto</b>					2,635

*Fuente:* elaboración propia

#### 5.1.3.2.2. Parte 2: verificación de la relevancia de las relaciones de significancia (valor $p$ )

Para comprobar la fiabilidad de los coeficientes *path* obtenidos de la convergencia del modelo estructural al emplear indicadores formativos y expuestos en la Tabla 5.2, se revisaron los valores  $p$  registrados por las relaciones entre los constructos o etapas del modelo de Slaughter (2000) como se especifica en la Tabla 5.6. Por lo tanto, y atendiendo a un nivel de significancia altamente riguroso, se confirmó que los valores  $p$  de cada relación entre los constructos fue menor a 0,01 a excepción de la conexión entre la preparación en la organización y la implementación, cuyo valor  $p$  fue de 0,134, con lo que se comprueba que la hipótesis inherente a que la preparación de la organización influencia a la implementación no se cumplió y que la interpretación del coeficiente *path* efectuado en la primera parte del apartado 5.1.3.1 fue acertado.

La condición descrita con antelación también se evidenció en la investigación adelantada por Banihashemi *et al.* (2017), en donde la relación de significancia entre la etapa de preparación de la organización con la implementación no se cumplió y por ende se probó que en los países en desarrollo como Irán los asuntos estratégicos adaptados en la organización no generan un alto impacto en la etapa de implementación en la GPSC, este mismo argumento aplica para el contexto colombiano.

**Tabla 5.6** Relaciones de significancia entre los constructos (valores *p*)

Relaciones entre los constructos o variables latentes	Coefficientes path	Valor <i>p</i>
Identificación → Evaluación	0,729	0,000
Evaluación → Compromiso	0,730	0,000
Compromiso → Preparación en la organización	0,762	0,000
Compromiso → Preparación en el proyecto	0,841	0,000
Preparación en la organización → Implementación	0,118	0,134
Preparación en el proyecto → Implementación	0,781	0,000

Fuente: elaboración propia

#### 5.1.3.2.3. Parte 3: estimación del poder predictivo del modelo de Slaughter (2000) - coeficientes de determinación (valor $R^2$ )

El poder predictivo del modelo de Slaughter (2000) se confirmó a través de los valores  $R^2$  obtenido para cada constructo como se detalla en la Tabla 5.7, por lo que valores de  $R^2$  cercanos a 0,75 señalan que los constructos han sido descritos sustancialmente bien en el modelo y en consecuencia tienen un alto poder predictivo. Para el caso de este estudio se pone en evidencia que la combinación de las variables latentes exógenas relacionadas con las etapas de evaluación, compromiso y preparación de la organización exponen un nivel moderado de poder explicativo del modelo, al registrar coeficientes de determinación de  $R^2$  en un rango de 0,531 a 0,580. Este hecho también fue mostrado en los resultados de Banihashemi *et al.* (2017) en donde el valor de  $R^2$  fue incluso menor al obtenido en esta investigación (0,458), lo que advierte que los constructos referidos previamente exhibieron un mayor poder predictivo y explicativo del modelo para el contexto colombiano.

La afirmación precedente se ratifica con los valores de  $R^2$  alcanzados por los constructos de preparación del proyecto e implementación los cuales fueron de 0,708 y 0,768 respectivamente, por lo que se puede deducir que en general el modelo estructural ostento un apropiado poder predictivo y explicativo, lo cual indica que el modelo de Slaughter (2000) fue designado adecuadamente para la determinación de los FCE que deben tenerse en cuenta para la implementación de la sostenibilidad en los proyectos de construcción de edificaciones en Colombia.

**Tabla 5.7** *Coefficientes de determinación (valor  $R^2$ )*

Constructos o variables latentes	Valor $R^2$	Tipo de variable latente
Identificación	No registra un valor*	Exógena
Evaluación	0,531	Exógena
Compromiso	0,533	Exógena
Preparación en la organización	0,580	Exógena
Preparación en el proyecto	0,708	Exógena
Implementación	0,768	Endógena

Nota: \*Este constructo no dispone de una variable latente antecesora.

*Fuente:* elaboración propia

#### 5.1.3.2.4. Parte 4: valoración de los impactos de las variables latentes predictivas (valor $f^2$ )

Para concluir con el análisis de los resultados del modelo estructural, en este último apartado se evaluó el impacto de los constructos exógenos predictores respecto a la variable endógena, para lo cual se revisaron los valores  $f^2$ , registrados especialmente para las variables latentes referentes a la preparación en la organización y la preparación en el proyecto que correspondían a los únicos constructos predictores de la implementación, comprobándose que el efecto de la etapa de preparación en la organización respecto a la implementación era bajo al exponer un valor  $f^2$  de 0,023 como se muestra en la Tabla 5.8, que según Hair *et al.* (2021) representa un impacto muy pequeño sobre la variable exógena.

A diferencia del escenario antecesor, el constructo referente a la preparación en el proyecto presentó un valor  $f^2$  de 0,999, con lo que se destaca el alto impacto que este constructo



tiene sobre la etapa de implementación. Un escenario análogo fue expuesto por Banihashemi *et al.* (2017), en donde sus valores  $f^2$  para las etapas de preparación tanto a nivel de la organización como del proyecto fueron 0,096 y 0,530 respectivamente. Estos resultados señalan que en esta investigación se asignó mayor importancia a la etapa de preparación en el proyecto al registrar un elevado efecto sobre la implementación como se indica en la Tabla 5.8.

**Tabla 5.8** *Impactos de las variables predictivas (valor  $f^2$ )*

valor $f^2$	Evaluación	Compromiso	Preparación en la organización	Preparación en el proyecto	Implementación
<b>Identificación</b>	1,132				
<b>Evaluación</b>		1,140			
<b>Compromiso</b>			2,423	1,383	
<b>Preparación en la organización</b>					0,023
<b>Preparación en el proyecto</b>					0,999

*Fuente:* elaboración propia

## 5.2. Discusión de los hallazgos

En este apartado se describe la interpretación de los resultados obtenidos, específicamente de los 18 FCE determinados como los más importantes para la integración de la sostenibilidad en la gestión de proyectos de construcción de edificaciones en Colombia (Tabla 5.4). La discusión sobre estos FCE se abordará según su correspondencia a cada una de las etapas que integran el modelo de Slaughter (2000), tomando en cuenta diversos temas de administración evocados en el contenido de los factores, junto con los hallazgos publicados en estudios similares aplicados a países con economías emergentes como el caso de Colombia, así como la consideración de los escenarios particulares de la industria de la construcción en el país y la inclusión en algunos casos de reflectivos derivadas de los comentarios recibidos de ciertos profesionales que hicieron parte de la muestra obtenida y caracterizada en la presente investigación.

Para el cierre de esta sección se discutirá sobre la pertinencia de utilizar el modelo de Slaughter (2000) para encontrar los FCE más relevantes en la GPSC en Colombia y en otros contextos y campos de estudio, resaltando la concepción de la sostenibilidad como una innovación para países en desarrollo tal como lo han planteado Boons y Lüdeke-Freund (2013), Gan *et al.* (2015) y Banihashemi *et al.* (2017).

### **5.2.1. Etapa de identificación: transparencia, entorno regulatorio y gestión del conocimiento**

En la etapa de identificación se detectan las diferentes alternativas u oportunidades innovadoras para lograr que el proyecto constructivo sea sostenible, por lo que en esta etapa debe revisarse el entorno político, económico y regulatorio del lugar en el que se ejecutará el proyecto, dado que estos aspectos influenciarán ampliamente las consideraciones en términos de sostenibilidad que serán tomadas en cuenta para el planteamiento inicial de la edificación a construir. Otro tema que debe sopesarse en esta fase corresponde a la estrategia corporativa de las organizaciones que harán parte del proyecto, así como del reconocimiento de las necesidades de todas las partes interesadas (Slaughter, 2000; Banihashemi *et al.*, 2017 y Hosseini *et al.*, 2018).

En este sentido, y como se expuso en la cuarta parte del inciso 5.1.3.1, los FCE más relevantes para incorporar la sostenibilidad en proyectos de construcción en la etapa de identificación para el entorno colombiano fueron: i) cumplimiento de las reglas anticorrupción y las regulaciones en los procesos de toma de decisiones; ii) identificación de condiciones políticas y económicas locales tales como: POT, disponibilidad de servicios públicos, subsidios de vivienda, planes de regulación entre otros y iii) gestión del conocimiento y aprendizaje de experiencias previas en el desarrollo de proyectos sostenibles.

Con relación al primer y segundo FCE, desde la gestión de proyectos en general se hace necesario tener en cuenta las regulaciones locales y nacionales y las directrices internacionales en la medida en que serán estas las que generen las limitaciones a los proyectos en términos contractuales y por lo tanto en sus implicaciones legales (PMI, 2017). Esto sin mencionar que el incumplimiento de reglas de anticorrupción o entornos

---

socioeconómicos inestables pueden comprometer la viabilidad global del proyecto, lo cual lo haría no rentable o desierto en muchos casos (Martens y De Carvalho, 2017). Este tipo de hechos pueden generar impactos negativos en la reputación tanto a los inversionistas como a los constructores y suponen una afrenta en contra de los principios de sostenibilidad de una compañía, además de que generan impactos económicos indeseables que se pueden ver reflejados en los resultados financieros de la organización (Silvius *et al.*, 2012).

Tanto el primero como el segundo FCE destacados en la etapa de identificación también fueron hallados en otras investigaciones como la de Bakar (2018) realizada para la GPSC en Malasia, en la que se argumentaba sobre los esfuerzos para la implementación de reglamentaciones enfocadas en Construcción Sostenible (CS) según las disposiciones económicas y particularidades ambientales y sociales de espacios geográficos definidos y su incidencia en el desarrollo de proyectos constructivos sostenibles; asimismo, Yu *et al.* (2018) enunciaron que el cumplimiento de las regulaciones está en sincronía con los beneficios que pueden obtenerse del gobierno al construir edificaciones sostenibles en China.

Las afirmaciones precedentes son sustentadas igualmente por los FCE identificados en la Revisión Sistemática de la Literatura (RSL) realizada por Banihashemi *et al.* (2017) para la GPSC en países en desarrollo, en donde se evidenció que en múltiples publicaciones se hacía énfasis en los posibles escenarios de corrupción y la ausencia de regulaciones como elementos que debían sortearse al momento de gestionar proyectos sostenibles de construcción. Del mismo modo, en la lista de FCE publicada por Ahmad, Aibinu y Stephan (2019) se alude a que un entorno sociopolítico enfocado a las perspectivas de la sostenibilidad es un aspecto crucial para la ejecución de proyectos sostenibles de construcción en contextos emergentes.

A pesar de lo anterior, los FCE discutidos no se verificaron como relevantes para GPSC en Irán según la investigación de Banihashemi *et al.* (2017), en donde para la etapa de identificación se destacó el compromiso con las necesidades de los clientes y los demás *stakeholders*. Aun así, el primer y segundo FCE referidos para la fase de identificación en este estudio han sido bastante notables tanto en las investigaciones citadas de Bakar (2018), Yu *et al.* (2018) y Ahmad, Aibinu y Stephan (2019), así como en publicaciones de FCE

concernientes a la gestión sostenible de construcción de viviendas sociales o de interés social (SSH por sus siglas en inglés) en países como Ghana, Nigeria, India, China, entre otros, de acuerdo con Ihuah, Kakulu y Eaton (2014); Oyebanji, Liyanage, y Akintoye (2017) y Adabre y Chan (2019), quienes sostienen que para este tipo de países es fundamental una estructura reglamentaria que aborde las perspectivas o el TBL de la sostenibilidad para lograr proyectos de vivienda social sostenibles; aunque en la práctica las regulaciones existentes son a menudo incipientes y descuidadas en su aplicación, también afirman que los incentivos diseñados para las SSH no toman en cuenta los rasgos distintivos de los diferentes clientes que podrían acceder a este tipo de edificaciones, generando que las construcciones SSH sean asequibles únicamente para un grupo reducido de la población.

La comprobación de la importancia de los FCE que se han venido debatiendo para la implementación de oportunidades de sostenibilidad en la gestión de proyectos de construcción de edificaciones para diferentes usos en Colombia, refleja la posibilidad de que los gestores de proyectos se enfrenten a escenarios de cohecho que pueden desacreditar los principios de la sostenibilidad y por ende al proyecto constructivo en general. Este hecho se soporta en los diferentes casos de corrupción que han venido presentándose en los años recientes en sector de la construcción en el país, especialmente en el tema de contratación estatal como lo expone en el Tercer Informe del Monitor Ciudadano publicado por la Corporación Transparencia por Colombia (TpC) en el 2019.

En lo que respecta a las regulaciones para la CS en Colombia, en su mayoría son de aplicación voluntaria como se expuso en la sección 2.3.2 de capítulo 2 del presente documento. A pesar de ello, el gobierno nacional planteó como meta que todas las edificaciones nuevas deberían ser construidas bajo parámetros de sostenibilidad para el 2030 (DNP, 2018). A esto se suma que las diferentes iniciativas en términos de incentivos han rezagado situaciones como la informalidad en construcción de viviendas, la alta tasa de arrendamiento y en algunos casos el déficit habitacional (Bonet-Moron, Perez-Valbuena y Chiriví-Bonilla, 2016). Este panorama podría afectar considerablemente el cumplimiento de los objetivos que tiene el país en términos de sostenibilidad en la industria de la construcción, así como la GPSC por parte de las organizaciones del sector.

Considerando las situaciones particulares a las que se enfrenta la CS en el país, los dos primeros FCE determinados para la fase de implementación sugieren que los gestores que busquen integrar la sostenibilidad en proyectos de construcción tomen las decisiones en un escenario de completa transparencia y adicionalmente cumplan con las regulaciones así estas no sean obligatorias. En este mismo sentido deben comprender las situaciones políticas, sociales, económicas y ambientales propias de los lugares donde estará ubicado el proyecto para poder efectuar mejores prácticas de GPSC.

Las premisas anteriormente citadas son avaladas por actores que han participado en la consecución de proyectos de construcción certificados y en proceso de certificación sostenible en el país, quienes manifiestan que no se debería permitir en absoluto cualquier intento de corrupción, dado que el proyecto dejaría de ser sostenible. También declaran que la inclusión de la sostenibilidad en los proyectos de construcción debe proteger y maximizar los beneficios que este tipo de edificaciones pueden proveer a los usuarios finales durante su período de operación.

En torno a las regulaciones, ciertos profesionales que participaron en la presente investigación argumentan que a pesar de que existe un marco normativo y de beneficios tributarios en el país relacionados con CS, hay un desconocimiento sobre dichas medidas por varios de los integrantes de la cadena de valor de este tipo de proyectos, lo que deriva en cierta medida en que no se apliquen las regulaciones existentes, a lo que se suma que se carece de entes de control y seguimiento para su implementación. Este hecho supone un reto para el sector de la construcción, dado que el conocimiento y cumplimiento de las regulaciones es fundamental en la transición hacia la GPSC en países en desarrollo como Colombia (Chang *et al.*, 2016 y Banihashemi *et al.*, 2017).

Para cerrar este inciso se debate sobre el tercer FCE más incidente en la etapa de identificación, el cual hace referencia a la gestión del conocimiento basado en el aprendizaje causado de experiencias previas en GPSC. Al hacer referencia a la gestión del conocimiento en el FCE descrito se debe precisar que esta se define como un proceso sistemático, organizado y consistente para transferir el conocimiento tácito y las experiencias de una persona o grupo a otros en las organizaciones (Jennex, 2015). En cuanto a la gestión del conocimiento en proyectos, tanto el trabajo de Oun *et al.* (2016) como el PMI (2017) señalan

la importancia de integrar las herramientas y técnicas que proporciona los sistemas de gestión del conocimiento para mejorar el desempeño de los proyectos.

En relación con las precisiones anteriores sobre gestión del conocimiento, debe tomarse en cuenta que, a diferencia de los anteriores FCE, este tercero surgió enteramente de la validación de contenido por parte de expertos para el contexto Colombiano, por lo que al verificarse en estudios análogos no se encontraron hallazgos relacionados directamente; no obstante, este tema se ha abordado desde otras perspectivas como la caracterización del flujo de conocimiento en proyectos sostenibles de construcción y la suposición de métodos convenientes para transferir y compartir el conocimiento generado de la GPSC (Schröpfer, Tah y Kurul, 2017 y Martins, 2019).

Desde un enfoque estratégico es imperativo analizar la gestión del conocimiento en los proyectos, ya que pueden influir positiva o negativamente en este escenario y pueden implicar retrasos, adelantos o pérdidas económicas en un proyecto (Martins, 2019). Por ejemplo, para el caso particular de la gestión del riesgo y de la calidad, en el supuesto en el que la gestión del conocimiento sea deficiente, los proyectos posteriores tendrán una mayor incertidumbre y en consecuencia aumentarán los riesgos generales; y desde la gestión de calidad, el hecho de no tener en cuenta las experiencias previas del proyecto en curso o proyectos anteriores puede comprometer recursos en reprocesos o no conformidades que a la larga disminuirán los márgenes de ganancia generales de los proyectos (PMI, 2017).

En cuanto al contexto específico de Colombia, las investigaciones sobre gestión del conocimiento son escasas y las que se reportan están enfocadas en la transferencia de conocimiento en la gestión de proyectos tradicionales como el de Castro (2017). Para la CS en particular organizaciones como el CCCS y Camacol han venido generando espacios para la difusión de casos de éxito y otras temáticas relacionadas con este tipo de construcción en el país. A pesar de esto, los profesionales con experiencia en GPSC expresan que hacen falta mecanismos específicos para obtener información esencial de proyectos previos para usarla como referente en la gestión sostenible de nuevos proyectos de construcción. Por lo cual, los gerentes de proyectos edificatorios sostenibles en el país deben promover la incorporación de estrategias que permitan difundir el conocimiento explícito de experiencias

---

antecesoras en la GPSC para que este sea tomado en cuenta en la planeación de nuevos proyectos sostenibles de construcción en Colombia.

### **5.2.2. Etapa de evaluación: EGP con conocimientos y disposición para la entrega de proyectos sostenibles y suministro de materiales durables**

En la etapa de evaluación se avalan y viabilizan las oportunidades de sostenibilidad que integrarán el proyecto, por lo que los asuntos referentes con el presupuesto, el Retorno sobre la Inversión (ROI), análisis del mercado, beneficios a corto, mediano y largo plazo, entre otros aspectos, son fundamentales para acordar el alcance, la complejidad y el impacto que tendrá el proyecto (Slaughter, 2000 y Banihashemi *et al.* 2017). Pese a que estos criterios son aplicables tanto a proyectos de construcción convencional como sostenible, para el presente estudio los dos primeros FCE determinados como los más relevantes se orientaron hacia el Equipo de Gestión de Proyectos (EGP) en lo concerniente a conocimiento y conciencia en la entrega de proyectos sostenibles y a la aplicación de un proceso efectivo de toma de decisiones por parte del EGP; en cambio el tercer FCE estuvo enfocado en la disponibilidad y costos de materiales reciclados o sostenibles y de tecnologías amigables para el medio ambiente.

El primer FCE más sobresaliente para la etapa de evaluación ha sido abordado por diferentes estudios de la naciente escuela sobre gestión de proyectos sostenibles, principalmente por Silvius *et al.* (2012), Silvius y Schipper (2014a) y Martens y De Carvalho (2017), quienes resaltan que, a diferencia de la gestión de proyectos convencionales, en los de tipo sostenible los miembros del EGP deberían tener conocimientos y habilidades en temas de sostenibilidad, pero el asunto más clave corresponde a la sensibilización del EGP respecto a la sostenibilidad, dado que bajo esta presunción que el EGP estará totalmente dispuesto a modificar las prácticas tradicionales de gestión de proyectos para entregar proyectos sostenibles.

Respecto al segundo FCE más relevante para la etapa de evaluación, es necesario citar que la toma de decisiones es uno de los temas más cruciales de la gestión, dado que son los insumos para orientar la estrategia de la organización, por lo que se han acuñado una serie de técnicas y procedimientos para aprobar las decisiones más acertadas en generación de

---

valor, rentabilidad, desempeño organizativo, entre otros (Vaiman, Scullion y Collings, 2012). Pese a lo anterior, la toma de decisiones es un proceso influenciado por conductas, percepciones subjetivas y en algunos casos intereses particulares de los líderes, lo que supone un desafío en los diferentes capos de la administración, especialmente en la gestión de proyectos en donde los gestores deberían tomar decisiones que favoreciera el desempeño del proyecto para cumplir a cabalidad con los objetivos fijados inicialmente (Stingl y Geraldi, 2017).

Por lo tanto, y en relación con los dos primeros FCE enunciados previamente para la GPSC en etapa de evaluación, se identificó que estudios análogos que obtuvieron hallazgos similares fueron: Banihashemi *et al.* (2017), Bakar *et al.* (2018), Yu *et al.* (2018) y Sang y Yao (2019), desarrollados para Irán, Malasia, China y Singapur respectivamente, en los que se resalta el conocimiento sobre gestión de proyectos sostenibles de construcción y la apropiación de las variables de la sostenibilidad por parte del EGP y los contratistas; adicionalmente enfatizaron en la voluntad y disposición de estos actores para orientar sus esfuerzos en la consecución de entregables desde los principios del TBL asociados a la sostenibilidad. De la misma manera, reiteran la importancia de definir un mecanismo de toma de decisiones por parte del EGP basado en los objetivos sostenibles del proyecto, así como en las estrategias tácticas definidas para el desarrollo de este.

Actualmente los EGP para la GPSC en Colombia presentan dificultades en que todos sus integrantes tengan formación y conocimiento en sostenibilidad, dado que este tema es bastante reciente para Colombia, pero a la vez se ha venido consolidando en una tendencia que demandará en un horizonte de 3 a 10 años una alta tasa de profesionales cualificados en temas específicos de la sostenibilidad como son: eficiencia en recursos (agua, energía y calidad de aire), gestión de Residuos de Construcción y Demolición (RCD), confort y bienestar, rehabilitación ambiental, eco diseños, entre otros (MNC y Camacol, 2020).

La situación anterior puede impactar la ejecución de proyectos sostenible de construcción en el país; de ahí que los gestores de proyectos deban fomentar e impulsar programas de capacitación y sensibilización en temas de CS dirigidos a todos los miembros que harán parte de los EGP. Del mismo modo, los gerentes de proyectos pueden influir en que los contratistas estén capacitados en fundamentos y temas concretos de CS de acuerdo con las



funciones y actividades que llevarán a cabo en el proyecto. Esto tiene implicaciones directas en el manejo del personal o recursos humanos en la medida en que las organizaciones o los proyectos puntuales adapten sus procesos de selección y capacitación para cumplir los objetivos del proyecto y estar en concordancia con los objetivos planteados en la organización en materia de sostenibilidad.

En adición al tema de conocimiento y conciencia en GPSC por parte del EGP, los gestores de este tipo de proyectos deben propender por definir estrategias para la toma de decisiones fundamentadas en las metas fijadas por el proyecto en términos de sostenibilidad en todos los niveles del EGP. Asimismo, los gerentes de proyectos deberían promover y trazar estrategias desde el proceso contractual y de auditoria para asegurar que los contratistas efectúen la toma de decisiones bajo los criterios de sostenibilidad definidos para el proyecto, dado que la sostenibilidad implica que todos los desarrolladores y *stakeholders* del proyecto estén en sincronía para cumplir los objetivos sostenibles fijados desde el inicio (Silvius y Schipper, 2014a y Banihashemi *et al.*, 2017).

Por otra parte, el tercer FCE más sobresaliente en la etapa de evaluación para la GPSC en Colombia estuvo orientado al suministro y disponibilidad de materiales y tecnologías sostenibles y amigables con el medio ambiente, el cual está relacionado con la adquisición y compra de insumos y materiales para la ejecución del proyecto de acuerdo con sus especificaciones. En consecuencia, y al referirnos a proyectos complejos como los que involucran la sostenibilidad, las compras y adquisiciones para el proyecto se convierten en un elemento importante a considerar por parte de la gerencia de proyectos u Oficina de Gestión de Proyectos (PMO por sus siglas en inglés), por lo que se debe estimular a una organización determinada a transformar sus procesos de procura y convertirlos en sostenibles en toda la cadena de valor, lo cual se configura como un área de estudio amplia que va desde los procesos de selección de proveedores con tecnologías sostenibles en un contexto de competitividad internacional, pasando por el transporte rentable y sostenible de los materiales al sitio, hasta la instalación eficaz y gestión de los materiales en la vida útil del proyecto (Levy, 2018).

En referencia a otros estudios, el tercer FCE más importante de la etapa de evaluación también ha sido establecido como significativo en otros contextos en desarrollo como los

citan las publicaciones de Kiani Mavi y Standing (2018), Ahmad, Aibinu y Stephan, (2019) y Sfakianaki, (2019) en las que se enuncia que los gerentes de proyectos deben considerar dentro de sus estrategias el acceso a materiales y tecnología sostenibles con precios razonables en comparación a los usados en construcciones comunes. Pese a esta situación, los investigadores argumentan que tanto para países con economías emergentes como desarrolladas existe una carencia de materiales de construcción con bajas emisiones de Dióxido de Carbono (CO<sub>2</sub>) y los que ofrece el mercado generalmente son mucho más costosos en comparación a los materiales convencionales de la industria de la construcción.

La situación descrita sobre la disponibilidad de materiales y tecnologías amigables con el medio ambiente para el desarrollo de proyectos sostenibles de construcción es similar en el ámbito colombiano, a lo que se suma el déficit en la especificación de los materiales como lo describe Fajardo (2016). Este escenario también es expuesto en los comentarios de los profesionales que participaron en el presente estudio, quienes señalan una escasa oferta de materiales de bajas emisiones en su ciclo de vida, a lo que se suman los costos elevados de las tecnologías ecoamigables. Por consiguiente, los gestores de estos proyectos deben cuidar de la criticidad de este aspecto a la hora de desarrollar la GPSC, dado que el uso de materiales durables bajo las condiciones descritas de la cadena de abastecimiento podría impactar significativamente en el proyecto, por lo que estrategias como alianzas con proveedores o acuerdos con productores locales de materiales de construcción podrían apalancar y reducir en cierta manera los sobrecostos que estos representan en la consecución de los proyectos de edificaciones sostenibles.

### **5.2.3. Etapa de compromiso: trabajo de alta calidad, asignación de los recursos esenciales y compromiso de los patrocinadores con la sostenibilidad**

En la etapa de compromiso, tanto la organización como las partes interesadas se comprometen con la consecución de los objetivos definidos en términos de sostenibilidad, mediante la inversión, la asignación de recursos, la implementación de mecanismos de control y la verificación de los avances y entregables en torno a las especificaciones sostenibles del proyecto (Slaughter, 2000 y Banihashemi *et al.*, 2017). En consecuencia, los tres FCE determinados como los más importantes para esta fase estuvieron relacionados con

el énfasis en el trabajo de alta calidad para cumplir con los requerimientos del proyecto, la disponibilidad y asignación de recursos como fondos, maquinarias, materiales, entre otros, y el compromiso por parte de los patrocinadores con los objetivos sostenibles del proyecto.

Para el primer FCE descrito como uno de los más relevantes en la etapa de compromiso, es preciso establecer que el trabajo de alta calidad está encaminado a que los colaboradores de una respectiva área u proyecto de la organización, estén capacitados y motivados para cumplir con el desarrollo de sus actividades de acuerdo con los parámetros de calidad establecidos desde un inicio para los procesos, productos y servicios, por lo que circunstancias derivadas del clima y la cultura organizacional pueden impactar el desarrollo de un trabajo consciente y de alta calidad por parte de los colaboradores (Pinder, 2014). Asimismo, el desempeño en la gestión de los proyectos y el cumplimiento en los estándares fijados desde el inicio para el entregable son profundamente influenciados por las buenas prácticas en gestión de la calidad.

Por otra parte, respecto al FCE orientado al trabajo de alta calidad, se encontró que otros investigadores como Banihashemi *et al.* (2017); Kiani Mavi y Standing (2018); Ahmad, Aibinu y Stephan (2019), y Li *et al.* (2019) hallaron factores estrechamente relacionados con el citado para la GPSC en Irán, China y otros países en desarrollo. Para el caso específico de Banihashemi *et al.* (2017), el FCE encontrado estuvo enfocado en la mano de obra de alta calidad como mecanismo para asegurar el cumplimiento de las condiciones sostenibles definidas desde la planeación; en cambio los demás autores subrayaron el aseguramiento de la calidad en los procesos constructivos como un FCE determinante para cumplir con las estipulaciones fijadas desde el inicio en los proyectos sostenibles de construcción.

En el ámbito colombiano, el estudio de la gestión de la calidad se ha enfocado mayoritariamente en proyectos convencionales de construcción, haciéndose relevante en los últimos años el tema de estructuración de la información del proyecto a través de métodos tecnológicos como BIM (*Building Information Modeling*), que se ha venido constituyendo en una estrategia para ejecutar proyectos con alta calidad y eficiencia financiera (Hurtado, 2015). Igualmente se ha indagado sobre cómo la calidad impacta a los costos del proyecto constructivo para buscar formas de optimizar su gestión y asegurar el éxito de proyecto,

---

valorado especialmente desde la satisfacción del cliente con el resultado final o producto (Silva, Duarte y Mejía, 2018).

Lo anterior indica que para la industria de la construcción en Colombia el trabajo de alta calidad es un FCE que debe priorizarse tanto para proyectos de construcción tradicional como sostenible, dado que para ambos casos se define desde el inicio una serie de parámetros que deben cumplirse a cabalidad para poder hacer la entrega del producto o edificación a los clientes. Aunque para la GPSC la gestión de la calidad debe propender por asegurar el cumplimiento de las especificaciones del proyecto en materia de sostenibilidad, dado que es bajo esta premisa que este tipo de edificaciones pueden consolidar su promesa de valor y garantizar los beneficios que podrían proveerle a sus habitantes o usuarios finales durante su período de operación (por ejemplo: ahorro de agua y energía, confort y bienestar) y en otros procesos implícitos a su ciclo de vida. En este aspecto, las organizaciones del sector deberán alinear sus procesos de gestión internos y capacidades técnicas para lograr medir y controlar la entrega del proyecto sostenible en términos de calidad, lo cual repercutirá directamente en la reputación de la empresa y en su posición competitiva en el mercado.

El segundo FCE de la etapa de compromiso para la GPSC está focalizado en la disponibilidad y la asignación de los recursos esenciales, el cual consiste en un proceso para distribuir eficazmente los recursos de la organización en un momento dado de acuerdo con las alternativas o proyectos que se estén ejecutando, por lo que para el caso puntual de proyectos de construcción se deben manejar eficientemente los recursos financieros y técnicos, dado que estos pueden incidir ampliamente en el desempeño del proyecto, así como las incertidumbres relacionadas con el mercado, las regulaciones y las estructuras organizativas, con lo cual los gerentes de proyectos podrán diseñar estrategias para hacer frente a las inestabilidades que puedan presentarse desde el momento de la asignación de los recursos para el proyecto constructivo (Zhong *et al.*, 2018).

En cuanto al tercer FCE determinado como uno de los más importantes en la fase del compromiso para la GPSC en el país, este estuvo orientado al compromiso de los patrocinadores con los objetivos en sostenibilidad del proyecto. Al respecto es imperativo mencionar que los inversores en proyectos se basan en que estos sean rentables bajo la consideración de un período de tiempo adecuado, por lo que al atender proyectos que

involucran el TBL de la sostenibilidad es probable que no sea tan atractivo por las perspectivas adicionales que deben involucrarse en la gestión de estos proyectos en comparación a los proyectos tradicionales, en donde para el campo específico de la construcción se tiene la percepción de que implican una inversión inicial más alta en comparación a los proyectos edificatorios comunes. Este hecho, sumado al desconocimiento de los beneficios a corto, mediano y largo plazo de la inclusión de la sostenibilidad en los proyectos constructivos, genera una serie de reparos por parte de los patrocinadores de los proyectos para invertir e involucrarse con el cumplimiento de los parámetros sostenibles especificados desde el inicio del proyecto, especialmente en economías emergentes (Gan, 2015; Ahmad, Bakar *et al.*, 2018 y Aibinu y Stephan, 2019).

Acerca del segundo y tercer FCE descritos como más significativos para la etapa de compromiso para la GPSC en Colombia, se tiene que factores semejantes han sido notables en varias investigaciones como las de Bakar *et al.* (2018); Kiani, Mavi y Standing (2018); Venkataraman y Cheng (2018); Shen *et al.* (2018); Sang y Yao (2019) y Shan *et al.* (2020), quienes hallaron que la disposición de los recursos necesarios por parte de las organizaciones y *stakeholders* es un FCE fundamental para la GPSC en países como Malasia, Irán, Tailandia, China, Singapur y otros en desarrollo, en donde los gestores de este tipo de proyectos deben afrontar posibles escenarios de incertidumbre o inestabilidad que puedan presentarse desde el momento en el que se disponen y asignan los recursos al proyecto. De igual forma, pusieron en evidencia que la responsabilidad con la sostenibilidad del proyecto por parte de los interesados es un aspecto esencial para alcanzar los objetivos de los proyectos de edificaciones sostenibles, destacando el papel de los inversionistas en el aseguramiento de los recursos financieros acordados desde el inicio para cumplir con las especificaciones sostenibles del proyecto constructivo.

Para el contexto colombiano, algunos de los profesionales que participaron en la calificación de los FCE examinados en este estudio comentaron que en efecto la disposición de los recursos era un factor elemental para la GPSC en Colombia, pero que estos estaban supeditados a la disposición de las organizaciones con respecto a la CS, así como de la presidencia y alta gerencia, quienes desempeñan un rol primordial para comprometer a todos los colaboradores y al EGP con los parámetros de la sostenibilidad definidos para el proyecto

constructivo. De igual manera, argumentan que los patrocinadores deben asegurar los aportes económicos correspondientes para que el proyecto se pueda desarrollar adecuadamente atendiendo a las particularidades que implica integrar la sostenibilidad a los procesos constructivos de edificaciones.

A pesar de las precisiones expuestas previamente, diferentes participantes de la muestra expusieron que en el país los patrocinadores y las altas directivas de las organizaciones de construcción se enfocan principalmente en variables como la rentabilidad y la velocidad con la que se ejecutan los proyectos, por lo que los aspectos de la dimensión ambiental que están estrechamente relacionados con la sostenibilidad eran únicamente gestionados para cumplir con la normatividad y no con una visión de los beneficios y el valor agregado que la sostenibilidad puede proveer al proyecto, por lo cual es indispensable que los gestores de proyectos sostenibles de construcción en Colombia motiven a los patrocinadores y las altas directivas de las organizaciones para crear mayor consciencia de las implicaciones de la sostenibilidad en los proyectos constructivos y así afianzar el compromiso de estos actores con la financiación y asignación de los demás recursos sustanciales para la integración adecuada de la sostenibilidad en las diferentes etapas del proyecto en pro de alcanzar los objetivos fijados en términos del TBL y demás perspectivas que involucra la CS.

#### **5.2.4. Etapa de preparación en la organización: proceso contractual, compras transparentes y seguridad en el trabajo**

La fase de preparación en cuanto a la organización se refiere a disponer a las diferentes áreas de la organización respecto al desarrollo del proyecto sostenible, por lo que aspectos vinculados con la dirección, compras, gestión de recursos humanos, entre otros, deben estar alineados para apoyar la consecución del proyecto considerando las perspectivas de la sostenibilidad y las innovaciones que se requieran para su implementación (Slaughter, 2000 y Banihashemi *et al.*, 2017). Por ello, los FCE determinados como los más sobresalientes en esta etapa en la GPSC en Colombia estuvieron enfocados a la investigación clara y completa de las condiciones y actores del proyecto antes de la celebración del proceso contractual, junto a los factores concernientes al proceso de compra transparentes y competitivos fundamentados en criterios de sostenibilidad y la aplicación de protocolos efectivos de salud y seguridad en el trabajo por parte del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP).

A propósito del primer FCE enunciado para la etapa de preparación en la organización, este se encuentra en sinergia con el primer y segundo FCE referidos como los más importantes en la etapa de identificación (sección 5.2.1), por lo que la discusión de este primer FCE de la etapa de preparación de la organización se inicia haciendo alusión a que estudios anteriores abordaron como FCE los procesos contractuales en GPSC, como el de Oyebanji, Liyanage y Akintoye (2017); Kiani Mavi y Standing (2018), y Ahmad, Aibinu y Stephan (2019), quienes expusieron que para la GPSC de edificaciones y de vivienda social sostenible o de interés social en países con economías emergentes, el FCE relacionado con los procesos contractuales o de contratación debía estar fundamentado en políticas y marcos legales efectivos para mejorar la implementación y el control efectivo de las adjudicaciones de los contratos; asimismo, debía asegurarse una búsqueda adecuada de los posibles contratistas antes de ejecutar los procesos de contratación. Argumentan además que el gestionar los aspectos descritos previamente se garantizaría en cierta forma el cumplimiento de los requisitos sostenibles definidos desde el inicio para el proyecto, dado que los gestores de proyectos sostenibles en contextos en desarrollo pueden estar expuestos a situaciones de tipo fraudulento que, al no ser reconocidas y descartadas antes de cualquier intervención en el proyecto, podrían afectar significativamente la ejecución de este.

Para la GPSC en el país, el FCE discutido previamente es un asunto que está relacionado en gran medida con el cumplimiento de las reglas anticorrupción y de transparencia de la etapa de identificación, como se observó en el párrafo precedente; por consiguiente, se debe tener en cuenta lo expuesto en el inciso 5.2.1 acerca de que el sector de la construcción es uno de los más permeados por situaciones de corrupción en Colombia, principalmente en lo referente a la asignación y ejecución de contratos estatales (TpC, 2019). Este escenario representa un desafío para la GPSC en el país y al mismo tiempo obliga a que las organizaciones del sector, junto a sus colaboradores en roles de dirección, sean conscientes de la necesidad de investigar en profundidad las condiciones y los actores del proyecto antes de adelantar procesos de tipo legal y administrativo. A esto se suma que algunos de los participantes de la muestra comentaron que es primordial gestionar los contratos bajo los parámetros de la normatividad vigente e indicaron que es en los requerimientos del contrato en donde se pueden detallar explícitamente los requerimientos en sostenibilidad y evitar así cualquier desacierto que pueda afectar la ejecución del proyecto sostenible de construcción.

Conforme a lo referido previamente, la investigación y el conocimiento de las condiciones y los interesados antes de adelantar el proceso contractual es un FCE determinante para la GPSC en el país, a pesar de que sea eclipsado por la creciente demanda de edificaciones y la feroz competencia en los mercados inmobiliarios en entornos emergentes y en particular en Colombia por temas como la autoconstrucción y el trabajo informal (Gan *et al.*, 2015 y Bonet-Moron, Perez-Valbuena y Chiriví-Bonilla, 2016). Asimismo, las organizaciones del sector de la construcción en el país deben apalancar el cierre de negociaciones y la asignación de contratos en un círculo de completa y absoluta transparencia; de lo contrario no se podrá avanzar a una total y cierta GPSC en Colombia.

En cuanto al segundo FCE establecido como más relevante para la etapa de preparación de la organización en GPSC en Colombia, este tiene una relación directa con el tercer FCE más importante de la etapa de evaluación (suministro de materiales y tecnologías amigables con el medio ambiente, como se expuso en el apartado 5.2.2). Por lo que la discusión sobre el FCE referente al establecimiento de procesos de compras transparentes y competitivos fundamentados en criterios de sostenibilidad se inicia haciendo alusión a que en diferentes publicaciones se ha abordado este FCE; dentro de ellas se encuentran la de Banihashemi *et al.* (2017); Ahmad, Aibinu y Stephan (2019); Li *et al.* (2019) y Shan *et al.* (2020), aplicadas a países en desarrollo como Irán y Singapur. En estas se subraya la conveniencia que desde la organización se establezca una política enfocada en compras competitivas de suministros, servicios y materiales bajo el TBL de la sostenibilidad; también hacen énfasis en que las organizaciones deben estar abiertas a adoptar procesos de compras transparentes y responsables para evitar efectos negativos sobre la ejecución de proyecto, como retrasos, falta de disponibilidad de materiales, sobrecostos, entre otros. Y, en general, en un escenario de competitividad y retos dinámicos del mercado, un proceso de compras efectivo, transparente y consistente generaría ventajas sustanciales para una organización en múltiples aspectos, tales como mejoras en los suministros, menor cantidad de reprocesos, mayor agilidad en compras, entregas oportunas de los entregables de los proyectos, entre otros. El área de compras y logística se convierte, por lo tanto, en una de las ramas clave de una organización para lograr los objetivos del proyecto sostenible Shan *et al.* (2020).



En cuanto a las organizaciones que desarrollan proyectos sostenibles de construcción en Colombia, estas deben sortear una serie de limitantes en sus procesos de compras, dado que la cadena de suministro del sector de la construcción recientemente ha venido adaptando el concepto de sostenibilidad y economía circular, por lo que en la actualidad la oferta de insumos producidos con bajas emisiones es escasa en el país (CCCS, 2021 y Martínez, 2021). Además, varias de las materias primas y materiales usados en construcción son importados, por lo que su oferta en el mercado es volátil, hecho que afecta considerablemente los costos de los proyectos (Serna *et al.*, 2018). Por lo que bajo este panorama los gestores de proyectos sostenibles de construcción deberían prestar atención al área de compras de la organización, en pro de establecer una estrategia orientada hacia la sostenibilidad desde la planeación del proyecto, tomando en cuenta tanto aspectos ambientales como los relacionados con eficiencia en costos, calidad, tiempo de abastecimiento, entre otros.

Para concluir con los FCE determinados como los más importantes para la etapa de preparación en la organización, se reflexiona sobre el factor concerniente a la aplicación de protocolos efectivos de salud y seguridad en el trabajo por parte del EGP, el cual también fue indagado en otros estudios sobre FCE como el de Banihashemi *et al.* (2017), quienes hallaron que este era el FCE más destacado en la fase de preparación en la organización para la GPSC en Irán junto con la dirección estratégica.

Por su parte, Sfakianaki (2019), Li *et al.* (2019) y Shan *et al.* (2020) manifestaron que la gestión de la seguridad y la salud por parte del EGP es un requerimiento generalmente estandarizado en varios países en desarrollo y que por lo consiguiente es aplicable tanto para la ejecución de proyectos convencionales de construcción como sostenible; no obstante, para este último tipo de proyectos se convierte en un FCE, dado que la CS se diferencia notablemente de las construcciones comunes en términos de diseño, materiales, disposición de espacios, entre otros, y por consiguiente, y como lo refieren Fortunato III *et al.* (2012) y Zhou, Goh y Li (2015), la gestión de la seguridad y la salud en el trabajo debe estar ajustada a los elementos propios del diseño de las construcciones sostenibles, así como a los procesos y prácticas constructivas implementadas para la consecución de proyectos sostenibles de construcción. Por lo tanto, cobra particular importancia la integración y mejoramiento de

estos procesos en los sistemas de gestión de las organizaciones para generar seguimiento y garantizar el cumplimiento de buenas prácticas y reducción de accidentes laborales relacionados con la implementación de nuevos diseños y tecnologías.

En Colombia la aplicación de protocolos de seguridad y salud en el trabajo se encuentran regulados por el Ministerio del Trabajo (MinTrabajo), organismo que ha establecido una serie de requisitos que deben cumplirse tanto en las obras de construcción como en las instalaciones de manufactura para cuidar la integridad de los colaboradores. No obstante, los lineamientos propuestos son para procedimientos constructivos generales en obra, por lo que para la GPSC se debería prestar atención a este factor, dado que la ejecución de proyectos sostenibles demanda ciertas particularidades asociadas al tema sostenible que deben gestionarse bajo prácticas seguras en los diferentes procesos que contempla la actividad edificatoria en el país (Zhou, Goh y Li, 2015 y CCCS y Camacol, 2021).

### **5.2.5. Etapa de preparación en el proyecto: EGP competente y multidisciplinario, monitoreo, retroalimentación y comunicación**

Esta etapa está orientada a preparar todos los recursos que se necesitan para poder construir una edificación sostenible, ya no a nivel de la organización sino del proyecto, por lo que se caracteriza por abordar consideraciones específicas como la conformación del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP); la definición de las estrategias y tácticas adoptadas por el EGP; el establecimiento de las metodologías para revisión, evaluación y retroalimentación de las actividades ejecutadas por el EGP, entre otros (Slaughter, 2000 y Banihashemi *et al.*, 2017). Por lo tanto, los FCE determinados como los más importantes en esta etapa para la GPSC en Colombia estuvieron enfocados en que el EGP fuera competente en sostenibilidad y multidisciplinario, además del establecimiento de una metodología efectiva de monitoreo y retroalimentación del proyecto, junto con la implementación de protocolos efectivos de comunicación en todos los niveles del EGP.

En relación con el FCE orientado a las competencias en sostenibilidad y la interdisciplinariedad por parte del EGP, investigaciones precedentes sobre FCE en GPSC también han identificado este factor como un asunto clave para la gestión de proyectos de construcción sostenibles en economías emergentes como lo señalan Shen *et al.* (2018); Li *et*

*al.* (2019); Ahmad, Aibinu y Stephan (2019); Sang y Yao (2019) y Shan *et al.* (2020), quienes encontraron que para la GPSC en países como Tailandia, Singapur y China era fundamental que los gerentes de este tipo de proyectos integraran sus EGP con profesionales de diferentes áreas y con conocimientos y habilidades en sostenibilidad como estrategia para alcanzar exitosamente los objetivos en sostenibilidad fijados inicialmente para el proyecto. Ahora bien, Gan *et al.* (2015) y Banihashemi *et al.* (2017) declaran que la CS es un tema novedoso e innovador en las economías emergentes, por lo cual es probable que no se pueda constituir completamente EGP con formación en sostenibilidad; este hecho pone de manifiesto un FCE que los gerentes deben considerar para generar estrategias enfocadas a la capacitación en temas de sostenibilidad a sus EGP.

Dentro de los retos a enfrentar por parte de los gerentes de proyecto en las organizaciones del sector de construcción se encuentra el desarrollo del personal, el cual va ligado también a perfiles de liderazgo de los integrantes del equipo de trabajo. Dicha práctica es un pilar fundamental para mantener una dinámica de trabajo productiva, para el desarrollo personal y profesional de los colaboradores y para promover naturalmente la motivación en el equipo. En cuanto al liderazgo, es una característica que se debería reforzar en todos los miembros del equipo ya que permite mejorar las sinergias en el flujo de información y el ambiente laboral. También es importante resaltar el valor de la multidisciplinariedad en un contexto de innovación, ya que permite acoger perspectivas desde diferentes ángulos que pueden realzar el impacto de las ideas en la GPSC.

Para el caso de Colombia, la CS se ha venido consolidando en una tendencia que demandará una serie de profesionales con conocimientos y habilidades en temas específicos de sostenibilidad en un horizonte de 10 años (MNC y Camacol, 2020). Este hecho fue detallado en sección 2.2.3 del capítulo 2. En este mismo sentido, algunos de los profesionales que participaron en la calificación de los FCE de este estudio declararon que la CS es un tema que hasta ahora se está adaptando a la industria de la construcción en Colombia y que por ende implica una serie de innovaciones y nuevos conocimientos y habilidades se deben adquirir y desarrollar los colaboradores que harán parte de los EGP enfocados en GPSC en el país. Asimismo, resaltan la importancia de que los gerentes de proyectos promuevan

la capacitación y la sensibilización de sus EGP en términos de sostenibilidad, no solamente como un FCE sino como un requerimiento obligatorio.

Otro de los FCE más sobresalientes para la GPSC en Colombia en la fase de preparación a nivel del proyecto estuvo dirigido hacia la aplicación de una metodología efectiva de monitoreo y retroalimentación del proyecto, la cual también fue definida como notable para la GPSC en Irán, Malasia, Singapur y China por autores como Kiani Mavi y Standing (2018), Bakar *et al.* (2018), Li *et al.* (2019) y Sang y Yao (2019), quienes declararon la conveniencia de implementar una metodología de evaluación constante, monitoreo y retroalimentación sobre el desempeño en la implementación de los parámetros de la sostenibilidad, con el objetivo de corregir cualquier discrepancia o desviación de las especificaciones definidas desde el inicio para el proyecto constructivo.

La aplicación del FCE discutido en el párrafo anterior en el entorno de la industria de la construcción en Colombia está en relación con el comisionamiento, como lo reiteraron algunos de los participantes de esta investigación, quienes afirmaron que la integración de este proceso por parte del EGP a todas las fases de proyecto y sus variables (comunicaciones, costos, diseños, construcción, operación entre otros) garantizaría que el desarrollo de los proyectos de CS fuera eficiente y transparente; igualmente declararon que se debe implementar listas de verificación para validar los cumplimientos de los estándares y los Indicadores Clave de Rendimiento (KPI por sus siglas en inglés) establecidos desde el inicio para el proyecto. No obstante, declararon que las organizaciones del sector de la construcción en Colombia no han adaptado ampliamente métodos de comisionamiento en sus procesos de gestión de proyectos tanto convencionales como sostenibles. En consecuencia, los gerentes de proyectos sostenibles de construcción en el país deben apropiarse de estrategias para incorporar sistemas de monitoreo y retroalimentación permanente durante toda la ejecución de este tipo de proyectos, soportándose en procesos de comisionamiento como táctica para alcanzar los objetivos fijados en términos de sostenibilidad.

El último FCE resaltado como uno de los más influyentes para la preparación en el proyecto está encaminado a la incorporación de protocolos eficientes de comunicación en todos los niveles de toma de decisiones del EGP. Este factor también fue citado por otros autores

como Shen *et al.* (2018); Ahmad, Aibinu y Stephan (2019) y Shan *et al.* (2020) para contextos como Tailandia, Singapur y otros países en desarrollo, constatando que es imperativo adaptar canales adecuados de comunicación y cooperación entre todos los participantes de los proyectos para lograr una GPSC de forma exitosa en economías en desarrollo. En particular la gestión de las comunicaciones se convierte en una actividad de suma importancia para garantizar un buen flujo de información en el proyecto. Se deberá garantizar una estrategia clara desde el inicio del proyecto que permita facilitar el flujo de la información siempre arbitrado y liderado por el gerente del proyecto, y que en el caso de presentarse falencias o conflictos, dicha estrategia brinde herramientas de escalamiento en cuanto de Oficina de Gestión de Proyectos o a niveles más altos.

Para la GPSC en Colombia el FCE enunciado en el párrafo anterior fue confirmado como uno de los más destacados para ser tomado en cuenta por parte de los gestores de proyectos de construcción sostenibles en el país. Varios de los profesionales que participaron en la muestra señalaron que la comunicación efectiva era un factor crucial para gestionar tanto proyectos convencionales como sostenibles; de igual manera recomendaron el uso de tecnologías colaborativas para facilitar la comunicación efectiva entre los *stakeholders*, el EGP, el personal operativo en sitio, entre otros. Por ende, es imperativo que los directores y gerentes de proyectos establezcan las directrices que deben seguirse para la consecución de los proyectos sostenibles de construcción, y así mismo favorezcan espacios de socialización de dichos planes de acción, partiendo de la sensibilización en sostenibilidad para todo el EGP.

#### **5.2.6. Etapa de implementación: resolución de problemas, gestión de impactos ambientales y sistema integral de manejo de los Residuos de Construcción y Demolición**

La etapa de implementación consiste en ejecutar todas las alternativas sostenibles establecidas para el proyecto, las cuales tienden a ser vistas como innovaciones que involucran cambios en los procesos constructivos *in situ*. Estos deben ser gestionados apropiadamente para maximizar los beneficios que pueden obtenerse en términos de sostenibilidad para las edificaciones concebidas bajo este principio. Por ende, en esta etapa los gerentes de proyectos deben propender por un estilo de liderazgo que promueva el

trabajo en equipo y la disposición al cambio; asimismo debe generar planes de acción para minimizar la generación de residuos, la contaminación del agua y del medio ambiente entre otros aspectos.

Por consiguiente en la etapa de implementación los FCE se orientan a la gestión del cambio en los procesos requeridos y la revisión de los procedimientos constructivos para cumplir con los objetivos sostenibles del proyecto. Así pues, los FCE determinados como los más sobresalientes para esta etapa en el contexto de la GPSC en Colombia fueron los relacionados con el establecimiento de una metodología efectiva para la resolución de problemas y de *feedback*, junto a los FCE correspondientes a la gestión de impactos ambientales por parte del EGP y la implementación de sistemas de gestión de RCD.

El primer FCE enunciado para la etapa de implementación está relacionado en cierta medida con la resistencia al cambio que puede representar la integración de la sostenibilidad como una innovación en los proyectos, así como la inclusión de nuevas tecnologías y el apoyo de profesionales de diferentes áreas en las actividades constructivas (Lines *et al.*, 2015). Las situaciones planteadas previamente pueden suscitar en diferencias que deben ser abordadas de manera asertiva por parte de los gerentes de proyecto para evitar impactos en el desarrollo del proyecto, así mismo este debe facilitar espacios de *feedback* o retroalimentación entre los diferentes actores implicados como medio para generar conciencia y una articulación más adecuada en pro de mejorar el desempeño en el proyecto (Pesämaa, Larsson y Eriksson, 2018).

Acerca del FCE que se ha venido discutiendo, investigadores como Banihashemi *et al.* (2017), Bakar *et al.* (2018) y Venkataraman y Cheng (2018) lo han subrayado en sus publicaciones aplicadas a países como Irán, Malasia y otros en desarrollo, en los que se identificó que los gestores de proyectos sostenibles de construcción debían poseer habilidades para la resolución de los problemas que pudiesen afectar la ejecución del proyecto sostenible, atendiendo a un estilo de liderazgo integrador orientado a armonizar y moderar adecuadamente los intereses del equipo como lo proponen Silvius y Schipper (2014b). De igual forma, manifestaron la importancia de un *feedback* efectivo como aspecto primordial para identificar claramente los procedimientos en los que sea necesario implementar planes de mejora para cumplir a cabalidad con los parámetros de sostenibilidad

---

acordados para los proyectos de construcción. Y, en el contexto general de la organización y los sistemas de gestión, esto debería quedar claro en todas las divisiones y en el personal de dicha empresa para fomentar el mejoramiento continuo de los procesos.

Para el caso de Colombia, el FCE de resolución de problemas y de *feedback* está estrechamente relacionado con los estilos de liderazgo de los directores y gerentes de proyectos, quienes deben asumir un liderazgo que permita la solución adecuada de los problemas y la identificación de los puntos de mejora para avanzar a una GPSC más eficaz (Rodríguez, 2020). Por lo que los gerentes de proyectos sostenibles deben propender por un liderazgo ético e integral que no solamente busque el cumplimiento de las especificaciones de la edificación, sino que comprenda el entorno y las situaciones particulares de sus colaboradores para generar espacios de reflexión, cooperación y trabajo en equipo como lo proponen Silvius y Schipper (2014b) y Banihashemi *et al.* (2017) para la GPSC en países en desarrollo.

Los otros dos FCE más destacados en la etapa de identificación estuvieron orientados a la gestión de los impactos ambientales por parte del EGP y a la implementación de un sistema de gestión de los RCD (Residuos de Construcción y Demolición). Ambos FCE abordaron aspectos enfocados al cuidado del medio ambiente durante el desarrollo de las actividades de construcción de la edificación. Esta situación se relaciona con los principios de la CS, en los cuales se busca minimizar los impactos del proceso constructivo al entorno, como por ejemplo la reducción en las emisiones de material particulado para favorecer la calidad del aire, así como el cuidado del agua y de los microecosistemas, entre otros aspectos del espacio previsto para efectuar la construcción (Ning *et al.*, 2009).

A lo anterior se suma la gestión de los RCD que para el ámbito colombiano está certificada mediante la Resolución 472 del 2017, en la que se especifica que los generadores de este tipo de residuos deben efectuar una gestión integral de estos. A pesar de ser una medida instaurada recientemente, constituye un mecanismo de política pública que favorece la consecución de proyectos sostenibles de construcción en el país y además contribuye a que los proyectos de construcción de tipo convencional reduzcan en cierta medida su impacto al medio ambiente, lo que repercutirá en una mejor calidad del aire, especialmente en las grandes urbes del país.

Sobre los FCE de gestión de impactos ambientales y de residuos, diferentes estudios los han abordado para explicar su relevancia en la GPSC en economías emergentes, como ha sido el caso de Banihashemi *et al.* (2017); Yu *et al.* (2018); Bakar *et al.* (2018); Venkataraman y Cheng (2018); Sfakianaki (2019) y Ahmad, Aibinu y Stephan (2019), quienes expusieron que los gestores de proyectos sostenibles de construcción deberían generar estrategias enfocadas al control estricto de las actividades de construcción, como mecanismo esencial para asegurar la mitigación de los impactos ambientales y la gestión de los residuos generados en el desarrollo de la actividad edificatoria.

En cuanto a la GPSC en Colombia, es necesario que los directores y gerentes de este tipo de proyectos enfoquen sus esfuerzos en asegurar una reducción de todos los impactos ambientales implícitos en los procesos constructivos; en este mismo sentido deben cumplir a cabalidad con la normatividad previamente citada para la gestión integral de los RCD como estrategia primordial para obtener edificaciones y comunidades más sostenibles. De igual manera, se recomienda que los gerentes de proyectos adopten lineamientos o requisitos de la CS *in situ*, como los sugeridos por el CCCS y Camacol en su Guía de Gestión Sostenible y Circular en Obras publicada y socializada recientemente, con lo que pueden constituir mecanismos que permitan la ejecución de proyectos de construcción con mínimos impactos ambientales en el país.

### **5.2.7. Aplicación del modelo de Slaughter (2000)**

En este último apartado de la discusión se realiza un breve análisis del uso del modelo de implementación de innovaciones en proyectos de construcción planteado por Slaughter (2000) para la determinación de los FCE para la GPSC en países con economías emergentes como es el caso de Colombia. Por lo tanto, se parte del hecho de que aunque el modelo de Slaughter (2000) está relacionado con la teoría de la difusión de la innovación planteada por Rogers (1983), la cual se enfoca en definir cómo se difunde una innovación en un sistema social homogéneo como se describió en la sección 3.2 del capítulo 3, aun así se trata de un modelo pragmático que brinda concepciones y aproximaciones para ser usado como base para la implementación de innovaciones en gestión de proyectos de construcción.

De acuerdo con lo anterior, y considerando que la sostenibilidad es un tema reciente en Colombia y que su adopción representa una serie de innovaciones que deben ser gestionadas



de manera adecuada en los proyectos de construcción de edificaciones, se consideró que el uso del modelo de Slaughter (2000) podría constituir una base estructural para la determinación de los FCE para la GPSC en el país tomando como referente la investigación de Banihashemi *et al.* (2017) aplicada a la industria de la construcción Iraní. De acuerdo con los resultados expuestos en el numeral 5.1.3.2, se puede afirmar que el modelo es altamente predictivo y aplicable para la identificación de los FCE en la GPSC en economías emergentes como Irán y Colombia.

De igual manera, las hipótesis implícitas en el modelo Slaughter (2000), en el que la etapa de identificación influye sobre la de evaluación y a su vez esta sobre la de compromiso, que al mismo tiempo afecta a las fases de preparación a nivel de la organización y del proyecto, las cuales en conjunto inciden en la etapa de implementación, se cumplieron a cabalidad para el contexto Colombiano, a excepción de la influencia de la etapa de preparación en la organización a la de implementación. Esto mismo fenómeno se evidenció en el caso de Irán estudiado por Banihashemi *et al.* (2017), lo que indica que los factores o asuntos determinados como los más importantes en las dos investigaciones para la etapa de preparación a nivel del proyecto no afectan significativamente la fase de implementación. Este escenario nos indica que los FCE asociados a la preparación de la organización deben revisarse en mayor profundidad para identificar y determinar los que puedan generar un impacto mayor a la etapa de implementación.

A pesar de lo anterior, debe reconocerse que para el caso puntual de Colombia las organizaciones del sector de construcción tienden a gestionar las demandas y problemas del momento (por ejemplo los requerimientos derivados de otros proyectos que se están ejecutando), restando tiempo y recursos para abordar temas relacionados con el diagnóstico y la especificación de nuevos proyectos (Fajardo, 2016 y Giraldo *et al.*, 2018), por lo que es probable que este hecho dificulte la actuación de los gerentes de proyectos sostenibles de construcción con respecto a las diferentes divisiones de la organización para disponerlas con antelación al desarrollo de un nuevo proyecto, y más aún cuando este contempla consideraciones diferentes a las de los proyectos convencionales, como es el tema de la sostenibilidad.

Por otra parte, y a diferencia del trabajo de Banihashemi *et al.* (2017), los FCE determinados como los más importantes para la GPSC en el país usando el modelo Slaughter (2000) fueron diferentes para la mayoría de las etapas, destacándose para el caso de Colombia FCE específicos relacionados con el tema del cumplimiento de las reglas anticorrupción y la transparencia, así como las condiciones políticas, sociales y económicas locales como el POT, y también a la gestión de conocimiento de experiencias previas, junto a mecanismos de control, retroalimentación y solución de problemas y gestión de RCD. En comparación, los de Banihashemi *et al.* (2017) estuvieron más enfocados en el compromiso de los *stakeholders* con la sostenibilidad, especialmente de los clientes, en una mano de obra de alta calidad y en los conocimientos y habilidades por parte de los gerentes en términos de sostenibilidad. Esta disparidad en los resultados de ambas investigaciones indica que para la GPSC en Colombia deben sortearse una serie de situaciones particulares propias de nuestro contexto.

Desde otra perspectiva, es importante destacar que los FCE determinados para la incorporación de la sostenibilidad en la gestión de proyectos de construcción de edificaciones usando el modelo de Slaughter (2000) se pueden adaptar a cualquier metodología de gestión de proyectos, lo que hace que el uso del modelo sea favorable y benéfico para contribuir a mejorar las prácticas en GPSC ejecutadas en contextos en desarrollo. Por lo tanto, también el modelo se sugiere como base para ser usado en la determinación de los FCE para la gestión de proyectos sostenibles en infraestructura en Colombia como lo hizo Hosseini *et al.* (2018) en una investigación aplicada a Irán. Adicionalmente, el modelo de Slaughter (2000) podría emplearse para encontrar los FCE más específicos vinculados por ejemplo con la gestión de proyectos en el país con relación a una certificación de sostenibilidad (ejemplo: LEED® o EDGE) o también para establecer los FCE más concretos según el tipo de edificación (viviendas de interés social, oficinas, complejos industriales entre otros).

Por último, es importante destacar que el modelo de Slaughter (2000) constituye un marco de uso práctico para la gestión de innovaciones en proyectos de construcción tanto tradicionales como de tipo sostenible en países en desarrollo, por lo que su aplicación para la determinación de los FCE en la GPSC constituye un punto de partida para investigaciones

más específicas relacionadas con la gestión en el campo de la CS (Banihashemi *et al.*, 2017). Asimismo es un referente para que aspectos relacionados con los retos específicos de las CS en Colombia descritos en la sección 2.3.3 del capítulo 2 sean investigados a profundidad, como son la adaptación de nuevas metodologías y enfoques en la gestión de proyectos para mejorar el desempeño de estos (Vargas, 2015 y Giraldo *et al.*, 2018), la búsqueda de mecanismos de difusión de las normas y los beneficios de la CS en el país y los factores que influyen a los clientes o el usuario final para adquirir un espacio habitacional sostenible, así como la gestión del talento enfocado a la formación de profesionales con conocimientos en sostenibilidad en un horizonte de 3 a 10 años y la definición de estrategias para reducir la construcción informal en el país. El abordaje de estos temas constituye un eje central para poder hacer una transición adecuada a la gestión de proyectos sostenibles de construcción en Colombia.

### **5.3. Resumen del capítulo**

En este capítulo se describieron, analizaron y discutieron los resultados de la investigación, por lo cual este estuvo integrado por cuatro partes. En la primera se detallaron los resultados de la muestra de profesionales con experiencia en GPSC en Colombia, obteniéndose como resultados más relevantes que la tasa de respuesta fue de 24,5 % (124 participantes), la cual estuvo 4,5 puntos por encima de la esperada. Además el perfil de los profesionales de la muestra se caracterizó por un 70 % con formación en ingeniería civil y arquitectura; no obstante el 30 % restante reportó formación en otras ingenierías y disciplinas. Más del 70 % contaba con estudios de posgrado y un 60 % de los encuestados refirió una experiencia de más de 5 años ocupando roles de dirección y gestión de proyectos edificatorios sostenibles. Para finalizar la primera parte de este capítulo se precisó que aproximadamente el 50 % de los profesionales que participaron contribuyeron a la GPSC en organizaciones de mediano y pequeño tamaño en el país; los demás, es decir un 35 %, lo hicieron en empresas de gran tamaño.

La segunda parte del capítulo se refirió a la distribución de los datos obtenidos, en donde se corroboró por estadística descriptiva (frecuencias relativas) y prueba de Kolmogórov-Smirnov que los datos obtenidos de la aplicación de la encuesta tipo escala Likert para calificar los FCE tenían una distribución no normal, hecho que contribuyó a complementar

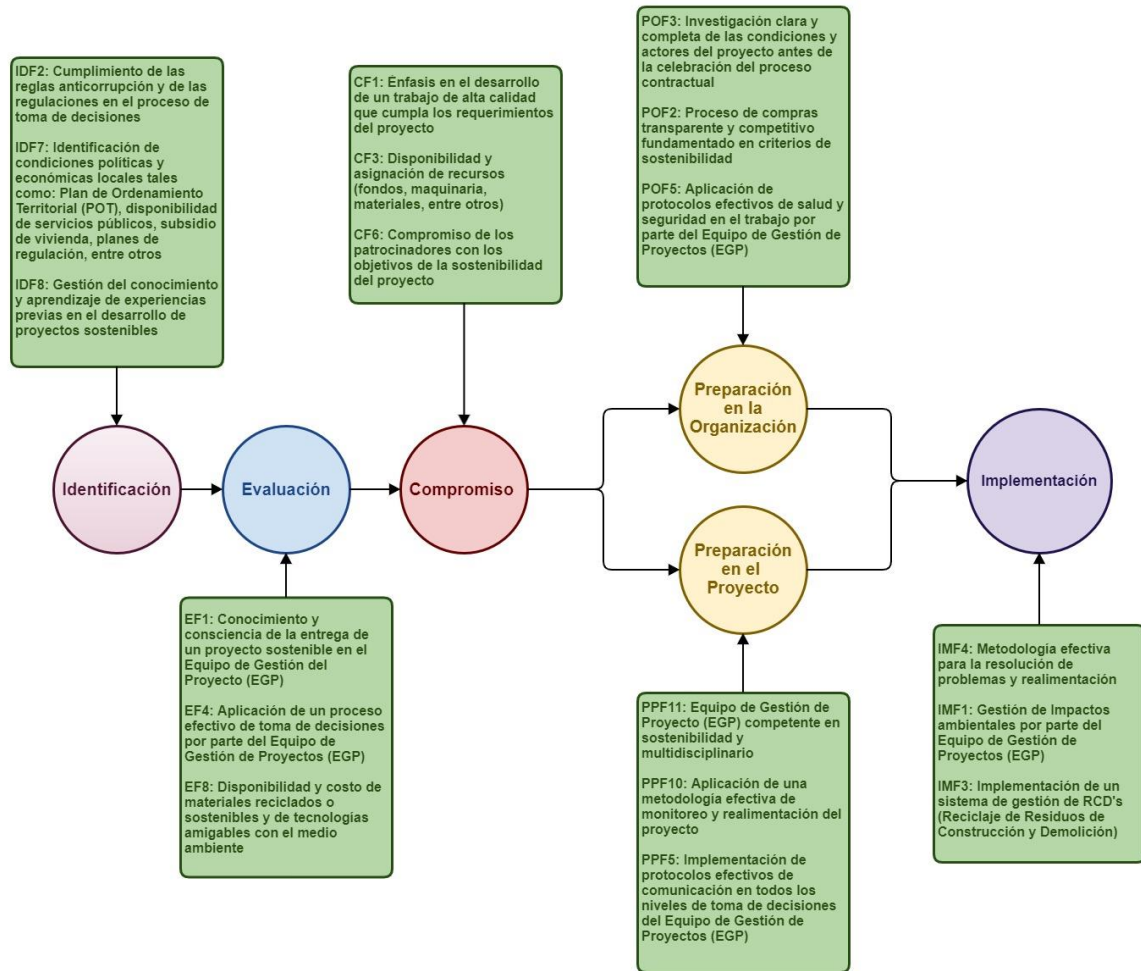
---

los argumentos para el uso de la técnica de análisis multivariante de segunda generación PLS-SEM.

En la tercera parte de este capítulo se detallaron los hallazgos de la modelización por el método PLS-SEM de los FCE calificados para la GPSC en el contexto colombiano, comprobándose que los FCE evaluados fueron válidos para estimar o producir las variables latentes o etapas del modelo de Slaughter (2000), a excepción de los FCE vinculados a la etapa de preparación de la organización al presentar una baja incidencia en la etapa de implementación. Igualmente, se verificó que los FCE poseían baja colinealidad o correlación, lo que indica que los FCE estudiados capturaron aspectos variados del dominio de las fases del modelo de Slaughter (2000). Asimismo, se constató el aporte real de cada FCE a las etapas del modelo mediante los valores  $t$ , los cuales estuvieron adecuados por lo que no fue necesario remover ningún FCE del modelo. Por último, y tomando en cuenta las consideraciones anteriores, en la Figura 5.7 se ilustró el modelo final con la estimación de los coeficientes de camino para cada FCE respecto a las etapas del modelo de Slaughter (2000). Por lo tanto, al revisar cada coeficiente, se determinó que los FCE más críticos dentro de los críticos corresponden a los referidos en la Figura 5.8.

En la tercera parte de este capítulo se especificaron los datos relacionados con la capacidad predictiva y asociativa del modelo de Slaughter (2000), verificándose inicialmente que las variables latentes predictoras referentes a preparación de la organización y preparación en el proyecto cumplieron con el requisito de colinealidad, por lo que no fue necesario retirarlas o reajustarlas; al mismo tiempo se confirmó que la significancia o valores  $p$  de las variables latentes predictivas fue adecuada, a excepción de la referente a la preparación de la organización que estuvo baja respecto a la implementación. Igualmente, se comprobó a través de los valores  $R^2$  que el modelo de Slaughter (2000) tuvo un apropiado poder predictivo y asociativo, lo cual sustentó que su uso en el desarrollo de esta investigación fue idóneo.

**Figura 5.8** FCE determinados como los más importantes para la GPSC en Colombia



Nota. los FCE determinados como los más críticos dentro de los críticos están vinculados a las etapas del modelo de Slaughter (2000) correspondientes.

*Fuente:* elaboración propia

Para finalizar este capítulo, es decir en la cuarta parte, se discutieron los FCE determinados como los más críticos dentro de los críticos, todos los cuales se encuentran clasificados de acuerdo con las etapas del modelo de Slaughter (2000), así: i) etapa de implementación – transparencia, entorno regulatorio y gestión del conocimiento; ii) etapa de evaluación – Equipo de Gestión de Proyectos (EGP) con conocimiento y disposición para la entrega de proyectos sostenibles y suministro de materiales durables; iii) etapa de compromiso – trabajo de alta calidad, asignación de los recursos esenciales y compromiso de los patrocinadores

con la sostenibilidad; iv) etapa de preparación en la organización – proceso contractual o de contratación, compras transparentes y seguridad en el trabajo; v) etapa de preparación en el proyecto – EGP competente y multidisciplinarios, monitoreo, retroalimentación y comunicación y vi) etapa de implementación – resolución de problemas, gestión de impactos ambientales y de Residuos de Construcción y Demolición (RCD). Finalmente se discutió sobre la implementación y el uso del modelo de Slaughter (2000), concluyéndose que este es adecuado para estudios sobre GPSC en países en desarrollo y en otros campos como la gestión de infraestructura sostenible en economías emergentes.

A partir de los hallazgos expuestos en este capítulo se procede a dar paso al capítulo de cierre de la presente investigación, el cual presenta las conclusiones, los aportes y las líneas de investigación para futuros estudios relacionados con GPSC en Colombia y en contextos análogos.

---

## 6. Conclusiones, Aportes y Líneas Futuras de Investigación

En este último capítulo se exponen las conclusiones del presente trabajo final de maestría, así como los aportes que este pretende hacer a la integración de la sostenibilidad en la gestión de proyectos de construcción de edificaciones en Colombia. Finalmente, se especifican las líneas para el desarrollo de futuras investigaciones tanto en el campo de la gestión de proyectos sostenibles de construcción de espacios habitacionales, como en otras áreas de aplicación.

### 6.1. Conclusiones

El sector de las edificaciones es clave para la *descarbonización* del planeta de acuerdo con los lineamientos de los ODS, el COP 21 y la apuesta a la neutralidad en carbono para el 2050 por parte de las Naciones Unidas, debido a la serie de impactos ambientales que genera este sector tanto en su etapa de construcción como de operación (GlobalABC, IEA y UNEP, 2019). Por ende, la construcción de edificaciones sostenibles es una demanda creciente a nivel global, impulsada por el crecimiento demográfico, principalmente en las economías emergentes, lo cual implica que el área de piso construido en todo el mundo se duplique para el año 2060 (IFC, 2019), generando que el sector mantenga su dinamismo en la economía, al incrementar sus tasas de participación año a año, a pesar de la crisis generada por la pandemia de la *covid-19* en el 2020 (UNEP, 2021).

Para el caso específico de América Latina y el Caribe (ALC), las construcciones de espacios habitacionales sostenibles y resilientes son una necesidad urgente en todos los países que integran dicha región, al considerarse que la mayoría de sus pobladores reside en ciudades y que un alto porcentaje de sus habitantes vive en condiciones de pobreza, hecho que hace muy susceptible a esta región al cambio climático (GlobalABC, IEA y UNEP, 2020a). En consecuencia, todos los países de ALC incluido Colombia deberían propender porque en los años venideros todas sus edificaciones sean construidas bajo las perspectivas de la sostenibilidad.

---

De conformidad con lo anterior, el sector de la construcción en el país debe transformarse inmediatamente hacia la sostenibilidad, como único mecanismo para integrar los beneficios económicos de este sector al PIB nacional, con las soluciones que permitan superar los problemas sociales de vivienda digna en el país, mitigando al mismo tiempo los impactos ambientales de la actividad edificatoria. Esto de acuerdo con lo propuesto en el CONPES 3919 acerca de que todas las edificaciones nuevas deben ser construidas de manera sostenible para el 2030, lo cual permitirá hacer frente al aumento acelerado de la población en las grandes urbes, contribuyendo positivamente a la planeación urbana y a un adecuado desarrollo territorial en Colombia.

Por otra parte, la obligación apremiante de un equilibrio entre los aspectos económicos, sociales y ambientales desde diferentes campos para contrarrestar el cambio climático ha impulsado la consolidación en los años recientes de una nueva escuela de gestión de proyectos (Silvius, 2017), en donde los contenidos, la comunidad y el impacto se caracterizan por brindar una visión común y las pistas para la gestión de proyectos en diferentes áreas bajo los criterios del TBL de la sostenibilidad. No obstante, el mayor fomento a esta nascente escuela se ha dado en países desarrollados, supeditando a las economías emergentes a seguir lineamientos y directrices en términos de gestión de la sostenibilidad que no atienden directamente a las necesidades económicas, políticas y sociales propias de los contextos en desarrollo (Banihashemi *et al.*, 2017 y Shen *et al.*, 2018). Por ello, y considerando los impactos económicos, sociales y ambientales de la industria de la construcción especialmente en países en desarrollo, la Gestión de Proyectos Sostenibles de Construcción (GPSC) se convierte en un campo de investigación apremiante en economías emergentes (Banihashemi *et al.*, 2017).

Por consiguiente, el presente trabajo final de maestría se orientó hacia la GPSC desde un punto de vista estratégico al determinar los Factores Críticos de Éxito (FCE), como un método apropiado para lograr incorporar de manera exitosa las perspectivas o el TBL de la sostenibilidad a los proyectos edificatorios, independientemente de la metodología de gestión de proyectos adaptada por la organización. Sobre el tema de FCE para la GPSC se han realizado diversas investigaciones en países como Irán, Singapur, Tailandia, China, entre otros países principalmente de la región Asia-Pacífico. Estos estudios constituyeron la



---

base de esta investigación, la cual es la primera en su tipo para el contexto colombiano. Igualmente, en este estudio se reconoce que la CS es un tema resiente y novedoso en los países con economías emergentes como es el caso de Colombia. Bajo este argumento se estableció que la CS es una oportunidad de innovación hacia el TBL y con potencial de generar valor en todas las etapas del proyecto (Boons y Lüdeke-Freund, 2013 y Gan *et al.*, 2015).

En relación con lo expuesto previamente, el objetivo general de este trabajo final de maestría fue la **determinación de los Factores Críticos de Éxito (FCE) para la integración de la sostenibilidad como una innovación en la gestión de proyectos de construcción de edificaciones en Colombia**. Para lograr este objetivo se llevó a cabo un procedimiento que incluyó el uso de un modelo de implementación de innovaciones en proyectos de construcción planteado por Slaughter (2000) e intervenido por Banihashemi *et al.* (2017) y Hosseini *et al.* (2018), que permitiera vincular los FCE esenciales para la GPSC tanto en proyectos edificatorios como de infraestructura.

La inclusión del modelo de Slaughter (2000) fue favorable debido a que este puede ser empleado indistintamente de las metodologías de gestión de proyectos instauradas por las organizaciones que efectúan proyectos sostenibles de construcción en el país, además de posibilitar la asociación de los FCE más críticos dentro de los críticos a cada una de sus etapas (identificación, evaluación, compromiso, preparación con respecto a la organización y del proyecto e identificación), así como el abordaje de la CS como una innovación. De la misma forma que la determinación de los FCE para la GPSC en Colombia es un estudio pionero en el país, el uso del modelo de Slaughter (2000) para implementación de innovaciones en proyectos edificatorios también es vanguardista en este campo de estudio.

Respecto al diseño metodológico ejecutado para alcanzar los objetivos propuestos para la presente investigación, se concluye que este fue innovador, riguroso y adecuado, debido a que partió del Pragmatismo como posicionamiento epistemológico e involucró un diseño exploratorio secuencial mixto constituido por tres fases sin precedentes en publicaciones anteriores relacionadas con la industria de la construcción en el país. Por ello la combinación minuciosa de métodos cualitativos y cuantitativos se estableció como un procedimiento idóneo que permitió determinar los FCE para la incorporación de la sostenibilidad como una

innovación en gestión de proyectos de construcción de edificaciones en el país, lo cual correspondía al objetivo general referido con antelación.

En este mismo sentido, y con el desarrollo de las tres etapas en cascada del diseño exploratorio secuencial mixto, se concretaron los tres objetivos específicos establecidos para este estudio, tal como se describe a continuación:

- 1. Identificar los Factores Críticos de Éxito (FCE) necesarios para la integración de la sostenibilidad dentro de las prácticas de gestión en proyectos de construcción de edificaciones.** Para alcanzar este objetivo en la primera etapa de la metodología se efectuó una exhaustiva Revisión Sistemática de Literatura (RSL), mediante la cual se obtuvo como resultado la identificación de una lista inicial de 71 FCE potenciales para la GPSC en países con contextos análogos a la industria de la construcción en Colombia.

En síntesis, los FCE potenciales con el mayor número de menciones en las publicaciones abordadas en profundidad correspondieron al uso de tecnologías de construcción y metodologías para la ejecución de proyectos modernas y actualizadas, así como la promulgación de políticas para establecer los principios de la sostenibilidad por parte de profesionales y agentes del gobierno y el dominio de relaciones fructíferas entre los *stakeholders*; también la disponibilidad de los recursos, el apoyo de la alta gerencia, la aplicación de un régimen de planeación efectiva, el soporte y la cooperación por parte del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP) en la entrega de proyectos sostenible, y la formación y capacitación en sostenibilidad tanto al EGP y subcontratistas fueron los FCE más citados por los diferentes investigadores para la GPSC en países en desarrollo.

- 2. Describir los Factores Críticos de Éxito (FCE) que afectan la integración de la sostenibilidad como una innovación en la gestión de proyectos de construcción de edificaciones en el contexto Colombiano.** Este objetivo se cumplió a través de la culminación de la segunda etapa del diseño metodológico. En esta el listado inicial de FCE potenciales se clasificaron en el modelo de Slaughter (2000) al reconocer que la sostenibilidad es un tema reciente en el país y por ello puede ser abordado como una innovación; luego, con el apoyo de 18 expertos, se validaron los FCE potenciales

aplicables para el contexto Colombiano. A partir de los resultados obtenidos de la segunda etapa se describieron 45 FCE para la GPSC en el país vinculados a cada una de las fases del modelo de Slaughter (2000).

Para concluir acerca de los resultados obtenidos en la segunda etapa de la metodología, a continuación se mencionan los FCE que tuvieron los más altos coeficientes de validez de contenido, es decir la mayor concordancia entre los expertos. Estos FCE están clasificados de acuerdo con las etapas del modelo de Slaughter (2000). Al mismo tiempo, se especifican los FCE que fueron sugeridos como nuevos o propios para el contexto colombiano:

- **Etapa de Identificación:** en esta etapa los FCE con mayores coeficientes de validez de contenido estuvieron orientados a la aplicación de un esquema de planeación efectiva enfocada en sostenibilidad y al diseño integrativo, y también, a los objetivos y prioridades en materia de sostenibilidad, claramente definidos por parte de todos los actores interesados; al mismo tiempo los especialistas consultados sugirieron la identificación de condiciones políticas y económicas locales como POT, disponibilidad de servicios públicos, incentivos, planes de regulación, entre otros, y la gestión del conocimiento de experiencias previas en el desarrollo de proyectos sostenibles, como FCE a tener en cuenta para la GPSC en el país.
- **Etapa de Evaluación:** los FCE con índices más altos de concordancia asociados a esta etapa estuvieron enfocados al conocimiento y consciencia en la entrega de proyectos sostenibles de construcción por parte del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP) y a la aplicación de un proceso efectivo de toma de decisiones por el EGP. En esta etapa se incluyó el FCE relacionado con disponibilidad de un presupuesto adecuado para la implementación de la sostenibilidad en un proyecto de construcción en Colombia.
- **Etapa de Compromiso:** en esta etapa los FCE con más altos coeficientes de validez estuvieron dirigidos al fuerte compromiso por parte de los interesados desde el inicio hasta la entrega del proyecto sostenible, a la disponibilidad y asignación de recursos necesarios para la consecución del proyecto, así como al uso efectivo de los mismos de acuerdo con la planeación inicial. Asimismo, los expertos resaltaron la

importancia del apoyo y la cooperación del EGP en la entrega de proyectos sostenibles de construcción en el país.

- **Etapa de Preparación en la Organización:** los FCE de esta etapa con un mayor grado de acuerdo entre los expertos estuvieron centrados en que la documentación contractual involucrara especificaciones claras sobre los requerimientos y compromisos en materia de sostenibilidad, junto con el establecimiento de un proceso de compras transparente y competitivo fundamentado en criterios de sostenibilidad, y la existencia de un mecanismo de asignación de roles y responsabilidades respecto a la ejecución de proyectos sostenibles en la organización.
  - **Etapa de Preparación en el Proyecto:** los FCE que tuvieron los coeficientes de validez más altos en esta etapa correspondieron al despliegue realista y actualizado de costos y estimados por parte del EGP, así como al control efectivo del alcance, el tiempo y el costo de proyecto, juntamente con la aplicación de una metodología efectiva de monitoreo y retroalimentación del proyecto edificatorio sostenibles.
  - **Etapa de Implementación:** en esta última etapa los FCE con mayor consenso entre los expertos se enfocaron en la gestión de impactos ambientales por parte del EGP y la implementación de un sistema de gestión de RCD (Reciclaje de los Residuos de Construcción y Demolición); también en esta etapa se introdujo un nuevo FCE referente con mecanismos de validación y control de los entregables del proyecto en términos de sostenibilidad para proyectos de construcción efectos bajo los parámetros del TBL en el país.
- 3. Definir los Factores Críticos de Éxito (FCE) más importantes para el desarrollo de mejores prácticas de gestión de proyectos de construcción de edificaciones sostenibles en Colombia.** La consecución de este objetivo se logró a través de un procedimiento cuantitativo tomando como base los FCE validados y adaptados para el contexto colombiano en la segunda etapa, los cuales fueron calificados por medio de una escala Likert por 124 profesionales con experiencia en GPSC en el país. De los datos obtenidos, y a partir de la Modelización de Ecuaciones Estructurales (SEM por sus siglas en inglés), específicamente usando la técnica no paramétrica PLS-SEM, se

definieron que 18 FCE eran los más críticos dentro de los críticos para la GPSC en Colombia, es decir 3 FCE por cada una de las etapas del modelo de Slaughter (2000). En suma, los FCE que expusieron las valoraciones más altas, es decir los más importantes o críticos dentro de los críticos para la incorporación de la sostenibilidad en gestión de proyectos de construcción de edificaciones para diferentes usos en el país de acuerdo con cada una de las etapas del modelo de Slaughter (2000), se definen a continuación:

***FCE más Importantes en la Etapa de Identificación***

1. Cumplimiento de las reglas anticorrupción y de las regulaciones en el proceso de toma de decisiones.
2. Identificación de condiciones políticas y económicas locales tales como: Plan de Ordenamiento Territorial (POT), disponibilidad de servicios públicos, subsidio de vivienda, planes de regulación, entre otros.
3. Gestión del conocimiento y aprendizaje de experiencias previas en el desarrollo de proyectos sostenibles.

***FCE más Importantes en la Etapa de Evaluación***

1. Conocimiento y consciencia de la entrega de un proyecto sostenible en el Equipo de Gestión de Proyecto (EGP).
2. Aplicación de un proceso efectivo de toma de decisiones por parte del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP).
3. Disponibilidad y costo de materiales reciclados o sostenibles y de tecnologías amigables con el medio ambiente

***FCE más Importantes en la Etapa de Compromiso***

1. Énfasis en el desarrollo de un trabajo de alta calidad que cumpla con los requerimientos del proyecto.
2. Disponibilidad y asignación de recursos (fondos, maquinaria, materiales, entre otros).

3. Compromiso de los patrocinadores con los objetivos de sostenibilidad del proyecto.

#### ***FCE más Importantes en la Etapa de Preparación en la Organización***

1. Investigación clara y completa de las condiciones y actores del proyecto antes de la celebración del proceso contractual.
2. Proceso de compras transparente y competitivo fundamentado en criterios de sostenibilidad.
3. Aplicación de protocolos efectivos de salud y seguridad en el trabajo por parte del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP).

#### ***FCE más Importantes en la Etapa de Preparación en el Proyecto***

1. Equipo de Gestión de Proyecto (EGP) competente en sostenibilidad y multidisciplinario.
2. Aplicación de una metodología efectiva de monitoreo y realimentación del proyecto.
3. Implementación de protocolos efectivos de comunicación en todos los niveles de toma de decisiones del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP).

#### ***FCE más Importantes en la Etapa de Implementación***

1. Metodología efectiva para la resolución de problemas y realimentación.
2. Gestión de impactos ambientales por parte del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP).
3. Implementación de un sistema de gestión de RCD (Reciclaje de los Residuos de Construcción y Demolición).

Los FCE enunciados previamente constituyen un referente estratégico para que los gestores de proyectos sostenibles de construcción en el país los consideren y prioricen en los procesos de gestión de este tipo de proyectos, independientemente de la metodología de gestión de proyectos adaptada por cada una de las organizaciones del sector de la construcción en Colombia, puesto que los FCE determinados en esta

investigación abordan aspectos desde diferentes áreas de la administración y particulares del entorno, lo que hace a estos factores claves y decisivos para mejorar las prácticas en la GPSC y propender por el éxito de proyectos de construcción sostenible en el contexto colombiano.

Adicionalmente, en la tercera fase del diseño metodológico se comprobó que el modelo de Slaughter (2000) es altamente predictivo al verificarse que se cumplieron todas las hipótesis implícitas a este modelo, a excepción de una; en otras palabras, se comprobó que los FCE hallados en esta investigación y vinculados a cada una de las etapas de modelo de Slaughter (2000) fueron acertados para explicar el modelo y asegurar su convergencia, por lo que los FCE determinados para la etapa de identificación influyen en la etapa de evaluación, y a su vez los FCE enlazados a esta fase repercuten en la etapa de compromiso, cuyos FCE tienen impacto en las etapas de preparación tanto a nivel de la organización como del proyecto. En cuanto a la etapa final referente a la implementación, los FCE hallados para la etapa de preparación en el proyecto inciden significativamente sobre la implementación en comparación a los FCE asociados con la etapa de preparación en la organización, los cuales presentaron un aporte valioso para la etapa en sí misma, pero su repercusión sobre la etapa de implementación es baja, lo cual pone de manifiesto la necesidad de analizar otros FCE para la etapa de preparación en la organización para la GPSC de edificaciones en Colombia.

## **6.2. Aportes**

Este trabajo de investigación de maestría constituye un documento base para la incorporación de la sostenibilidad en la gestión de proyectos de construcción de edificaciones en Colombia, desde un marco estratégico, al proporcionar una lista de los FCE más críticos dentro de los críticos como referente para la GPSC en el país, reconociendo que los proyectos sostenibles de construcción difieren significativamente de los proyectos tradicionales y que por ende se debe desarrollar literatura que aborde específicamente la sostenibilidad y sus implicaciones en el campo de la gestión de proyectos de construcción en el entorno colombiano. Por lo tanto, este estudio es un referente académico inicial para

---

comprender los FCE generales que los gestores de proyectos sostenibles deberían tener en consideración para mejorar sus prácticas en la GPSC en el país.

De acuerdo con lo anterior, esta investigación puede ser utilizada para el desarrollo de futuros estudios enfocados en los FCE más importantes en aplicaciones específicas de proyectos de construcción sostenible como la gestión de Vivienda Social Sostenible (SSH por sus siglas en inglés), la consecución de proyectos sostenibles integrados por edificaciones para diferentes usos en un solo lugar (HOPSCA por sus siglas en inglés) y la determinación de los FCE relacionados específicamente a la gestión de certificaciones de construcción sostenible particulares como LEED®, CASA Colombia, EGDE, entre otras, así como la determinación de los FCE para que pequeños y medianos contratistas lleven a cabo proyectos de construcción de edificaciones ecológicas o sostenibles en el país, entre otras aplicaciones derivadas del área de GPSC que involucren aspectos estratégicos que sean efectuadas tanto para Colombia como para otros entornos en desarrollo, especialmente en América Latina y el Caribe (ALC).

Por otra parte, el diseño metodológico implementado en esta investigación para la determinación de los FCE que deberían tenerse en cuenta en la GPSC en Colombia se caracteriza por ser novedoso y riguroso para el ámbito de estudio, dado que comprendió un diseño secuencial exploratorio de tipo mixto integrado por tres fases, de las cuales la primera correspondió a la síntesis inicial de los FCE potenciales mediante un metaanálisis de la literatura existente en una ventana de 10 años (2010 – 2020); posteriormente en la segunda etapa los FCE iniciales fueron preclasificados en un modelo de implementación de innovaciones en proyectos de construcción (modelo de Slaughter, 2000) y validados para el contexto colombiano por parte de un grupo de expertos. En cuanto a la tercera fase, los FCE obtenidos de la segunda etapa fueron calificados a través de una escala Likert por profesionales con experiencia en gestión de proyectos de construcción certificados sosteniblemente y en proceso de certificación en Colombia. Los datos obtenidos de este procedimiento se analizaron estadísticamente mediante un método no paramétrico seleccionado cuidadosamente (SEM-PLS), al comprender que cada FCE captaba un aspecto específico del dominio de cada una de las etapas del modelo de Slaughter (2000), es decir



---

que en el presente estudio se evaluaron modelos de medida formativos que son poco comunes en estudios de gestión.

Al verificar los aspectos del diseño metodológico abordados para el desarrollo del presente trabajo final de maestría, se debe resaltar que la integración de la sostenibilidad en la gestión de proyectos de construcción haciendo uso del modelo de Slaughter (2000) para la implementación de innovaciones no tiene precedentes en el campo de la investigación en gestión de proyectos en Colombia. Asimismo, la implementación del modelo de Slaughter (2000) se efectuó teniendo en cuenta que la sostenibilidad en la industria de la construcción es un tema reciente en muchos países con economías emergentes como es el caso de Colombia, y que por ende la CS fue percibida como un tema innovador en este estudio y en otros de GPSC aplicados a países en desarrollo como los de Boons y Lüdeke-Freund (2013), Gan *et al.* (2015) y Banihashemi *et al.* (2017).

A lo referido previamente se suma que la modelización de los datos de las calificaciones dadas a los FCE por parte de los gestores de proyectos con experiencia en GPSC en el país mediante la técnica PLS-SEM partió del reconocimiento de que cada FCE evaluado abordaba asuntos o perspectivas diferentes, razón por la que se definió que estos eran de tipo formativo como se había señalado más arriba, es decir que los FCE causaban cada una de las etapas de modelo de Slaughter (2000). Este hecho hizo que los FCE medidos no fueran intercambiables obligando prácticamente a que el modelo de Slaughter (2000) convergiera incluyendo todos los FCE evaluados por los actores referidos de la población objeto de estudio (45 FCE), lo que implicó una alta rigurosidad tanto en los procedimientos de tipo cualitativo como cuantitativo llevados a cabo en el presente estudio.

Por lo demás, y como se había mencionado con antelación, la lista de FCE determinados como los más importantes para la GPSC en el país en esta investigación proporciona un marco estratégico que permitirá reducir las disparidades gerenciales para la integración de la sostenibilidad en proyectos de construcción de espacios habitacionales en Colombia, atendiendo a las situaciones políticas, sociales, económicas y ambientales propias del contexto colombiano. Igualmente, los FCE hallados mediante este estudio permitirán a los gerentes reconocer los aspectos en los que debe efectuar intervenciones y las actuaciones claves en cada una de las etapas del proyecto para asegurar la entrega de edificaciones

altamente sostenibles (Banihashemi *et al.*, (2017); Kiani Mavi y Standing, 2018 y Sfakianaki, 2019). Análogamente, el compendio de los FCE más sobresalientes para la GPSC en Colombia contribuirá a que los gerentes mejoren significativamente el éxito de los proyectos sostenibles de construcción al centrarse en los aspectos más decisivos, en lugar de enfocar el mismo esfuerzo en todos los factores de un proyecto. Esto también le permitirá a los gerentes maniobrar los impactos que puedan estar asociados a los FCE para mitigarlos y de esta manera asegurar un desempeño adecuado del proyecto (Kiani Mavi y Standing, 2018 y Ahmad, Aibinu y Stephan, 2019).

Finalmente, los hallazgos en términos de FCE de esta investigación tendrán un impacto significativo en la gestión de proyectos de construcción de edificaciones sostenibles en el país, lo que permitirá contribuir positivamente a un mejor desempeño del sector de construcción de edificaciones en términos de sostenibilidad, así como en su productividad. Igualmente, y como se había referido previamente, esta investigación servirá como base de futuras investigaciones sobre gestión de la sostenibilidad tanto en el sector de la construcción como en otros sectores claves de la economía del país en donde los FCE en gestión de proyectos sean altamente relevantes para el establecimiento de un plan estratégico enfocado en el cumplimiento de los objetivos del proyecto enmarcados en las perspectivas de la sostenibilidad.

### **6.3. Líneas futuras de investigación**

Tomando en consideración el diseño metodológico abordado, los resultados y los retos identificados para lograr una transición adecuada de las organizaciones del sector de la construcción de tal manera que gestionen los proyectos edificatorios bajo los parámetros del TBL de la sostenibilidad siguiendo la apuesta que tiene el país en que todas las nuevas edificaciones sean sostenibles para el 2030 (DNP, 2018), a continuación se sugieren algunas líneas para futuras investigaciones:

- La determinación de FCE más específicos para la integración de la sostenibilidad según el tipo y uso de los proyectos edificatorios (residencial, oficinas, complejos industriales entre otros). En este punto es imperativo insistir en la necesidad urgente de investigar sobre los FCE relacionados específicamente con la gestión de Vivienda

---

Social Sostenible (SSH por sus siglas en inglés) o Vivienda de Interés Social (VIS), dado que bajo este tipo de viviendas puede solventarse en cierta medida los problemas relacionados con el déficit y la precariedad habitacional en el país, por lo que la pregunta de investigación propuesta corresponde a: ¿cuáles son los Factores Críticos de Éxito (FCE) para la integración de la sostenibilidad en la gestión de proyectos de construcción de Vivienda de Interés Social (VIS) como una innovación en Colombia?

- La comprensión de la difusión de los proyectos de construcción sostenible de edificaciones en Colombia, dado que es un tema reciente y novedoso en el país, pero que se ha consolidado en una tendencia creciente y esencial para contrarrestar el cambio climático y superar los problemas para el acceso a vivienda digna en el país. Por consiguiente, y atendiendo a que la sostenibilidad es vista como una innovación en países en desarrollo, se plantea el desarrollo de una investigación que atienda a la siguiente pregunta de investigación: ¿cómo se ha difundido la gestión de proyectos sostenibles de construcción de edificaciones en Colombia, desde el 2008 al 2021?
- La integración de metodologías de gestión de proyectos enfocadas en la incorporación de la sostenibilidad en los proyectos edificatorios por parte de las organizaciones del sector de la construcción en el país, como estrategia no solo para la consecución exitosa de proyectos planteados bajo el TBL de la sostenibilidad, sino como una cualidad que deberían tener las empresas del sector para ser sostenibles en el futuro para atender adecuadamente a las demandas, cambios y tendencias del sector. Por ende, la pregunta planteada para futuros estudios en esta línea de investigación sería: ¿cómo adaptar metodologías de gestión de proyectos sostenibles en las organizaciones del sector de la construcción en Colombia?
- El reconocimiento de las barreras y retos que se deben enfrentarse en el país para integrar la sostenibilidad en proyectos edificatorios, al tomar en cuenta que en Colombia hay una serie de desafíos a sortear como la alta tasa de informalidad en la construcción de viviendas y en la fuerza laboral, así como los altos porcentajes de la población que habitan en zonas de alto riesgo y en hogares con déficit habitacional, así como las elevadas cifras de familias que viven en arrendamiento o con permiso

---

de sus propietarios; esto como mecanismo para la formulación de políticas públicas efectivas que busquen mitigar y superar las problemáticas citadas a corto y mediano plazo, integrando a todos los actores del sector de la construcción en el país. En consecuencia, la pregunta para ser abordada por otros investigadores sería: ¿cuáles son las barreras que deben superarse para una completa y efectiva transición a la gestión de proyectos sostenibles de construcción de edificaciones en Colombia?

- La identificación de los factores que influyen a los diferentes *stakeholders* para la incorporación de la sostenibilidad en proyectos de construcción de edificaciones en Colombia. En esta línea de investigación es esencial que se realice una investigación que busque evaluar los factores que influyen a los clientes y usuarios finales para la adquisición y uso de un espacio habitacional sostenible en el país, por lo cual la pregunta abierta para futuras investigaciones es: ¿cuáles son los factores que podrían incidir en la intención de compra de espacios habitacionales sostenibles por parte de los clientes o usuarios finales en Colombia?
- En última instancia, y aunque se trate de otro campo de aplicación, se propone el desarrollo de un estudio análogo al efectuado en esta investigación para la integración de la sostenibilidad en proyectos de infraestructura en el país, teniendo en cuenta que no hay un estudio semejante al actual en esta área en Colombia. Por lo que la pregunta de investigación para ser abordada por futuros investigadores es: ¿cuáles son los Factores Críticos de Éxito (FCE) para la integración de la sostenibilidad en la gestión de proyectos de infraestructura como una innovación en Colombia?

## Referencias Bibliográficas

- Aarseth, W., Ahola, T., Aaltonen, K., Økland, A., & Andersen, B. (2017). Project sustainability strategies: A systematic literature review. *International Journal of Project Management*, 35(6), 1071-1083. doi:10.1016/j.ijproman.2016.11.006.
- Adabre, M. and Chan, A. (2019). Critical success factors (CSFs) for sustainable affordable housing. *Building and Environment*, 156, pp.203-214. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.119995>
- Agyekum, K., Adinyira, E. and Ampratwum, G. (2020). Factors driving the adoption of green certification of buildings in Ghana, *Smart and Sustainable Built. Journal of Engineering Design and Technology*, 17(6), 65-76. <https://doi.org/10.1108/SASBE-02-2019-0017>
- Ahmad, T., Aibinu, A. and Stephan, A. (2019). Managing green building development – A review of current state of research and future directions. *Building and Environment*, 155, 83-104. doi: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.03.034>
- Alavedra, P., Domínguez, J., Gonzalo, E., & Serra, J. (1997). La construcción sostenible: el estado de la cuestión. *Informes De La Construcción*, 49(451), 41–47. <https://doi.org/10.3989/ic.1997.v49.i451.936>
- Anand, C. K., & Amor, B. (2017). Recent developments, future challenges and new research directions in LCA of buildings: A critical review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 67, 408-416. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.058>
- Armenia, S., Dangelico, R. M., Nonino, F., & Pompei, A. (2019). Sustainable project management: A conceptualization-oriented review and a framework proposal for future studies. *Sustainability*, 11(9), 2664. <https://doi.org/10.3390/su11092664>
- Arts, J., & Faith-Ell, C. (2012). New governance approaches for sustainable project delivery. *Procedia-social and behavioral sciences*, 48, 3239-3250. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042812030339>
- Ayre, C., & Scally, A. J. (2014). Critical values for Lawshe's content validity ratio: revisiting the original methods of calculation. *Measurement and evaluation in counseling and*

- development*, 47(1), 79-86.  
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1177/0748175613513808?journalCode=uecd20>
- Banihashemi, S., Hosseini, M. R., Golizadeh, H., & Sankaran, S. (2017). Critical success factors (CSFs) for integration of sustainability into construction project management practices in developing countries. *International Journal of Project Management*, 35(6), 1103-1119.  
<https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2017.01.014>
- Bakar, N., Ismail, S., Che Amat, R., & Durdyev, S. (2018). Sustainable Construction in Malaysian Mixed Development Projects: The Barriers and Critical Success Factors. *The Journal of Social Sciences Research*, (SPI6), 885-892. doi: 10.32861/jssr.spi6.885.892.
- Bazeley, P. (2013). A Highly Accessible Text: A Review of Pat Bazeley's Qualitative Data Analysis: Practical Strategies. *The Qualitative Report*, 18(17), 1-2.  
<https://acortar.link/5fLxTT>
- Berg, B. L., Lune, H., & Lune, H. (2012). Qualitative research methods for the social sciences (Vol. 8). Boston, MA: Pearson. <http://yongqingtech.com/d/files/79822371986.pdf>
- Bonet-Morón, J. A., Pérez-Valbuena, G. J. & Chiriví-Bonilla, E. J. (2016). Informalidad laboral y en la vivienda: primeros indicios para las principales ciudades colombianas. *Documentos de Trabajo Sobre Economía Regional y Urbana*, 1(241).  
<https://camacol.co/sites/default/files/documentos/Informalidad%20Laboral%20y%20en%20la%20Vivienda.pdf>
- Boons, F., & Lüdeke-Freund, F. (2013). Business models for sustainable innovation: State-of-the-art and steps towards a research agenda. *Journal of Cleaner Production*, 45, 9-19.  
 doi:10.1016/j.jclepro.2012.07.007
- Braungart, M., & McDonough, W. (2002). Cradle to cradle: remaking the way we make things: North Point Press, New York, NY.
- Brent, A. C., & Petrick, W. (2007). Environmental impact assessment during project execution phases: towards a stage-gate project management model for the raw materials processing industry of the energy sector. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 25(2), 111-122.

<https://www.tandfonline.com/doi/ref/10.3152/146155107X205832?scroll=top>

- Brewer, K. R. W., & Hanif, M. (2013). *Sampling With Unequal Probabilities*: Springer New York.
- Brones, F., de Carvalho, M. M., & de Senzi Zancul, E. (2014). Ecodesign in project management: a missing link for the integration of sustainability in product development?. *Journal of Cleaner Production In Press* (Accepted Manuscript), 80, 1-36. DOI: 10.1016/j.jclepro.2014.05.088
- Brones, F., & de Carvalho, M. (2015). From 50 to 1: Integrating literature toward a systemic ecodesign model. *Journal of Cleaner Production*, 96, 44-47. doi:10.1016/j.jclepro.2014.07.036
- Brown, T. A. (2015). *Confirmatory factor analysis for applied research*. Guilford publications.
- Brundtland, G. (1987). *Our common future: Report of the 1987 World Commission on Environment and Development*. United Nations, Oslo, 1, 59.
- Bullen, C. V., & Rockart, J. F. (1981). *A primer on critical success factors*.
- Buckley, M.; Zendel, A.; Biggar, J.; Frederiksen, L. & Wells, J. (2016). *Migrant Work & Employment in the Construction Sector*. *International Labour Office: Geneva*.
- [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_protect/---protrav/---migrant/documents/publication/wcms\\_538487.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---migrant/documents/publication/wcms_538487.pdf)
- CCCS. (2021). *Estado de la Construcción Sostenible en Colombia 2021*. Bogotá: CCCS. <https://acortar.link/E8EFfL>
- Camacol. (22 de Junio de 2021). *Colombia construcción en cifras*. Bogotá: Cámara Colombiana de la Construcción. Cámara Colombiana de la Construcción. <https://camacol.co/documentos/construccion-en-cifras>
- Camacol. (2018). *Informe de Productividad Sector Construcción de Edificaciones*. Cámara Colombiana de la Construcción. <https://acortar.link/yRg9GT>
- Camacol & SENA. (2015). *Proyecto de investigación del sector de la construcción de edificaciones en Colombia*. Cámara Colombiana de la Construcción. Camacol & SENA.

---

<https://acortar.link/FT3CaS>

Castro Cely, Y. (2017). Guía para diagnosticar el estado de la gestión del conocimiento en empresas medianas de construcción de edificios residenciales en Bogotá.

<https://acortar.link/KXhhAb>

CCCS, Camacol, & IFC. (2020). Introducción a la Construcción Sostenible. CCCS y Camacol.

<https://acortar.link/ONpNHL>

Cole, G. A. (2004). *Management theory and practice: Cengage Learning EMEA*.

Congreso de la República de Colombia. Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. (2000). Ley 629 de 2000.

<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=21971>

Congreso de la República de Colombia. Ley 388 de 1997. Diario Oficial No. 43.091, de 24 de julio de 1997. <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=339>

Congreso de la República de Colombia. (1994). Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático. Ley 164 de 1994.

<http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=21970>

Congreso de la República de Colombia (1993). Ley 99 de 1993. Ley General Ambiental de Colombia. <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=297>

Congreso de la República de Colombia. (1973). Ley 23 de 1973.

[http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/leyes/2a-ley\\_0023\\_1973.pdf](http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/leyes/2a-ley_0023_1973.pdf)

Cooper, T. (2000). Product Development Implications of Sustainable Consumption. *The Design Journal*, 3(2), 46–57. <https://doi.org/10.2752/146069200789390150>

Craven, M., Liu, L., Mysore, M., & Wilson, M. (2020). covid-19: Implications for business. McKinsey & Company, 1-8. <https://www.mckinsey.com/business-functions/risk-and-resilience/our-insights/covid-19-implications-for-business>

Crawford, L., & Pollack, J. (2004). Hard and soft projects: a framework for analysis. *International Journal of Project Management*, 22(8), 645-653. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2004.04.004>



- 
- Creswell, J. W., & Clark, V. L. P. (2007). Designing and conducting mixed methods research. *Sage publications*, 12(4), 808.  
<https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.1177/1094428108318066>
- Creswell, J., L Plano Clark, V., Gutmann, M., & E Hanson, W. (2003). Mixed methods research designs in counseling psychology. *Journal of Counseling Psychology*, 52(2), 224–235.  
<https://doi.org/10.1037/0022-0167.52.2.224>
- Chan, A. P. C., Darko, A., Olanipekun, A. O., & Ameyaw, E. E. (2018). Critical barriers to green building technologies adoption in developing countries: The case of Ghana. *Journal of Cleaner Production*, 172, 1067-1079. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.235>
- Chang, R. D., Soebarto, V., Zhao, Z. Y., & Zillante, G. (2016). Facilitating the transition to sustainable construction: China's policies. *Journal of Cleaner Production*, 131, 534-544. doi:10.1016/j.jclepro.2016.04.147
- Cherryholmes, C. H. (1992, August–September). Notes on pragmatism and scientific realism. *Educational Researcher*, 14, 13–17.  
<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.3102/0013189X021006013?journal>
- Chicaíza Becerra, L. A., Riaño Casallas, M. I., Rojas Berrio, S. P., & Garzón Santos, C. (2017). Revisión Sistemática De La Literatura En Administración. *Documentos Escuela de Administración y Contaduría Pública*, 29,1- 18.  
<http://www.fce.unal.edu.co/media/files/CentroEditorial/documentos/documentosEACP/documentos-EACP-29.pdf>
- DANE (2021). Déficit Habitacional - Boletín Técnico. Departamento Nacional de Estadística.  
<https://acortar.link/SHplbe>
- DANE (2019a). Indicadores Económicos Alrededor de la Construcción -IEAC Primer trimestre de 2018. Departamento Nacional de Estadística.  
<https://www.banrep.gov.co/sites/default/files/paginas/bie.pdf>
- DANE (2019b). Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ECV). Bogotá D.C.: Departamento Nacional de Estadística. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/pobreza-y-condiciones-de-vida/calidad-de-vida-ecv>

- Darko, A., & Chan, A. P. (2017). Review of barriers to green building adoption. *Sustainable Development*, 25(3), 167-179. doi: <https://doi.org/10.1002/sd.1651>
- De Carvalho, M., & Rabechini, R. J. (2015). *Fundamentos em Gestão de Projetos: Construindo Competências para Gerenciar Projetos* (4 ed.): Editora Atlas (Grupo GEN).
- De Carvalho, M. M., & Rabechini, R. (2017). Can project sustainability management impact project success? An empirical study applying a contingent approach. *International Journal of Project Management*, 35(6), 1120-1132.
- Deland, D. (2009). Sustainability through project management and net impact. Paper presented at the PMI Global Congress 2009, North America, Orlando, FL. *Newtown Square, PA*. <https://acortar.link/sF7Gky>
- Dickie, I. and Howard, N. (2000), “Assessing environmental impacts of construction, industry consensus, BREEAM and UK Ecopoints”, Building Research Establishment, Garston and Watford. *Creative education*, 3(7b).  
[https://www.scirp.org/\(S\(351jmbntvnsjt1aadkposzje\)\)/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=676715](https://www.scirp.org/(S(351jmbntvnsjt1aadkposzje))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=676715)
- DNP & Tecnalia (2017). *Estúdio en la intensidad de utilización de materiales y economía circular en Colombia para la Misión de Crecimiento Verde*. DNP. <https://acortar.link/CS8KLI>
- DNP & BID. (2014). *Impactos Económicos del Cambio Climático en Colombia - Síntesis*. Departamento nacional de planeación. <https://acortar.link/dyr579>
- DNP (2012). Misión Sistema de Ciudades. *Una Política Nacional para el sistema de ciudades Colombiano con visión a largo plazo* (1 ed.). Departamento Nacional de Planeación. <https://acortar.link/6bNjWE>
- DNP (2018). A 2030 las edificaciones del país deben ser sostenibles. Departamento Nacional de Planeación. <https://acortar.link/YRj6XS>
- Dobrovolskienė, N., & Tamošiūnienė, R. (2016). Sustainability-oriented financial resource allocation in a project portfolio through multi-criteria decision-making. *Sustainability*, 8(5), 485. <https://www.mdpi.com/2071-1050/8/5/485>

- Documento CONPES 3919. (2018). Política Nacional de Edificaciones Sostenibles. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/3919.pdf>
- Dombkins, D. (2009). Redefining Our Profession Part 2: The History and Future of Project Management. *PM World Today*, XI(2), 1-21. [https://www.researchgate.net/publication/298341808\\_The\\_History\\_Of\\_Project\\_Management](https://www.researchgate.net/publication/298341808_The_History_Of_Project_Management)
- Donmoyer, R. (2008). *The Sage Encyclopedia of Qualitative Research Methods*. Sage Editorial.
- Dyllick, T., & Hockerts, K. (2002). Beyond the business case for corporate sustainability. *Business Strategy and the Environment*, 11(2), 130-141. doi:10.1002/bse.323
- Ebbesen, J. B., & Hope, A. (2013). Re-imagining the iron triangle: embedding sustainability into project constraints. *PM World Journal*, 2(III), 1-13.
- Edum-Fotwe, F. T., & Price, A. D. F. (2009). A social ontology for appraising sustainability of construction projects and developments. *International Journal of Project Management*, 27(4), 313-322. doi:10.1016/j.ijproman.2008.04.003
- Eid, M. (2009). Sustainable development & project management. *Lambert Academic Publishing*, 176.
- Elkhalifa, A. (2016). The magnitude of barriers facing the development of the construction and building materials industries in developing countries, with special reference to Sudan in Africa. *Habitat International*, 54, 189-198.
- Elkington, J. (1998). Partnerships from cannibals with forks: The triple bottom line of 21st-century business. *Environmental Quality Management*, 8(1), 37-51.
- El Tiempo (2019). Freno a construcción informal pide Camacol. <https://www.eltiempo.com/economia/sectores/freno-a-construccion-informal-pide-camacol-406600>
- Eskerod, P., & Huemann, M. (2013). Sustainable development and project stakeholder management: what standards say. *International Journal of Managing Projects in Business*, 6(1), 36-50. doi:10.1108/17538371311291017

- Fajardo Carvajal, M. (2016). *Modelo de integración diseño-planeación y construcción sostenible para proyectos inmobiliarios en Colombia* (Doctoral dissertation, Universidad EAFIT). <https://repository.eafit.edu.co/handle/10784/11559>
- Fernández-Sánchez, G., & Rodríguez-López, F. (2010). A methodology to identify sustainability indicators in construction project management - Application to infrastructure projects in Spain. *Ecological Indicators*, 10(6), 1193-1201. doi:10.1016/j.ecolind.2010.04.009
- Fortunato III, B. R., Hallowell, M. R., Behm, M., & Dewlaney, K. (2012). Identification of safety risks for high-performance sustainable construction projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 138(4), 499-508. [https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000446](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000446)
- Freeman, R. E., Harrison, J. S., Wicks, A. C., Parmar, B. L., & de Colle, S. (2010). Stakeholder Theory: The State of the Art. *Cambridge: Cambridge University Press. The Academy of Management Annals*, 3(1), 403-445. DOI:10.1080/19416520.2010.495581
- Gan, X., Zuo, J., Ye, K., Skitmore, M., & Xiong, B. (2015). Why sustainable construction? Why not? An owner's perspective. *Habitat International*, 47, 61-68. doi:<https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2015.01.005>
- Gareis, R. (2010). Changes of organizations by projects. *International Journal of Project Management*, 28(4), 314-327. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2010.01.002>
- Gareis, R., Huemann, M., Martinuzzi, A., Weninger, C., & Sedlacko, M. (2013). *Project Management and Sustainable Development Principles: Project Management Institute*.
- Garud, R., Tuertscher, P., & Van de Ven, A. H. (2013). Perspectives on innovation processes. *Academy of Management Annals*, 7(1), 775-819. doi:<https://doi.org/10.5465/19416520.2013.791066>
- Giraldo González, G. E.; Castañeda Mondragón, J. C.; Correa Basto, O. y Sánchez Ángel, J. C. (2018). Diagnóstico de prácticas de iniciación y planeación en gerencia de proyectos en pymes del sector de la construcción. *Revista EAN*, Edición especial, pp.55-83. DOI: <https://doi.org/10.21158/01208160.n0.2018.2018>

- 
- Given, L. M. (Ed.). (2008). *The Sage encyclopedia of qualitative research methods*. Sage publications. <https://edge.sagepub.com/system/files/Ch10CodesandCoding.pdf>
- Godfrey, P. C., Merrill, C. B., & Hansen, J. M. (2009). The relationship between corporate social responsibility and shareholder value: An empirical test of the risk management hypothesis. *Strategic Management Journal*, 30(4), 425-445. doi:10.1002/smj.750
- Global Construction Perspectives (GCP) & Oxford Economics. (2015). A global forecast for the construction industry to 2030. *Londres: Global Construction Perspectives and Oxford Economics*. <https://www.pwc.se/sv/entreprenad/assets/global-construction-2030.pdf>
- GlobalABC, IEA & UNEP. (2020). Regional Roadmap for Buildings and Construction in Latin America: Towards a zero-emission, efficient and resilient buildings and construction sector. *IEA*. [https://globalabc.org/sites/default/files/inline-files/2.%20GlobalABC\\_Regional\\_Roadmap\\_for\\_Buildings\\_and\\_Construction\\_in\\_Latin\\_America\\_2020-2050.pdf](https://globalabc.org/sites/default/files/inline-files/2.%20GlobalABC_Regional_Roadmap_for_Buildings_and_Construction_in_Latin_America_2020-2050.pdf)
- GlobalABC, IEA & UNEP. (2019). 2019 global status report for buildings and construction: Towards a zero-emission, efficient and resilient buildings and construction sector. *IEA*. <https://www.unep.org/resources/publication/2019-global-status-report-buildings-and-construction-sector>
- Hair Jr, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., & Sarstedt, M. (2021). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)*. Sage publications, 307. <https://acortar.link/Sthoi1>
- Hair Jr, J. F., Howard, M. C., & Nitzl, C. (2020). Assessing measurement model quality in PLS-SEM using confirmatory composite analysis. *Journal of Business Research*, 109, 101-110. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.11.069>
- Hair, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C. M., Sarstedt, M., Castillo Apraiz, J., Cepeda Carrión, G., & Roldán, J. L. (2019). Manual de partial least squares structural equation modeling (pls-sem). *OmniaScience Scholar*. Vol. 29 No. 3, pp. 398-406. <https://doi.org/10.1108/IntR-10-2018-0447>

- 
- Hair Jr, J. F., Hult, G. T. M., Ringle, C., & Sarstedt, M. (2016). *A primer on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM)* (2 ed.). Thousand Oaks: Sage Publications, 304. <https://acortar.link/Sthoi1>
- Hakiminejad, A., Fu, C., & Titkanlou, H. M. (2015). A critical review of sustainable built environment development in Iran. *Proceedings of the ICE-Engineering Sustainability*, 168(3), 105-119.
- Hernandez Sampieri Roberto. (2014). *Metodología de la investigación* (6 ed.). Mc Graw Hill Education. <https://doi.org/-> ISBN 978-92-75-32913-9
- Hill, R.C. and Bowen, P.A. (1997), Sustainable construction: principles and a framework for attainment, *Construction Management and Economics*, 15 (3), 223-239. <https://doi.org/10.1080/014461997372971>
- Ho, R. (2013). *Handbook of univariate and multivariate data analysis with IBM SPSS*: CRC Press (2 ed). <https://acortar.link/ORCOUB>
- Hofer, C. W., & Schendel, D. (1978). *Strategy formulation: Analytical concepts*. West Group.
- Hosseini, M. R., Banihashemi, S., Martek, I., Golizadeh, H., & Ghodoosi, F. (2018). Sustainable delivery of megaprojects in Iran: Integrated model of contextual factors. *Journal of Management in Engineering*, 34(2), 05017011.
- Huemann, M., & Silvius, G. (2017). Projects to create the future: Managing projects meets sustainable development. *International Journal of Project Management*, 35(6), 1066-1070. doi:10.1016/j.ijproman.2017.04.014
- Hurtado, J. G. O. (2015). La gerencia BIM como sistema de gestión para proyectos de construcción. *Gerencia Tecnológica Informática*, 14(38), 2. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5161779>
- Hurrell, A., & Kingsbury, B. (1992). *The International Politics of the Environment*. Oxford: Oxford University Press. <https://acortar.link/tYiiWN>
- Hsieh, H. F., & Shannon, S. E. (2005). Three approaches to qualitative content analysis. *Qualitative health research*, 15(9), 1277-1288. <https://doi.org/10.1177/1049732305276687>

- Hwang, B. G., & Tan, J. S. (2012). Green building project management: obstacles and solutions for sustainable development. *Sustainable development*, 20(5), 335-349. doi: <https://doi.org/10.1002/sd.492>.
- Hwang, B. G., & Ng, W. J. (2013). Project management knowledge and skills for green construction: Overcoming challenges. *International Journal of Project Management*, 31(2), 272-284. doi:10.1016/j.ijproman.2012.05.004
- ICONTEC. (2016). *Norma Técnica Colombiana (NTC) 6112*. Bogotá: Instituto Colombiano de Normas Técnicas.
- Ideam. (2015). *Estudio Nacional del Agua 2014*.  
[http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023080/ENA\\_2014.pdf](http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023080/ENA_2014.pdf)
- Ideam, PNUD, MADS, Cancillería, DNP, & FNAM. (2016). *Inventario nacional y departamental de Gases Efecto Invernadero–Colombia*. Tercera Comunicación Nacional de Cambio Climático. PuntoAparte.  
<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023634/INGEI.pdf>
- IDIGER. (2019). Caracterización General del Escenario de Riesgo por la Actividad de la Construcción. Instituto Distrital de Riesgos y cambio climatico.  
<https://www.idiger.gov.co/rconstrucciones>
- IEA. (2019). Perspectives for the Clean Energy Transition. The Critical Role of Buildings. IEA.  
<https://acortar.link/qYF5yY>
- IFC. (2019). Green Buildings a finance and policy blueprint for emerging countries. IFC.  
[https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/topics\\_ext\\_content/ifc\\_external\\_corporate\\_site/climate+business/resources/green+buildings+report](https://www.ifc.org/wps/wcm/connect/topics_ext_content/ifc_external_corporate_site/climate+business/resources/green+buildings+report)
- Ihuah, P. W., Kakulu, I. I., & Eaton, D. (2014). A review of Critical Project Management Success Factors (CPMSF) for sustainable social housing in Nigeria. *International Journal of Sustainable Built Environment*, 3(1), 62-71. <https://doi.org/10.1016/j.ijsbe.2014.08.001>
- International Organization for Standardization (2010). Guidance on social responsibility. *International Organization for Standardization*. ROUTLEDGE.

- International Project Management Association (2015). Individual Competence Baseline: For Project. *Programme Portfolio Management: International Project Management Association*. IPMA. <https://acortar.link/nHapCd>
- Jennex, M. E. (2015). Knowledge management. *Wiley Encyclopedia of Management*, 3(12).<https://www.um.edu.mt/library/oar/handle/123456789/44900>
- Johansson, O. (2012). The spatial diffusion of green building technologies: The case of Leadership in Energy and Environmental Design (LEED) in the United States. *International Journal of Technology Management & Sustainable Development*, 10(3), 251-266.
- João Ribeirinho, M., Mischke, J., Strube, G., Sjödin, E., Blanco, J., & Palter, R. *et al.* (2020). *The next normal in construction: How disruption is reshaping the world's largest ecosystem*. McKinsey & Company. <https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/the-next-normal-in-construction-how-disruption-is-reshaping-the-worlds-largest-ecosystem>
- Jöreskog, K.G. A general approach to confirmatory maximum likelihood factor analysis. *Psychometrika* 34, 183–202 (1969). <https://doi.org/10.1007/BF02289343>
- Juarez-Hernandez, L. G., & Tobón, S. (2018). Análisis de los elementos implícitos en la validación de contenido de un instrumento de investigación. *Revista espacios*, 39(53), 23. <http://www.revistaespacios.com/cited2017/cited2017-23.pdf>
- Keeyes, L. A., & Huemann, M. (2017). Project benefits co-creation: Shaping sustainable development benefits. *International Journal of Project Management*, 35(6), 1196-1212. doi:10.1016/j.ijproman.2017.02.008
- Kiani Mavi, R. and Standing, C., 2018. Critical success factors of sustainable project management in construction: A fuzzy DEMATEL-ANP approach. *Journal of Cleaner Production*, 194, pp.751-765. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.05.120>.
- Kibert, C.J. (2008), *Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery*, Wiley, Hoboken, NJ.



- 
- Kivilä, J., Martinsuo, M., & Vuorinen, L. (2017). Sustainable project management through project control in infrastructure projects. *International Journal of Project Management*, 35(6), 1167-1183. doi:10.1016/j.ijproman.2017.02.009
- Klakegg, J. O. (2009). Pursuing relevance and sustainability: Improvement strategies for major public projects. *International Journal of Managing Projects in Business*, 2(4), 499-518. doi:10.1108/17538370910991115
- Klakegg, J. O., & Haavaldsen, T. (2011). Governance of major public investment projects: in pursuit of relevance and sustainability. *International Journal of Managing Projects in Business*, 4(1), 157-167. doi:doi:10.1108/17538371111096953
- Kloppenborg, T. J., & Opfer, W. A. (2002). The Current State of Project Management Research: Trends, Interpretations, and Predictions. *Project Management Journal*, 33(2), 5-18. doi:10.1177/875697280203300203
- Köhler, A., Silviu, G. G., & Brink, J. v. d. (2011). The impact of sustainability on project management The Project as a Social System: Asia-Pacific Perspectives on Project Management. *Monash University Publishing*. (pp. 183–200).
- Labra, O. (2013). Positivismo y Constructivismo: Un análisis para la investigación social. *Revista Rumbos TS. Un espacio crítico para la reflexión en Ciencias Sociales*, (7), 12-21. <http://revistafacso.ucentral.cl/index.php/rumbos/article/view/135>
- Labuschagne, C., & Brent, A. C. (2005). Sustainable Project Life Cycle Management: The need to integrate life cycles in the manufacturing sector. *International Journal of Project Management*, 23(2), 159-168. doi:10.1016/j.ijproman.2004.06.003
- Labuschagne, C., & Brent, A. C. (2006). Social indicators for sustainable project and technology life cycle management in the process industry. *International Journal of Life Cycle Assessment*, 11(1), 3-15. doi:10.1065/lca2006.01.233
- Labuschagne, C., & Brent, A. C. (2008). An industry perspective of the completeness and relevance of a social assessment framework for project and technology management in the manufacturing sector. *Journal of Cleaner Production*, 16(3), 253-262. doi:10.1016/j.jclepro.2006.07.028

- Lam, P., Chan, E., Poon, C., Chau, C. and Chun, K., 2010. Factors affecting the implementation of green specifications in construction. *Journal of Environmental Management*, 91(3), pp.654-661. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2009.09.029>.
- Leidecker, J. K., & Bruno, A. V. (1984). Identifying and using critical success factors. *Long range planning*, 17(1), 23-32. doi: [https://doi.org/10.1016/0024-6301\(84\)90163-8](https://doi.org/10.1016/0024-6301(84)90163-8)
- Li, Y., Chen, P., Chew, D., Teo, C. and Ding, R., (2011). Critical Project Management Factors of AEC Firms for Delivering Green Building Projects in Singapore. *Journal of Construction Engineering and Management*, 137(12), pp.1153-1163. doi: [https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000370](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000370)
- Li, M., & Chen, W. (2012). Application of BP neural network algorithm in sustainable development of highway construction projects. *Physics Procedia*, 25, 1212-1217.
- Li, Y., Song, H., Sang, P., Chen, P. and Liu, X., 2019. Review of Critical Success Factors (CSFs) for green building projects. *Building and Environment*, 158, pp.182-191. doi: <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2019.05.020>.
- Lines, B. C., Sullivan, K. T., Smithwick, J. B., & Mischung, J. (2015). Overcoming resistance to change in engineering and construction: Change management factors for owner organizations. *International Journal of Project Management*, 33(5), 1170-1179.
- Liu, H., Skibniewski, M. J., & Wang, M. (2016). Identification and hierarchical structure of critical success factors for innovation in construction projects: Chinese perspective. *Journal of Civil Engineering and Management*, 22(3), 401-416. doi:10.3846/13923730.2014.975739
- López, R. R., Morales, S. A. N., Toledo, C. E. E., & Delgado, V. I. Á. (2009). Factores Críticos de Éxito: Una estrategia de competitividad. *CULCyT: Cultura Científica y Tecnológica*, (31), 5-14.
- Lundin, R. A., & Söderholm, A. (1995). A theory of the temporary organization. *Scandinavian Journal of Management*, 11(4), 437-455. doi:[https://doi.org/10.1016/0956-5221\(95\)00036-U](https://doi.org/10.1016/0956-5221(95)00036-U)
- Ma, U. (2011). *No Waste: Managing Sustainability in Construction: Gower*.

- Mahajan, V., & Peterson, R. A. (1985). *Models for innovation diffusion* (48). Sage.
- McKinsey. (2017). *Reinventing Construction: A route to higher productivity*.  
www.mckinsey.com:https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Capital%20Projects%20and%20Infrastructure/Our%20Insights/Reinventing%20construction%20through%20a%20productivity%20revolution/MGI-Reinventing-Construction-Executive-summary.ashx
- Marcelino-Sádaba, S., González-Jaen, L. F., & Pérez-Ezcurdia, A. (2015). Using project management as a way to sustainability. From a comprehensive review to a framework definition. *Journal of Cleaner Production*, 99, 1-16. doi:https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.03.020
- Martens, M. L., & de Carvalho, M. M. (2017). Key factors of sustainability in project management context: A survey exploring the project managers' perspective. *International Journal of Project Management*, 35(6), 1084-1102. doi:10.1016/j.ijproman.2016.04.004
- Martens, M. L., & de Carvalho, M. M. (2016a). The challenge of introducing sustainability into project management function: Multiple-case studies. *Journal of Cleaner Production*, 117, 29-40. doi:10.1016/j.jclepro.2015.12.039
- Martens, M. L., & de Carvalho, M. M. (2016b). Sustainability and success variables in the project management context: an expert panel. *Project Management Journal*, 47(6), 24-43.
- Martínez Molina, J. A. (2021). *Evaluación socioeconómica y ambiental del uso de tierra estabilizada, residuos industriales y materiales de origen vegetal, en los procesos de construcción de viviendas en el departamento de Santander-Colombia, como una alternativa para el desarrollo sostenible*. RIDUM. <https://ridum.umanizales.edu.co/xmlui/handle/20.500.12746/4392>
- Martins, V. W. B., Rampasso, I. S., Anholon, R., Quelhas, O. L. G., & Leal Filho, W. (2019). Knowledge management in the context of sustainability: Literature review and opportunities for future research. *Journal of cleaner production*, 229, 489-500. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.354>
- Meadows, D. H., Meadows, D. L., Randers, J., & Behrens III, W. W. (1972). *The limits to growth*. Universe. <https://acortar.link/Onqltv>

- Ministerio de Minas y Energía, & UPME. (2016). *Plan de Acción Indicativo de Eficiencia de Eficiencia Energética. PAI PROURE 2017-2022*. Unidad de Planeación Minero Energética. <https://acortar.link/9yLChW>
- Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. (2021). Recuperación del sector vivienda se mantiene en medio de la pandemia. Minvivienda. <https://minvivienda.gov.co/sala-de-prensa/recuperacion-del-sector-vivienda-se-mantiene-en-medio-de-la-pandemia>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). Resolución 472 de 2017. <https://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/3a-RESOLUCION-472-DE-2017.pdf>
- MNC & Camacol (2020). Catálogo de Cualificaciones Sector de la Construcción. CAMCOL. <https://acortar.link/YIW64C>
- Mollaoglu, S., Chergia, C., Ergen, E., & Syal, M. (2016). Diffusion of green building guidelines as innovation in developing countries. *Construction Innovation*, 16(1), 11-29. DOI:10.1108/CI-09-2014-0045
- Morgan, D. L. (2007). Paradigms lost and pragmatism regained: Methodological implications of combining qualitative and quantitative methods. *Journal of Mixed Methods Research*, 1(1), 48–76. <https://doi.org/10.1177/2345678906292462>
- Murphy, J. P. (1990). *Pragmatism: From Peirce to Davidson*. Boulder. Westview.
- Ning, C., Zhang, S.-j., & Li, L. (2009). Sustainable project management: a balance analysis model of effect. Paper presented at the Management and Service Science. MASS'09. International Conference on. DOI:10.1109/ICMSS.2009.5302357
- Opoku, A., & Ahmed, V.(2014). Embracing sustainability practices in UK construction organizations: Challenges facing intra-organizational leadership. *Built Environment Project and Asset Management*, 4(1), 90-107. doi:10.1108/BEPAM-02-2013-0001
- Othman, E., & Ahmed, A. (2013). Challenges of mega construction projects in developing countries. *Organization, technology & management in construction: an international journal*, 5(1), 730-746. <https://acortar.link/SWawhf>

- 
- Oun, T. A., Blackburn, T. D., Olson, B. A., & Blessner, P. (2016). An enterprise-wide knowledge management approach to project management. *Engineering Management Journal*, 28(3), 179-192. DOI: [10.1080/10429247.2016.1203715](https://doi.org/10.1080/10429247.2016.1203715)
- Oyebanji, A. O., Liyanage, C., & Akintoye, A. (2017). Critical Success Factors (CSFs) for achieving sustainable social housing (SSH). *International Journal of Sustainable Built Environment*, 6(1), 216-227. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijsbe.2017.03.006>
- Pade, C., Mallinson, B., & Sewry, D. (2008). An elaboration of critical success factors for rural ICT project sustainability in developing countries: Exploring the Dwesa case. *Journal of Information Technology Case and Application Research*, 10(4), 32-55.
- Pasian, B., & Silvius, A. G. (2016). A Review of Project Management Research in IRNOP and PMI Conferences from 2009 to 2014 to Identify Emerging Perspectives. *European Academy of Management (EURAM)*. <https://acortar.link/1648xH>
- Pham, H., Kim, S. Y., & Luu, T. V. (2020). Managerial perceptions on barriers to sustainable construction in developing countries: Vietnam case. *Environment, Development and Sustainability*, 22(4), 2979-3003. doi: <https://doi.org/10.1007/s10668-019-00331-6>
- Pheng Low, S., Gao, S. and Lin Tay, W. (2014), Comparative study of project management and critical success factors of greening new and existing buildings in Singapore, *Structural Survey*, 32(5), 413-433. doi:<https://doi.org/10.1108/SS-12-2013-0040>
- Potes, L. M. R., Chavez, H. O., Bernal, K. D. C. V., & Padilla-Llano, S. (2018). Arquitectura y urbanismo sostenible en Colombia. Una mirada al marco reglamentario. *Bitácora Urbano Territorial*, 28(3), 19-26.
- Presidencia de la República de Colombia. (2005). Decreto 1546 de 2005. [http://www.suin-juriscal.gov.co/clp/contenidos.dll/Decretos/1307000?fn=document-frame.htm\\$f=templated\\$3.0](http://www.suin-juriscal.gov.co/clp/contenidos.dll/Decretos/1307000?fn=document-frame.htm$f=templated$3.0)
- Presidencia de la República de Colombia. (1974). Decreto Ley 2811 de 1974. <http://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Normal1.jsp?i=1551>

- 
- Project Management Institute - PMI (2017). A guide to the project management body of knowledge : (PMBOK guide) ; an American National Standard ANSI/PMI 99-001-2017: PMI, Project Management Inst.*
- Project Management Institute – PMI (2008). A guide to the project management body of knowledge : (PMBOK guide) ; an American National Standard ANSI/PMI 99-001-2008: PMI, Project Management Inst*
- República de Colombia. (1991). *Constitución Política de Colombia 1991*.  
[https://www.procuraduria.gov.co/guiamp/media/file/Macroproceso%20Disciplinario/Constitucion\\_Politica\\_de\\_Colombia.htm](https://www.procuraduria.gov.co/guiamp/media/file/Macroproceso%20Disciplinario/Constitucion_Politica_de_Colombia.htm)
- Rivera Rodríguez, X. M. (2020). Percepción del liderazgo ético en una empresa del sector de construcción. *Doctoral dissertation, Universidad del Rosario*.  
<https://repository.urosario.edu.co/handle/10336/28218>
- Robichaud, L. B., & Anantamula, V. S. (2010). Greening project management practices for sustainable construction. *Journal of Management in Engineering*, 27(1), 48-57.
- Rodriguez-Potes, L., Osorio-Chavez, H., Villadiego-Bernal, K. & Padilla-Llano, S. (2018). Arquitectura y urbanismo sostenible en Colombia. *Una mirada al marco reglamentario. Bitácora Urbano Territorial*, 28(3), 19-26.
- Rodríguez, F., & Fernández, G. (2010). Ingeniería sostenible: nuevos objetivos en los proyectos de construcción. *Revista ingeniería de construcción*, 25(2), 147-160.
- Rockart, J. F. (1979). Chief executives define their own data needs. *Harvard business review*, 57(2), 81-93.
- Rogers, R. S. III. (1998) Diffusion Strategy for Residential Solar Hot Water Systems in the U.S.: Technical, Economic, and Stakeholder Analyses, Master of Science, Massachusetts Institute of Technology, MA.
- Salazar Alzate, M. F. (2017). Impacto económico del uso de BIM en el desarrollo de proyectos de construcción en la ciudad de Manizales. Facultad de Artes. *Repositorio UNAL*.  
<https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/59461>

- Sang, P., & Yao, H. (2019). Exploring Critical Success Factors for Green Housing Projects: An Empirical Survey of Urban Areas in China. *Advances In Civil Engineering*, 2019, 1-13. doi: 10.1155/2019/8746836
- Santos, C. M. D. C., Pimenta, C. A. D. M., & Nobre, M. R. C. (2007). The PICO strategy for the research question construction and evidence search. *Revista latino-americana de enfermagem*, 15(3), 508-511. <https://acortar.link/uTz2vA>
- Schieg, M. (2009). The model of corporate social responsibility in project management. *Business: Theory and Practice*, 10(4), 315-321. doi:10.3846/1648-0627.2009.10.315-321.
- Serna, S. L., Galindo, I. P., Gómez-Cabrera, A., & Torres, A. (2018). Identificación de factores que generan diferencias de tiempo y costos en proyectos de construcción en Colombia. *Ingeniería y ciencia*, 14(27), 117-151. <https://acortar.link/LeXEnq>
- Shan, M., Liu, W., Hwang, B., & Lye, J. (2020). Critical success factors for small contractors to conduct green building construction projects in Singapore: identification and comparison with large contractors. *Environmental Science And Pollution Research*, 27(8), 8310-8322. doi: 10.1007/s11356-019-06646-1.
- Shen, L. y., Tam, V. W. Y., Tam, L., & Ji, Y. b. (2010). Project feasibility study: the key to successful implementation of sustainable and socially responsible construction management practice. *Journal of Cleaner Production*, 18(3), 254-259. doi:10.1016/j.jclepro.2009.10.014
- Shi, Q., Zuo, J., Huang, R., Huang, J. and Pullen, S., 2013. Identifying the critical factors for green construction – An empirical study in China. *Habitat International*, 40, pp.1-8. doi: <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2013.01.003>.
- Shibeika, A., & Harty, C. (2015). Diffusion of digital innovation in construction: a case study of a UK engineering firm. *Construction management and economics*, 33(5-6), 453-466. doi:<https://doi.org/10.1080/01446193.2015.1077982>
- Silvius, G. (2017). Sustainability as a new school of thought in project management. *Journal of Cleaner Production*, 166, 1479-1493. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.121>

- Silvius, G. (2016). Sustainability as a competence of Project Managers. *PM World J*, 15(4).  
<https://acortar.link/jlIxIr>
- Silvius, G., & Schipper, R. (2015). Developing a maturity model for assessing sustainable project management. *Journal of Modern Project Management*, 3(1), 16-27.  
<https://www.journalmodernpm.com/index.php/jmpm/article/view/112>
- Silvius, A., & Schipper, R. P. (2014a). Sustainability in project management: A literature review and impact analysis. *Social Business*, 4(1), 63-96.  
doi:10.1362/204440814x13948909253866
- Silvius, A. G., & Schipper, R. P. (2014b). Sustainability in project management competencies: analyzing the competence gap of project managers. *Journal of Human Resource and Sustainability Studies*, 2(2):40-58. DOI:10.4236/jhrss.2014.22005
- Silvius, A., Brink, J. v., & Köhler, A. (2009). Views on sustainable project management. *Human Side of Projects in Modern Business*, 1(9), 545-556. <https://acortar.link/KipGgv>
- Solarte-Pazos, L., & Sánchez-Arias, L. F. (2014). Gerencia de proyectos y estrategia organizacional: El modelo de madurez en gestión de proyectos CP3M© V5. 0. *Innovar*, 24(52), 5-18. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/innovar/article/view/42502/44048>
- Superintendencia de Servicios Públicos (2014). *1er reporte del estado de las ciudades de Colombia: Camino hacia la prosperidad humana*. <https://acortar.link/GrVlyc>
- Schmookler, J. (1952). The changing efficiency of the american economy, 1869-1938. *The review of economics and statistics*, (34)3, 214-231. <https://doi.org/10.2307/1925628>
- Schröpfer, V. L. M., Tah, J., & Kurul, E. (2017). Mapping the knowledge flow in sustainable construction project teams using social network analysis. *Engineering, Construction and Architectural Management*. *Engineering Construction & Architectural Management* 24(2)  
DOI:10.1108/ECAM-08-2015-0124
- Sfakianaki, E. (2019), "Critical success factors for sustainable construction: a literature review", *Management of Environmental Quality*, Vol. 30 No. 1, pp. 176-196.  
<https://doi.org/10.1108/MEQ-02-2018-0043>



- 
- Shen, L.Y., Tam, V.W.Y., Tam, L. and Ji, Y.-B. (2010), Project feasibility study: the key to successful implementation of sustainable and socially responsible construction management practice, 18(3). DOI:10.1016/j.jclepro.2009.10.014
- Slaughter, E. S. (1999). Assessment of construction processes and innovations through simulation. *Construction Management & Economics*, 17(3), 341-350. doi: <https://doi.org/10.1080/014461999371547>
- Slaughter, E. S. (2000). Implementation of construction innovations. *Building Research and Information*, 28(1), 2-17. doi:10.1080/096132100369055
- Smirnov, O., Zhang, M., Xiao, T., Orbell, J., Lobben, A., & Gordon, J. (2016). The relative importance of climate change and population growth for exposure to future extreme droughts. *Climatic Change*, 138(1-2), 41-53.
- Stanitsas, M., & Kirytopoulos, K. (2021). Investigating the significance of sustainability indicators for promoting sustainable construction project management. *International Journal of Construction Management*, 1-26. DOI: 10.1080/15623599.2021.1887718
- Stingl, V., & Geraldi, J. (2017). Errors, lies and misunderstandings: Systematic review on behavioural decision making in projects. *International Journal of Project Management*, 35(2), 121-135. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2016.10.009>
- Tashakkori, A., & Teddlie, C. (Eds.). (2003). *Handbook of mixed methods in social & behavioral research*. Thousand Oaks, CA: Sage.(2 ed). <https://acortar.link/1KF2v8>
- Tam, G. (2010). The program management process with sustainability considerations. *Journal of Project, Program & Portfolio Management*, 1(1), 17-27.
- Tellez Avila, L. A. (2018). Balance energético colombiano: Documento metodológico. UPME. <https://bdigital.upme.gov.co/handle/001/1346>
- Thomson, C. S., El-Haram, M. A., & Emmanuel, R. (2011). Mapping sustainability assessment with the project life cycle. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers: Engineering Sustainability*, 164(2), 143-157. doi:10.1680/ensu.2011.164.2.143

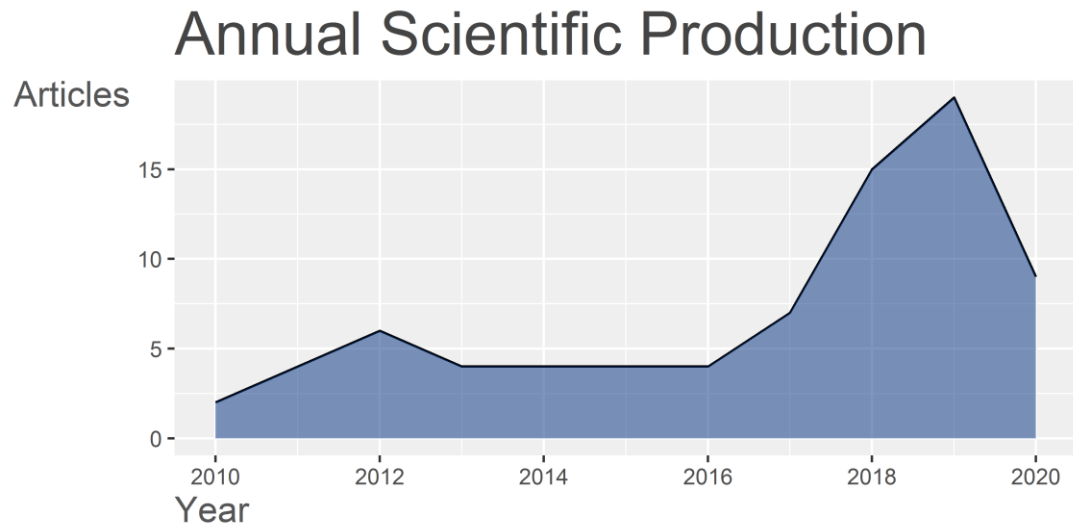
- TpC. (2019). *Radiografía de los hechos de corrupción en Colombia 2016 – 2018*. Bogotá, DC  
Obtenido de <https://transparenciacolombia.org.co/2019/05/06/radiografia-de-los-hechos-decorrupcion-en-colombia-2016-2018>.
- Tsai, C. Y., & Chang, A. S. (2012). Framework for developing construction sustainability items: The example of highway design. *Journal of Cleaner Production*, 20(1), 127-136.  
doi:10.1016/j.jclepro.2011.08.009
- Turner, J. R., & Müller, R. (2003). On the nature of the project as a temporary organization. *International Journal of Project Management*, 21(1), 1-8.  
doi:[https://doi.org/10.1016/S0263-7863\(02\)00020-0](https://doi.org/10.1016/S0263-7863(02)00020-0)
- Turner, R. J., Huemann, M., Anbari, F. T., & Bredillet, C. N. (2010). *Perspectives on projects: Routledge*. <https://acortar.link/fwnzfU>
- Tristán-López, A. (2008). Modificación al modelo de Lawshe para el dictamen cuantitativo de la validez de contenido de un instrumento objetivo. *Avances en medición*, 6(1), 37-48.  
<https://acortar.link/2ouTn8>
- UN Secretario General. (2020). *Neutralidad en carbono para 2050: la misión mundial más urgente*. <https://www.un.org/sg/es/content/sg/articles/2020-12-11/carbon-neutrality-2050-the-world%E2%80%99s-most-urgent-mission>
- UN DESA. (2019). *World Population Prospects 2019: Highlights*. <https://www.un.org/development/desa/publications/world-population-prospects-2019-highlights.html>
- UN Environment and International Energy Agency (2017). Towards a zero-emission, efficient, and resilient buildings and construction sector. *Global Status Report 2017*.  
<https://acortar.link/SRIZCM>
- UNEP (2014). Greening The Building Supply Chain. *United Nations Environment Programme*.  
[https://www.oew.kit.edu/img/greening\\_the\\_supply\\_chain\\_report.pdf](https://www.oew.kit.edu/img/greening_the_supply_chain_report.pdf)
- UNEP (2021). 2021 Global Status Report for Buildings and Construction: Towards a Zero emission, Efficient and Resilient Buildings and Construction Sector. Nairobi.  
<https://wedocs.unep.org/20.500.11822/34572>

- UPME. (2014). Evaluación de la situación actual y futura del mercado de los materiales de construcción y arcilla en las ciudades de Bogotá, Medellín, Bucaramanga, Barranquilla, Santa Marta y Eje Cafetero. UPME. <http://bdigital.upme.gov.co/handle/001/1044>
- Vaiman, V., Scullion, H., & Collings, D. (2012). Talent management decision making. *Management Decision*, 50 (5) 925-941. <https://doi.org/10.1108/00251741211227663>
- Vaismoradi, M., Turunen, H., & Bondas, T. (2013). Content analysis and thematic analysis: Implications for conducting a qualitative descriptive study. *Nursing & health sciences*, 15(3), 398-405.
- Vargas Zambrano, J. C. (2015). Análisis sector construcción en Colombia. <http://www.pmicolombia.org/2015/08/analisis-sector-construccion-en-colombia/>
- Venkataraman, V., & Cheng, J. (2018). Critical Success and Failure Factors for Managing Green Building Projects. *Journal Of Architectural Engineering*, 24(4), 04018025. doi: 10.1061/(asce)ae.1943-5568.0000327
- Wilson, F. R., Pan, W., & Schumsky, D. A. (2012). Recalculation of the critical values for Lawshe's content validity ratio. *Measurement and evaluation in counseling and development*, 45(3), 197-210.
- Xia, W., & Lee, G. (2004). Grasping the complexity of IS development projects. *Commun. ACM*, 47(5), 68-74. doi:10.1145/986213.986215
- Xue, B., Liu, B., & Sun, T. (2018). What matters in achieving infrastructure sustainability through project management practices: A preliminary study of critical factors. *Sustainability*, 10(12), 4421.
- Yao, H., Shen, L., Tan, Y., & Hao, J. (2011). Simulating the impacts of policy scenarios on the sustainability performance of infrastructure projects. *Automation in Construction*, 20(8), 1060-1069. doi:10.1016/j.autcon.2011.04.007
- Yu, T., Shi, Q., Zuo, J. and Chen, R., (2018a). Critical factors for implementing sustainable construction practice in HOPSCA projects: A case study in China. *Sustainable Cities and Society*, 37, pp.93-103. doi: <https://doi.org/10.1016/j.scs.2017.11.008>.

- Yu, M., Zhu, F., Yang, X., Wang, L., & Sun, X. (2018b). Integrating sustainability into construction engineering projects: Perspective of sustainable project planning. *Sustainability*, 10(3), 784.
- Zhang, X., Wu, Y., Shen, L., & Skitmore, M. (2014). A prototype system dynamic model for assessing the sustainability of construction projects. *International Journal of Project Management*, 32(1), 66-76.
- Zhong, Y., Chen, Z., Zhou, Z., & Hu, H. (2018). Uncertainty analysis and resource allocation in construction project management. *Engineering Management Journal*, 30(4), 293-305.
- Zhou, Z., Goh, Y. M., & Li, Q. (2015). Overview and analysis of safety management studies in the construction industry. *Safety science*, 72, 337-350.

## Anexos

### Anexo A: Producción anual de publicaciones sobre gestión de proyectos sostenibles de construcción en países en desarrollo

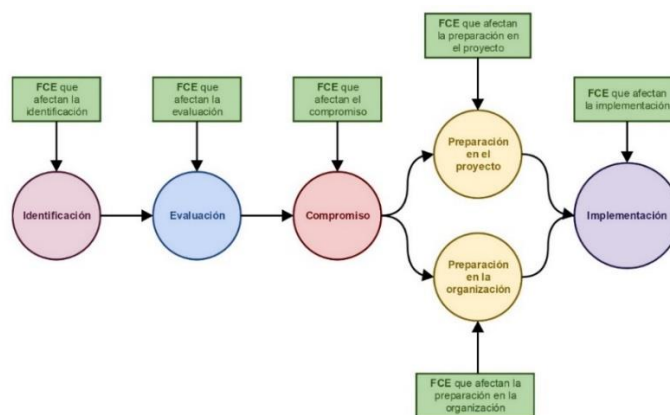


## Anexo B: Instrumento de validación de contenido dirigido a expertos

### Título del Instrumento: Validación de Factores Críticos de Éxito (FCE) para la Gestión de Proyectos Sostenibles de Construcción

Apreciado(a) Experto(a):

El objetivo del presente formulario es validar los Factores Críticos de Éxito (FCE) para la gestión de proyectos sostenibles de construcción en Colombia. Estos FCE, que fueron identificados a partir de una revisión sistemática de la literatura, se encuentran asociados a las etapas de un modelo de implementación de innovaciones, como se muestra en la figura adjunta. Este modelo consta de cinco etapas: (1) identificación, (2) evaluación, (3) compromiso, (4) preparación de la organización y del del proyecto, (5) implementación.



**Figura 1.** Modelo de implementación de innovaciones en gestión de proyectos de construcción. Fuente: adaptado de Slaughter (2000) & Banihashemi *et al.*, (2017)

De acuerdo con lo anterior, amablemente le solicito revisar y evaluar cada uno de los Factores Críticos de Éxito. Para ello, tiene que marcar una de las opciones, en función del grado de importancia que usted considere que tiene cada uno de dichos factores: “**Esencial**”, “**Útil pero No Esencial**” o “**No Necesario**”. En los casos que considere pertinente, puede escribir sus observaciones referentes a cada factor en el recuadro indicado.

Al finalizar cada sección, encontrará un espacio abierto en el que puede sugerir FCE que no se hayan considerado y que usted considere fundamentales para el contexto colombiano según su experiencia y criterio.

Los datos consignados en el presente cuestionario serán usados exclusivamente con fines académicos y de manera anónima, por lo que su participación y el tratamiento de su información se encuentra cubierta por la ley 1581 de 2012 “por la cual se dictan las disposiciones generales para la protección de datos personales”. En caso de cualquier inquietud sobre el diligenciamiento del cuestionario o sobre el proyecto en general puede comunicarse con Diana Paola Rincón Valbuena al correo electrónico [diprinconva@unal.edu.co](mailto:diprinconva@unal.edu.co) o al celular (+57) 3107571409, quien con gusto atenderá todas sus inquietudes.

Muchas gracias por su apoyo.

---

### **Perfil Profesional**

Nombre Completo: \_\_\_\_\_

Correo Electrónico: \_\_\_\_\_

Cargo que ocupa actualmente:

1. Docente Universitario / Investigador(a)
2. Consultor(a)
3. Gerente de Proyectos
4. Otro

Si eligió "Otro", describa cuál: \_\_\_\_\_

### Formación Profesional

5. Pregrado
6. Especialización

7. Maestría
8. Doctorado
9. Posdoctorado

Años de Experiencia en Gestión de Proyectos Sostenibles de Construcción:

1. Menos de 5 años
2. De 5 a 10 años
3. Más de 10 años

---

#### **Factores Críticos de Éxito – Etapa de Identificación**

En esta etapa se especifican los objetivos asociados con la gestión sostenible del proyecto y se identifican las alternativas para lograr los objetivos asociados a la sostenibilidad. Esta etapa se ve influenciada por los objetivos estratégicos de la organización, por el entorno regulatorio y por el apoyo de los principales responsables de las decisiones.

En relación con lo anterior, evalúe si cada FCE descrito a continuación es "Esencial", "Útil pero No Esencial" o "No Necesario" en la etapa de identificación. Si tiene algún comentario con respecto a algún factor, siéntase libre de expresarlo en el recuadro para tal fin.

**IDF1.** Aplicación de un esquema de planeación efectivo.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_



---

**IDF2.** Disposición del cliente para atender las necesidades de otras partes interesadas.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**IDF3.** Cumplimiento de las reglas anticorrupción y de las regulaciones en el proceso de toma de decisiones.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**IDF4.** Existencia de políticas gubernamentales que establezcan los principios de sostenibilidad en proyectos de construcción.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**IDF5.** Objetivos y prioridades en materia de sostenibilidad claramente definidos por parte de todos los actores interesados.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**IDF6.** Alcance y restricciones del trabajo bien definidas.

1. Esencial

---

2. Útil pero no esencial

3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**IDF7.** Acuerdos definidos para aplicar metodologías sistemáticas de gestión de proyectos.

1. Esencial

2. Útil pero no esencial

3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**IDF8.** Participación de un consultor experto en construcción sostenible.

1. Esencial

2. Útil pero no esencial

3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**IDF9.** Participación del usuario final en el proyecto.

1. Esencial

2. Útil pero no esencial

3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**IDF10.** Uso de mecanismos y métodos innovadores en la sostenibilidad a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

1. Esencial

2. Útil pero no esencial

3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

---

**IDF11.** Gestión del ciclo de vida del proyecto.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**IDF12.** Consideración de beneficios en calidad de vida asociados al tipo de proyecto (vivienda, industria, dotacional, etc.) en la fase de diseño.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**IDF13.** Uso de herramientas para el diseño sostenible.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**IDF14.** Determinación de detalles adecuados de diseño y especificaciones.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**IDF15.** Participación de la comunidad.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial

3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

En este espacio puede describir los Factores Críticos de Éxito que considere propios del contexto Colombiano relacionados con la etapa de **Identificación** para la gestión de proyectos de construcción sostenible de edificaciones que no se encuentren citados previamente.

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

----

### **Factores Críticos de Éxito – Etapa de Evaluación**

Una vez identificadas las alternativas para gestionar el proyecto de construcción de manera sostenible, estas deben ser evaluadas con respecto a los objetivos del proyecto y se debe medir el desempeño de cada alternativa respecto a criterios como costos, beneficios a largo plazo, desempeño, duración, viabilidad técnica, impactos ambientales, riesgos, complejidad, entre otros.

En relación con lo anterior, evalúe si cada FCE descrito a continuación es "Esencial", "Útil pero No Esencial" o "No Necesario" en la etapa de evaluación. Si tiene algún comentario con respecto a algún factor, siéntase libre de expresarlo en el recuadro para tal fin.

**EF1.** Conocimiento y consciencia de la entrega de un proyecto sostenible en el Equipo de Gestión de Proyecto (EGP).

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**EF2.** Existencia de relaciones armónicas con las partes interesadas.

1. Esencial

---

2. Útil pero no esencial

3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**EF3.** Evaluación de las necesidades de los diferentes grupos de interés.

1. Esencial

2. Útil pero no esencial

3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**EF4.** Aceptación de la comunidad hacia el proyecto.

1. Esencial

2. Útil pero no esencial

3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**EF5.** Estabilidad económica y política (local, regional y nacional).

1. Esencial

2. Útil pero no esencial

3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**EF6.** Cultura organizacional que apoye la gestión de proyectos sostenibles.

1. Esencial

2. Útil pero no esencial

3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

---

**EF7.** Alineamiento estratégico de los objetivos del proyecto con las necesidades de las partes interesadas.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**EF8.** Difusión efectiva y abierta del conocimiento entre los miembros del Equipo de Gestión de Proyecto (EGP).

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**EF9.** Aplicación de un proceso efectivo de toma de decisiones por parte del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP).

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**EF10.** Retorno adecuado de la inversión.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**EF11.** Especificaciones del proyecto como tamaño, ubicación, nivel de complejidad, entre otros.

1. Esencial

---

2. Útil pero no esencial

3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**EF12.** Viabilidad del proyecto por condiciones del mercado y competitividad.

1. Esencial

2. Útil pero no esencial

3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**EF13.** Asequibilidad y beneficios económicos derivados de incentivos del gobierno.

1. Esencial

2. Útil pero no esencial

3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**EF14.** Disponibilidad y costo de materiales reciclados o sostenibles y de tecnologías amigables con el medio ambiente.

1. Esencial

2. Útil pero no esencial

3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**EF15.** Aceptación social y política del proyecto.

1. Esencial

2. Útil pero no esencial

3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

---

**EF16.** Uso efectivo de hechos y datos para apoyar las acciones en todos los niveles de toma de decisiones.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

En este espacio puede describir los Factores Críticos de Éxito que considere propios del contexto Colombiano relacionados con la etapa de **Evaluación** para la gestión de proyectos de construcción sostenible de edificaciones que no se encuentren citados previamente.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

---

#### **Factores Críticos de Éxito – Etapa de Compromiso**

La tercera fase corresponde al compromiso de la organización con las alternativas seleccionadas para asegurar que el proyecto de construcción sea sostenible. El compromiso de la empresa se demuestra a través de la asignación de los recursos esenciales para la consecución de los objetivos del proyecto. Dichos recursos incluyen no solo la inversión inicial, el personal, los equipos y los recursos materiales, sino también los recursos a largo plazo para asegurar la sostenibilidad a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

En relación con lo anterior, evalúe si cada FCE descrito a continuación es "Esencial", "Útil pero No Esencial" o "No Necesario" en la etapa de compromiso. Si tiene algún comentario con respecto a algún factor, siéntase libre de expresarlo en el recuadro para tal fin.

**CF1.** Énfasis en el desarrollo de un trabajo de alta calidad.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_



---

**CF2.** Fuerte compromiso con la entrega del proyecto sostenible por parte de los interesados.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**CF3.** Disponibilidad y asignación de recursos (fondos, maquinaria, materiales, entre otros).

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**CF4.** Uso efectivo de los recursos, de acuerdo con la planeación inicial.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**CF5.** Apoyo y cooperación del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP) en la entrega del proyecto sostenible.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**CF6.** Apoyo de la alta gerencia a los objetivos de sostenibilidad del proyecto.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

---

Observaciones: \_\_\_\_\_

**CF7.** Adaptabilidad a los cambios o adiciones al alcance del proyecto.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**CF8.** Compromiso del cliente con los objetivos de sostenibilidad del proyecto.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

En este espacio puede describir los Factores Críticos de Éxito que considere propios del contexto Colombiano relacionados con la etapa de **Compromiso** para la gestión de proyectos de construcción sostenible de edificaciones que no se encuentren citados previamente.

---

---

---

### **Factores Críticos de Éxito – Etapa de Preparación**

Esta etapa de preparación consiste en preparar, tanto la organización como el proyecto, para asegurar que el proyecto de construcción sea sostenible. El propósito es que se cuente con el equipo y con el personal calificado para facilitar la implementación de la sostenibilidad en la gestión del proyecto de construcción.

---

En relación con lo anterior, evalúe si cada FCE descrito a continuación es "Esencial", "Útil pero No Esencial" o "No Necesario" en la etapa de preparación, tanto a nivel organizacional como a nivel del proyecto. Si tiene algún comentario con respecto a algún factor, siéntase libre de expresarlo en el recuadro para tal fin.

**Factores Críticos de Éxito - Nivel de Preparación de la Organización**

**POF1.** Documentación contractual clara y completa.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**POF2.** Proceso de compras transparente y competitivo.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**POF3.** Investigación clara y completa del proyecto antes de la celebración del proceso contractual.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**POF4.** Método de contratación efectivo.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

---

Observaciones: \_\_\_\_\_

**POF5.** Existencia de mecanismos de asignación de roles y responsabilidades en la organización.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**POF6.** El proyecto evita contar con un exceso de cargos administrativos.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**POF7.** Existencia de mecanismos de rendición de cuentas.

4. Esencial
5. Útil pero no esencial
6. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**POF8.** Aplicación de protocolos efectivos de salud y seguridad en el trabajo por parte del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP).

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

---

**POF9.** Existencia de una cadena de abastecimiento orientada a la sostenibilidad integral.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

En este espacio puede describir FCE que considere propios del contexto Colombiano relacionados con la etapa de **Preparación a nivel de la organización**, para la gestión de proyectos de construcción sostenible de edificaciones que no se encuentren citados previamente.

---

---

#### **Factores Críticos de Éxito - Nivel de Preparación del Proyecto**

**PPF1.** Experiencia y competencias del gerente de proyecto en materia de sostenibilidad.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**PPF2.** Aplicación de un régimen efectivo de control y aseguramiento de calidad integrando asuntos de sostenibilidad.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

---

**PPF3.** Despliegue realista y actualizado de costos y estimados por parte del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP).

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**PPF4.** Aplicación de una gestión efectiva del riesgo del proyecto por parte del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP).

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**PPF5.** Aplicación de un sistema efectivo de gestión de cambios del proyecto.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**PPF6.** Implementación de un protocolo efectivo de comunicación e intercambio en todos los niveles de toma de decisión del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP).

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

---

**PPF7.** Uso de las lecciones aprendidas en proyectos anteriores por parte del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP).

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**PPF8.** Alto grado de confianza entre los integrantes del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP).

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**PPF9.** Competencia, habilidad y experiencia del subcontratista en proyectos de construcción sostenible.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**PPF10.** Educación y entrenamiento en sostenibilidad del equipo del proyecto y subcontratistas.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**PPF11.** Competencia y habilidad del diseñador en materia de sostenibilidad.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial

3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**PPF12.** Compras competitivas de suministros, servicios y materiales sostenibles.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**PPF13.** Control efectivo del alcance, del tiempo y del costo del proyecto.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**PPF14.** Aplicación de una metodología efectiva de monitoreo y realimentación del proyecto.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**PPF15.** Equipo de gestión de proyecto (EGP) competente y multidisciplinario.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_



---

**PPF16.** Estilo adecuado de liderazgo de los Gerentes de Proyecto.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

En este espacio puede describir FCE que considere propios del contexto Colombiano relacionados con la etapa de **Preparación a nivel del proyecto**, para la gestión de proyectos de construcción sostenible de edificaciones que no se encuentren citados previamente.

\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

---

### **Factores Críticos de Éxito – Etapa de Implementación**

La implementación de la sostenibilidad en proyectos de construcción implica una serie de cambios que pueden llegar a ser complejos al combinar diferentes sistemas y procesos. Como resultado, la etapa de implementación consiste en la gestión del cambio requerido en los procesos y la revisión de los procedimientos para aumentar los beneficios que se pueden obtener al incorporar la sostenibilidad en la construcción de una edificación.

En relación con lo anterior, evalúe si cada FCE descrito a continuación es "Esencial", "Útil pero No Esencial" o "No Necesario" en la etapa de evaluación. Si tiene algún comentario con respecto a algún factor, siéntase libre de expresarlo en el recuadro para tal fin.

**IMF1.** Uso de tecnologías de construcción y de metodologías modernas y actualizadas para la ejecución de proyectos.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

---

**IMF2.** Gestión de impactos ambientales por parte del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP).

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**IMF3.** Integración de tecnologías para maximizar la eficiencia energética.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**IMF4.** Continuidad de la participación de las partes interesadas en el proyecto.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**IMF5.** Manejo adecuado de los cambios en el alcance del proyecto durante la construcción.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

**IMF6.** Gestión de residuos.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

---

Observaciones: \_\_\_\_\_

**IMF7.** Metodología para la identificación de problemas y retroalimentación efectiva.

1. Esencial
2. Útil pero no esencial
3. No necesario

Observaciones: \_\_\_\_\_

En este espacio puede describir FCE que considere propios del contexto Colombiano relacionados con la etapa de **Implementación** para la gestión de proyectos de construcción sostenible de edificaciones que no se encuentren citados previamente.

---

---

## **Anexo C: Carta de invitación dirigida a los expertos**

Bogotá D.C., 14 de abril de 2021

Fórmula de tratamiento (Señor, Señora, Ingeniero, Ingeniera, etc.)

**Nombre completo del experto**

**Cargo**

**Organización**

La Ciudad

**Asunto:** invitación para participar en calidad de experto(a), en una investigación sobre los Factores Críticos de Éxito para la integración de la sostenibilidad en la gestión de proyectos de construcción de edificaciones en Colombia.

Respetado(a) fórmula de tratamiento Apellido:

Reciba un muy cordial saludo. La presente comunicación tiene como objetivo invitarlo(a) muy especialmente a participar, en calidad de experto(a), en una investigación que busca determinar los Factores Críticos de Éxito (FCE) para la integración de la sostenibilidad en la gestión de proyectos de construcción de edificaciones en Colombia. La investigación es adelantada como trabajo de grado de la Maestría en Administración de la Universidad Nacional de Colombia por la estudiante Diana Paola Rincón Valbuena, bajo la dirección de los profesores Juan Javier Saavedra Mayorga y James Alberto Ortega Morales y con la asesoría del profesor Nelson Andrés Martínez Marín.

A través del estudio citado previamente, se busca determinar los asuntos o factores más importantes en los que un gerente debe enfocar su atención para asegurar una adecuada implementación de la sostenibilidad en la gestión de proyectos de construcción de edificaciones en Colombia. Acudimos a usted porque conocemos su gran experiencia y conocimiento en el tema de la construcción sostenible y porque estamos seguros de que cuenta con las condiciones personales, profesionales y académicas idóneas para aportar de manera significativa a nuestro proyecto de investigación.

La actividad en la que le solicitamos su colaboración es el diligenciamiento de una encuesta electrónica, la cual tiene como objetivo evaluar la importancia de cada uno de los FCE que hemos encontrado en una revisión exhaustiva y sistemática de la literatura internacional sobre el tema. Dichos FCE los asociamos con las etapas de un modelo de implementación de innovaciones, bajo el supuesto de que la

búsqueda de la sostenibilidad puede ser vista como una innovación en la gestión de proyectos de construcción de edificaciones en países como Colombia. Podrá acceder al formulario a través del siguiente enlace: <https://ecoedificacion.com/survey/index.php?r=survey/index&sid=375236&lang=es>

El tiempo promedio de respuesta es de 30 minutos aproximadamente. Sus aportes, comentarios y sugerencias serán muy valiosas para la realización de este trabajo final de maestría.

Queremos aclarar que los datos recolectados a través del cuestionario online serán tratados de manera estrictamente confidencial y para uso exclusivo de este proyecto de investigación. En ningún caso se utilizarán nombres o cualquier otra información que permita identificar a los participantes, por lo que el tratamiento de su información se encuentra cubierto por la ley 1581 de 2012 “por la cual se dictan las disposiciones generales para la protección de datos personales”.

En caso de cualquier inquietud sobre el diligenciamiento del cuestionario o sobre el proyecto en general puede comunicarse con Diana Paola Rincón Valbuena al correo electrónico [diprinconva@unal.edu.co](mailto:diprinconva@unal.edu.co) o al celular (+57) 3107571409, y con gusto atenderemos todas sus inquietudes.

De antemano le agradecemos su tiempo y su amable participación, la cual es fundamental para el logro de los objetivos del proyecto de investigación.

Cordialmente,

---

**Diana Paola Rincón Valbuena**

Estudiante de Maestría en Administración  
Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá

---

**Juan Javier Saavedra Mayorga, PhD.**

Profesor Asociado Facultad de Ciencias Económicas  
Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá  
Director del proyecto de grado

---

**James Alberto Ortega Morales, MsC.**

Director Maestría en Construcción Sostenible  
Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca  
Codirector del proyecto de grado

## **Anexo D: Video de invitación para los expertos**

El video de invitación para los expertos se encuentra en el siguiente enlace:  
<https://www.youtube.com/watch?v=EXyoloyskXE>

Lo dicho en este video fue, “para el 2060 el área de piso construida se duplicará, esto es equivalente a agregar el área construida de Japón año a año en todo el mundo hasta esa fecha.

La razón principal de la creciente demanda de edificaciones corresponde al acelerado aumento de la población principalmente en los países con economías emergentes como es el caso de Colombia, en donde se prevé que para el 2050 vivirán 18 millones más de habitantes en las grandes urbes del país, esto representa un gran desafío en la entrega de edificaciones para diferentes usos.

Motivada por esta situación y por los retos ambientales, sociales y económicos de nuestra época, decidí llevar a cabo una investigación para determinar los Factores Críticos de Éxito para la Gestión de Proyectos Sostenibles de construcción de edificaciones en Colombia, esto en el marco de la Maestría en Administración de la Universidad Nacional de Colombia en Colaboración con la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca para este estudio.

Por lo que los invito a participar en el desarrollo de esta encuesta online en calidad de experto o experta en el tema, en donde sus aportes, comentarios y sugerencias serán muy valiosas para la realización de este trabajo de grado.

Para ingresar al cuestionario haga clic en el enlace que aparece en la descripción de este video.

Estoy convencida que la interacción entre la académica y la industria es fundamental para comprender cómo construir más sosteniblemente.

Muchas gracias por su participación”

## **Anexo E: Observaciones de los expertos sobre los factores potenciales validados cuantitativamente para contexto colombiano**

### **FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO – ETAPA DE IDENTIFICACIÓN**

#### **IDF1. Aplicación de un esquema de planeación efectivo**

- Fundamentarse en el concepto de Diseño Integrativo
- Los proyectos se deben alinear con la estrategia organizacional
- En la construcción siempre ha determinado el éxito de un proyecto
- Planeación es la etapa donde se pueden generar los cambios / decisiones sin afectar significativamente el presupuesto.
- Como parte de la arquitectura con enfoque sostenible, un proyecto que tenga objetivos de sostenibilidad integral en su desarrollo analiza el ciclo de vida de una edificación, desde la planeación y el diseño, la etapa de construcción, en sus etapas de uso y actualización de sistemas y en caso de ser posible, la renovación de la estructura al momento de finalizar su ciclo de vida útil o en sus procesos de deconstrucción.
- Con el fin de encontrar un equilibrio entre las diferentes áreas involucradas, se plantea el Proceso de Diseño Integrativo, que es un método en el cual se conforman grupos interdisciplinarios para trabajar como un todo con objetivos específicos.
- A diferencia del proceso de diseño convencional lineal, la estructura del proceso de diseño integrativo está planteada de una manera en la que todas las disciplinas se involucren en todas las etapas del proyecto por medio de la investigación y análisis de información; y la exposición colectiva de lo recopilado a través de reuniones o charrettes de manera periódica, que son talleres de diseño intensivos para producir entregas específicas, buscando identificar oportunidades y generar soluciones estratégicas.
- Un equipo de diseño integrativo también se encarga de definir los objetivos y metas del proyecto en términos de sostenibilidad y alto desempeño; involucra a propietarios, expertos y proveedores para el aporte de ideas; participa en la administración y toma de decisiones durante todas las fases; e informa sobre los avances en cuanto a mantenimiento y funcionamiento al finalizar su construcción.
- Más que un esquema se requieren directrices y objetivos asociados con la gestión de Sostenibilidad

- Entre más temprano se tome la decisión de buscar la sostenibilidad y mejor planeado este el proceso, los resultados son mejores. Esto fue corroborado en el caso de negocio de la construcción sostenible publicado este año por el CCCS.
- Invertir en planear es evitar en reprocesos onerosos.
- En la medida que se tenga establecida una ruta de trabajo lógica y que además cuente con objetivos, metas e indicadores claros, la probabilidad de éxito del proyecto será mayor.
- La planeación efectiva es esencial no solo para la etapa de Identificación de un proyecto de construcción sostenible sino para todas las etapas del ciclo de vida de una edificación.
- La iniciativa debe ser liderada por quien hace la inversión o el gerente que lo represente.
- Es imprescindible contar con un esquema de planeación para el proyecto. Se convierte en la columna vertebral de lo que luego será la estrategia de sostenibilidad a definir con propietario, proveedores, contratistas, usuarios y demás partes interesadas
- Es indispensable para realizar seguimiento y para poder avanzar en cada uno de los proyectos, es una metodología indispensable y permite evaluar en el tiempo el cumplimiento de las metas y el logro de los objetivos, sin una metodología de planeación sería imposible realizar mediciones de avances.
- Las decisiones de planeación y diseño impactan definitivamente las siguientes etapas del ciclo de vida de las edificaciones, por lo tanto, es fundamental incluir aspectos de sostenibilidad desde la concepción del proyecto.

### **IDF 3. Cumplimiento de las reglas anticorrupción y de las regulaciones en el proceso de toma de decisiones**

- Indispensable para proyectos públicos. En el caso de los privados, dependerá de lo requerido por el inversionista.
- Es la única forma de garantizar la permanencia en el sector
- Doy por sentado que siempre se aplica en procesos públicos
- Todo proyecto debe cumplir con la normatividad local, esencialmente y desde allí elevar sus objetivos de desempeño en términos de sostenibilidad integral
- El proceso debe ser transparente para que se constituya en una referencia para el mercado en Colombia y en la región. Las normas nacionales deben igualmente ser referenciadas.



- La construcción sostenible es un mecanismo que debe funcionar de forma voluntaria por lo que de entrada quien piense en conseguirla cumple leyes y regulaciones. Pocos casos se salen de este parámetro, pero no los suficientes como para reconceptualizar el proceso.
- Si se infringen las normas y regulaciones no solo se pone en riesgo la ética de la marca y del proyecto, sino también la estabilidad jurídica del mismo.
- Incluiría en este aspecto un sistema claro de Monitoreo y Control del cumplimiento de las regulaciones.
- En el entorno empresarial actual se da por cierto el cumplimiento de regulaciones y el proceder ético.
- Es muy importante establecer transparencia en todos los procesos del proyecto, especialmente aquellos de selección y contratación. La transparencia permite el ejercicio imparcial de los mecanismos de control del proyecto.
- Considero que la línea de trabajo debe ser siempre dentro de la honestidad y el cumplimiento, debido a que eso hace parte de la estructura de formación desde la infancia, así que quien considere esto de otra forma es porque su pensamiento es flexible frente a temas de corrupción, adicional el proceso de toma de decisiones es fundamental porque una mala decisión te puede quitar el sueño.
- Es fundamental para minimizar los riesgos asociados y proteger al usuario final, así como garantizar las condiciones mínimas del entorno.

**IDF5. Objetivos y prioridades en materia de sostenibilidad claramente definidos por parte de todos los actores interesados**

- Desde el concepto de Diseño Integrativo. Allí se establecen claramente los objetivos y prioridades
- Debe permear a todos
- Se aprecian dificultades cuando eso no pasa
- Esto no excluye que los objetivos y prioridades que se van desarrollando puedan cambiar o redefinirse a lo largo del diseño y ejecución de los proyectos, no obstante, si deben estar claros y apropiados por todos los actores
- Hace parte de la planeación para que se logren estos objetivos y no generar sobre costos e imprevistos
- Los actores deben apoyarse en documentos de referencia que establezcan directrices y objetivos de la gestión de sostenibilidad para el país y para cada actor.
- Son la guía para la consecución de buenos resultados.

- La alineación conceptual en materia de sostenibilidad por las partes interesadas es primordial para el éxito del proyecto.
- Entre los primeros hitos del desarrollo del proyecto está el establecimiento de metas. Es ideal la participación del equipo extendido para generar mayor compromiso.
- Es fundamental, ya que permite aterrizar las estrategias de sostenibilidad de los proyectos al contexto económico y social en donde se desarrollan.
- Definitivamente tener claros los objetivos y las prioridades dentro del proyecto, enfocados al tema de sostenibilidad es esencial, porque, así como lo dice la misma palabra constituye la esencia del proyecto, desde su diseño y concepción hasta la construcción.
- Los objetivos son clave y permiten potenciar o maximizar los beneficios e incentivos a los que puede accederse desde la implementación de medidas de sostenibilidad.

#### **IDF 11. Gestión del ciclo de vida del proyecto**

- Igual al comentario anterior
- Existe desconocimiento generalizado
- Ya que precisamente la fase de uso y operación es la parte más larga del ciclo de vida de una edificación.
- Justo de eso se trata la Sostenibilidad
- Misma respuesta.
- Es esencial conceptualización sostenible de un proyecto desde la planificación, el diseño, la construcción, la operación, la rehabilitación y la deconstrucción.
- Para que esto suceda se deben articular a los desarrolladores con los usuarios finales, en el caso de vivienda, y con los administradores en el caso de proyectos comerciales.
- Depende del alcance definido desde el principio.
- Para efectos del estado del arte de la construcción sostenible en Colombia es útil pero no esencial, considero que aún hay otras prioridades sociales y ambientales que deben ser priorizadas e implementadas de manera generalizada por la industria.
- Es importante porque esto hace parte de la evidencia de la sostenibilidad que es en últimas uno de los indicadores de logros en los proyectos.

- Es fundamental: una edificación no solo genera impactos y emisiones durante su vida operacional. El proceso de construcción, el suministro de materiales, los procesos de deconstrucción e incluso la interacción con el entorno son fundamentales para la sostenibilidad.

**IDF 12. Consideración de beneficios en calidad de vida asociados al tipo de proyecto (vivienda, industria, dotacional, etc.) en la fase de diseño**

- Debe integrarse al modelo del proyecto, para así capitalizar la sostenibilidad, posiblemente a una comercialización y no se quede solo en el desarrollador del proyecto, ya que se guía más por costos.
- Falta mayor especificidad en la pregunta.
- Esencial más hoy, debido a la actual situación sanitaria frente al Covid 19.
- Entendiendo que los beneficios parten de una consideración con la naturaleza y una forma de vida sostenible para las futuras generaciones, la etapa de diseño es el momento en que se debe dar vida a estas oportunidades de gestión.
- Los beneficios económicos de corto plazo no pueden ser el punto de partida de estas iniciativas"
- Cada tipología implica medidas de sostenibilidad específicas a su tipo, algunas se repiten, pero muchas son específicas también.
- Es fundamental diseñar proyectos pensando en la habitabilidad, la ergonomía, la ecoeficiencia, la accesibilidad y la reducción a la dependencia ecológica.
- La calidad de vida es subjetiva, mejor indicadores de confort. (Los beneficios son subjetivos en cuanto a calidad de vida y están intrínsecos en los criterios mínimos de sostenibilidad de proyecto)
- Depende del proyecto
- El mejoramiento de la calidad de vida es el fin primordial de la construcción sostenible, sin eso no hay sostenibilidad.
- Uno de los indicadores más importantes en la medición de los logros obtenidos por nuestra gestión, esta traducido en el mejoramiento de la calidad de vida de los usuarios, definitivamente esencial.
- La calidad de vida es quizás el más importante de los requisitos y las medidas de sostenibilidad giran alrededor de este aspecto.

**IDF14. Determinación de detalles adecuados de diseño y especificaciones**

- "Idealmente" se deben tener antes de iniciar la construcción per se

- Es la esencia de la actividad
- Esencial para evitar reprocesos e imprevistos en el proceso constructivo, esencial para especificar materiales ambientalmente preferibles, que cuiden los recursos naturales, bajo emisivos para cuidar la salud de quienes trabajan en los proyectos y ocupen los espacios, al igual que cuiden el ambiente, y contribuya con la estrategia nacional de economía circular del país
- Como resultado de estudio de expertos en cada especialidad, se desarrollan planos, especificaciones y por supuesto detalles que son aplicables a cada proyecto
- Es parte del proceso integral de diseño y especificación de todo proyecto (Hacen parte del proceso de diseño y especificación)
- Es más importante que los stakeholders entiendan las metas. Pueden aportar al proyecto mejorando lo especificado.
- Es imprescindible, no solo para proyectos sostenibles, sino para cualquier proyecto. El impacto financiero que las falencias de diseño traen a los proyectos es devastador, además de los atrasos que genera en la obra y el detrimento a las metas operacionales de la edificación.
- Tal vez el detalle es uno de los aspectos más importantes en el proceso de diseño pues permite identificar punto a punto el diseño final y la personalización e individualización del proyecto, esto se logra con la experiencia y conociendo que es lo que se quiere lograr al final. Sin detalles las obras quedan en manos de maestros que hacen lo que ellos quieren interpretar sin denigrar de sus capacidades que en muchos casos intervienen de forma positiva al proyecto.
- Esencial para minimizar los reprocesos en construcción y cumplir los objetivos del proyecto.

#### **Etapas de Identificación - Nuevos Factores Sugeridos para el Contexto Colombiano**

- Establecimiento claro del Diseño Integrativo.
- Los proyectos de construcción requieren ser más eficientes y productivos, competitivos, solo la sostenibilidad puede brindar estas características a largo plazo.
- Difusión de los beneficios
- En el proceso de identificación de restricciones y alianzas con entidades públicas (POT, disponibilidad de servicios públicos, subsidios de viviendas, acompañamiento estatal estratégico en la ejecución de los proyectos)
- "Tener en cuenta el entorno construido, como se va a relacionar el proyecto con el entorno y como el entorno se va a relacionar con el proyecto.

- 
- Identificar los ecosistemas del sitio del proyecto para evaluarlos, incluir desde la planeación su conservación y restauración.
  - Planear la calidad del ambiente interior, pensando en la salud y el bienestar de quienes operan y ocupan los espacios.
  - - Abrir registro de expertos en las diferentes especialidades con enfoque en la Sostenibilidad - Abrir registro nacional de cada proyecto Sostenible con resultados, indicadores, lecciones aprendidas y recomendaciones.
    - Realizar Foros de seguimiento y análisis de los avances en Sostenibilidad con participación de todos los actores.
  - Etapa en que se piensa conseguir - experiencia del consultor - equipo integrado en diseño - análisis económico
  - Identificar un presupuesto diferenciado para la implementación de los factores sostenibles en la estructuración del proyecto
  - 1. Las barreras culturales de la ingeniería y el diseño tradicional que no alcanzar a concebir los beneficios de la construcción sostenible.
  - 2. La disponibilidad, el entendimiento y el acceso a los incentivos económicos para construir y comprar inmuebles construidos con criterios de sostenibilidad.
  - En los proyectos locales, la motivación de adelantar un proyecto sostenible es voluntaria. Se trata de una búsqueda de mejorar procesos e indicadores. Es muy valioso cuando quedan lecciones aprendidas para ser usadas en futuros proyectos.
  - Identificación de materiales sostenibles en el mercado.
  - Identificación de programas de financiación para el desarrollo de proyectos sostenibles.
  - Sistemas de gestión de RCD (Gestión de residuos de construcción y demolición) y aprovechamiento en procesos de manufactura
  - Indexación de las metas de sostenibilidad
  - El factor económico es casi uno de los aspectos más importantes y de logro de éxito de un proyecto. Hay estrategias que permiten lograrlo y en esto influye bastante la experiencia del oficio.
  - Reforzar la sostenibilidad del proyecto desde el ciclo de vida completo de las edificaciones.
  - Involucrar a todos los actores interesados.
  - Considerar medidas pasivas y activas.
  - Abarcar diferentes tipos de edificaciones incluyendo vivienda social.

- 
- Implementación de medidas en viviendas existentes y entornos ya construidos.
  - Desarrollo de capacidades.
- 

## **FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO – ETAPA DE EVALUACIÓN**

### **EF1. Conocimiento y consciencia de la entrega de un proyecto sostenible en el Equipo de Gestión de Proyecto (EGP)**

- Permite establecer mecanismos de verificación
- Existe desconocimiento generalizado
- Si hay objetivos concretos y cuerdos escritos el EGP puede avanzar de manera clara hacia sus metas. La consciencia parte del conocimiento y de la mano de los expertos
- Son quienes harán realidad todo el concepto
- Es ideal tener un proyecto coherente y bien planeado. En nuestro medio no siempre es así.

### **EF2. Existencia de relaciones armónicas con las partes interesadas**

- En el caso de proyectos públicos, se tienen establecidos los mecanismos con la comunidad. Importante una comunicación cordial, efectiva y controlada con mecanismos claros (Gestión)
- Como en cualquier otra actividad
- si no es posible, lo importante es tener una gerencia con consciencia sostenible y metas definidas
- Deben hacerse reuniones para lograr acuerdos sobre lo fundamental para lograr relaciones armónicas
- Mas que relaciones armónicas, seria **coordinación y articulación**
- El objetivo es lo más importante, ayuda si hay relaciones armónicas, pero generalmente se deben sortear situaciones de tensión.

### **EF3. Evaluación de las necesidades de los diferentes grupos de interés**

- Esencial, según el público que se beneficie.
- Esencial para el correcto proceso por parte del consultor
- Dependiendo de los grupos

- Más que necesidades, se deben tener objetivos, metas por cada grupo de interés. La necesidad es un ser Sostenible y actuar en conformidad
- El correcto entendimiento de las necesidades de cada actor, y la evolución de estas en el tiempo son un determinante del diseño sostenible desde los aspectos funcionales y de materialidad
- Ayuda tener menos resistencia, pero no lo veo como un componente esencial.

#### **EF6. Cultura organizacional que apoye la gestión de proyectos sostenibles**

- Si toda la organización está comprometida, es más fácil lograr las metas propuestas.
- De no ser así, no existe interés en desarrollar estrategias de sostenibilidad
- Claro. Es un trabajo en doble vía
- Es indispensable, si la directriz de sostenibilidad viene del liderazgo de la empresa, se asume que la cultura organizacional debe estar alineada.

#### **EF9. Aplicación de un proceso efectivo de toma de decisiones por parte del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP)**

- Fundamentados en sostenibilidad.
- Es el puente para la correcta satisfacción de las necesidades del cliente
- no es clara la pregunta
- Por supuesto
- Lo importante es la agilidad en la toma de decisiones.

#### **EF10. Retorno adecuado de la inversión**

- Hay que tener claro por el proyecto el modelo económico integrando los incentivos aplicables al momento
- la sostenibilidad debe garantizar el retorno si no es sostenibilidad
- Depende del cliente, pero sin duda hace más factible cualquier proyecto
- Definición de tiempos de retorno
- De lo contrario no es viable el proceso, pero se necesita un análisis de ciclo de vida

- 
- Para que un proyecto sea sostenible de contribuir en sus tres dimensiones, a las personas, al ambiente y la economía.
  - Las opciones de sostenibilidad no pueden quedar amarradas exclusivamente al tema inversión. La cultura es lo primero y lo fundamental
  - Un factor determinante en la decisión de aplicar directrices sostenibles en proyectos de edificación es la seguridad de un retorno de inversión a mediano y largo plazo (sobre todo si el desarrollador se involucra también en la etapa operativa del edificio)
  - En proyectos de construcción este es un factor fundamental. Si no alcanzan un buen retorno a largo plazo no continúan con proyectos sostenibles.
  - El ROI es un argumento muy útil, pero también pueden estar apoyadas las decisiones en razones altruistas o de sentido común.
  - Visto no como un retorno directo sino como una economía circular
  - Hay una preconcepción falsa de costos elevados en los proyectos que implementan medidas de sostenibilidad.

#### **EF11. Especificaciones del proyecto como tamaño, ubicación, nivel de complejidad, entre otros**

- Esencial y deben considerarse desde el diseño integrativo
- Hace parte de la planeación
- Ese es el proceso
- Ayuda a definir el alcance

#### **EF12. Viabilidad del proyecto por condiciones del mercado y competitividad**

- El modelo económico debe integrarse con estos aspectos, así como con los incentivos
- Fundamental los proyectos están para ganar no para perder
- Si no es así, no existe el proyecto
- Habrá que definir qué se entiende por viabilidad, mercado, competitividad.
- Depende del tipo de proyecto



**EF14. Disponibilidad y costo de materiales reciclados o sostenibles y de tecnologías amigables con el medio ambiente**

- Considerar las metas de ODS y Neto Cero del país.
- Son el corazón de las estrategias de sostenibilidad
- Los materiales reciclados o sostenibles y las tecnologías amigables con el ambiente suelen tener mayor costo en comparación con los materiales y tecnologías tradicionales.
- Por supuesto
- Hay que recordar que los proyectos sostenibles no solo se asocian con la ecoeficiencia de equipos y materiales vistos desde el enfoque de diseño activo, sino también desde el aprovechamiento de los atributos naturales del predio a desarrollar y así poder aplicar medidas de diseño pasivo.
- Si ayuda, pero no es esencial.
- Sobre todo, nacionales

**Etapas de Evaluación - Nuevos Factores Sugeridos para el Contexto Colombiano**

- Desarrollar un modelo económico que integre incentivos (al desarrollador) y beneficios al usuario final
  - Crear mecanismos estandarizados de reporte
  - También evaluar incentivos financieros
  - Documentar experiencias exitosas y no exitosas
  - Para tener éxito Sostenible en las etapas de habitación y uso de la edificación, es necesario también evaluar el compromiso y conocimiento previo del cliente, puesto que esto determinará si las medidas aplicadas realmente obtendrán los resultados y ahorros esperados
  - Si bien la evaluación en una etapa temprana del proyecto, considero más importante establecer las guías y las metas generales. El proyecto evoluciona en el tiempo y se debe permitir cierta holgura para incorporar acciones de mejora en el tiempo.
  - Análisis financiero en el ciclo de vida
  - Disponibilidad del uso de instrumentos urbanísticos como planes de regularización y manejo entre otros.
-

---

## **FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO – ETAPA DE COMPROMISO**

### **CF1 Énfasis en el desarrollo de un trabajo de alta calidad**

- La calidad "sostenible" redundante en beneficios hacia diferentes sectores. Un proyecto sostenible es altamente eficiente, por lo que debe considerarse de alta calidad.
- la calidad tiene costo y la define el cliente
- Lo opuesto no es ético ni responsable
- Por supuesto
- Se parte de que el trabajo es de calidad. Hay que transmitirlo con el ejemplo.
- Si, pero se debe definir que se espera de cada componente para que el conjunto del proyecto sea de alta calidad
- Considero que eso habla de la empresa

### **CF2 Fuerte compromiso con la entrega del proyecto sostenible por parte de los interesados**

- Cuando se "entrega" un proyecto, debe generarse una comunicación efectiva de los hitos de sostenibilidad y adecuado uso.
- Es responsabilidad del gerente de proyectos
- Ellos serán quienes exijan calidad
- Claro
- Creo que este y el primero pueden ser uno solo.
- La motivación se debe mantener en el tiempo.
- Este factor hace que un proyecto sea viable, de lo contrario el rumbo que el proyecto puede tomar se desvía.

### **CF3 Disponibilidad y asignación de recursos (fondos, maquinaria, materiales, entre otros)**

- Plantear estrategia (hitos) sin que se puedan suplir o generen sobrecostos no evaluados, afectan altamente la sostenibilidad de un proyecto
- Igualmente es necesario considerar mediciones de los beneficios
- Necesario

- Ayuda a tener un proceso más fluido
- Es lo que garantiza la continuidad de la obra
- Contar con la claridad de los recursos permite consolidar el proyecto

#### **CF4 Uso efectivo de los recursos, de acuerdo con la planeación inicial**

- Considerar el concepto de diseño integrativo
- Hace parte de la calidad
- De lo contrario se pierde dinero y credibilidad
- Es ideal seguir el plan de inversión para culminar el proyecto adecuadamente
- Sirve como método de evaluación

#### **CF5 Apoyo y cooperación del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP) en la entrega del proyecto sostenible**

- Al ser integrador y generador de métricas, permite establecer mecanismos de comunicación con datos verificables para el cliente y el usuario final
- Existe desconocimiento generalizado
- Pero no es cooperación, es dirección en cada etapa del proyecto
- En la entrega y en la vida útil del proyecto.
- Es indispensable

#### **CF6 Apoyo de la alta gerencia a los objetivos de sostenibilidad del proyecto**

- Todo el esquema organizacional debe estar alineada al tema. La alta gerencia puede desvirtuar un esfuerzo desde el diseño integrativo, si no hay un apoyo desde la alta gerencia.
- Hay un componente voluntario y de liderazgo muy fuerte
- Determinante del éxito y detalle de los objetivos alcanzados
- Claro
- Lo más importante para obtener buenos resultados es el apoyo de la alta gerencia

- Esto permite que se convierta en realidad el deseo de un cliente y que lo vea desarrollado con el uso de innovación y estética

#### **CF8 Compromiso del cliente con los objetivos de sostenibilidad del proyecto**

- El cliente debe estar consciente del producto a recibir
- En virtud de los beneficios
- Determinante del éxito y del detalle de los objetivos alcanzado
- No entiendo quién es el cliente. Igual todos los actores deben estar involucrados en el tema
- Sería lo ideal, aunque sobre esto tampoco el grupo desarrollador tiene gobernabilidad.
- Creo que ya está implícito en el segundo criterio.
- Indispensable
- Esto hace que el rumbo sea preciso y claro
- Depende

#### **Etapa de Compromiso - Nuevos Factores Sugeridos para el Contexto Colombiano**

- Establecer políticas de sostenibilidad organizacional y educación de la organización
  - Definición de los equipos de trabajo con sus trayectorias y experiencias
  - Organización motivada por el propósito y su misión de sostenibilidad genera cambios importantes en los resultados
  - La comunicación efectiva es clave para mantener el equipo motivado y poder sortear los problemas que se presentan en el desarrollo del proyecto. La decidida actitud de la alta gerencia es indispensable para culminar exitosamente un proyecto sostenible.
- 

### **FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO – ETAPA DE PREPARACIÓN**

#### **Factores Críticos de Éxito - Preparación a Nivel de la Organización**

##### **POF1. Documentación contractual clara y completa**

- Deben integrarse desde los términos de referencia y contratos los lineamientos o requerimientos de sostenibilidad.

- Legalmente esencial
- Se vuelve esencial para contrataciones o licitaciones públicas

**POF2. Proceso de compras transparente y competitivo**

- La cadena de suministros debe propender por reducir sobrecostos innecesarios, pero establecer mecanismos de selección y compra fundamentados en criterios de sostenibilidad (no solo económicos)
- Permite definir mejores especificaciones

**POF3. Investigación clara y completa del proyecto antes de la celebración del proceso contractual**

- Diseño integrativo + Política de Compras Sostenibles
- liderazgo
- Para evitar retrasos, pero depende de la modalidad de contratación

**POF5. Existencia de mecanismos de asignación de roles y responsabilidades en la organización**

- Acudiendo a la expresión coloquial "mucho cacique y...." Deben establecerse
- Lo contrario genera desorganización y retrasos
- Se entiende dentro de la buena gestión del proyecto la asignación de roles

**POF7. Existencia de mecanismos de rendición de cuentas**

- Tanto en lo público como en lo privado.
- Transparencia.
- Depende de la naturaleza de la entidad contratante.

**POF8. Aplicación de protocolos efectivos de salud y seguridad en el trabajo por parte del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP)**

- Especialmente para la fuerza de construcción.
- Básico

- Legalmente esencial

### **Etapa de Preparación a Nivel de la Organización - Nuevos Factores Sugeridos para el Contexto Colombiano**

- Establecer criterios claros en la Política de Compras Sostenibles
- Programas de mejoramiento a la competitividad y prácticas de los contratistas y su talento humano en el proyecto

-----

### **Factores Críticos de Éxito - Preparación a Nivel del Proyecto**

#### **PPF2. Aplicación de un régimen efectivo de control y aseguramiento de calidad integrando asuntos de sostenibilidad**

- En algunos proyectos el rol de "comisionamiento" asegura el logro de una alta eficiencia de las estrategias. El comisionamiento es diferente a una "interventoría" y debe fundamentarse en sostenibilidad.
- De acuerdo con procesos de comisionamiento
- La calidad no necesariamente está integrada con la Sostenibilidad

#### **PPF3. Despliegue realista y actualizado de costos y estimados por parte del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP)**

- Establecer de forma consistente el modelo económico
- Determinante en la planeación

#### **PPF4. Aplicación de una gestión efectiva del riesgo del proyecto por parte del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP)**

- Debe integrarse para aplicar a los incentivos o logro de créditos que beneficien al proyecto
- ¿Riesgo financiero?
- No entiendo. ¿Riesgo?

**PPF5. Aplicación de un sistema efectivo de gestión de cambios del proyecto**

- Aplicado al proceso de diseño integrativo es fundamental
- Que incluya al comité la sostenibilidad
- Todos los proyectos sufren cambios y eso evita impactos negativos

**PPF6. Implementación de un protocolo efectivo de comunicación e intercambio en todos los niveles de toma de decisión del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP)**

- Aplicado al proceso de diseño integrativo es fundamental
- Existe desconocimiento generalizado

**PPF10. Educación y entrenamiento en sostenibilidad del equipo del proyecto y subcontratistas**

- Si no se tiene claro por parte de estos roles, se puede generar baja calidad y el no logro de los objetivos
- Ayuda mucho, pero pueden educarse durante el proyecto.

**PPF11. Competencia y habilidad del diseñador en materia de sostenibilidad**

- Todo lo que se pueda integrar y validar en materia de sostenibilidad en el diseño integrativo es trasladable al ciclo de vida del proyecto. El diseñador debe estar formado en los temas
- Siempre y cuando se cuente con un asesor con fluidez en la comunicación de estrategias
- Apoyado por el consultor en sostenibilidad

**PPF12. Compras competitivas de suministros, servicios y materiales sostenibles**

- Política de Compras Sostenibles
- Falta mayor especificidad en la pregunta

**PPF13. Control efectivo del alcance, del tiempo y del costo del proyecto**

- El modelo económico debe poder ser verificado en su ejecución
- Lo contrario afecta la viabilidad y calidad

**PPF14. Aplicación de una metodología efectiva de monitoreo y realimentación del proyecto**

- Especialmente en la fase de diseño integrativo
- Para preservar y actualizar las estrategias adoptadas

**PPF15. Equipo de gestión de proyecto (EGP) competente y multidisciplinario**

- Cualificado en las competencias requeridas para el logro de las metas del proyecto
- Esencial para cualquier proyecto

**PPF16. Estilo adecuado de liderazgo de los Gerentes de Proyecto**

- Un líder en sostenibilidad y gerente logrará de mejor forma los objetivos del proyecto
- Determinante de la calidad del trabajo de resto del equipo

**Etapa de Preparación a Nivel del Proyecto - Nuevos Factores Sugeridos para el Contexto Colombiano**

- Integración de un equipo con conocimientos de sostenibilidad y metas claras
  - Acuerdo de respeto y responsabilidad compartida por parte de los miembros del equipo
  - Determinar la cantidad y frecuencia de las comunicaciones con otras especialidades técnicas involucradas en el proyecto para hacer acuerdos acerca de las alternativas de implementación de las propuestas sostenibles sin afectar otras redes o funcionamientos
  - La presencia de una autoridad de comisionamiento en el proyecto ayuda mucho
- 

**FACTORES CRÍTICOS DE ÉXITO – ETAPA DE IMPLEMENTACIÓN****IMF2. Gestión de impactos ambientales por parte del Equipo de Gestión de Proyectos (EGP)**

- Identificar y mitigar impactos es uno de los objetivos de la sostenibilidad en el sector de construcción
- El asesor en sostenibilidad debería tener ese tema claro

**IMF5. Manejo adecuado de los cambios en el alcance del proyecto durante la construcción**

- Si se fundamenta en el diseño integrativo, no deberían presentarse cambios
- De lo contrario se presentan sobrecostos



**IMF6. Gestión de residuos**

- Articular la Estrategia de Economía Circular
- Es parte de las estrategias de sostenibilidad
- Hace parte de las exigencias para cualquier tipo de proyecto de construcción, independiente de si a trata de uno de carácter sostenible.
- Si la normatividad tiene exigencias en este sentido no debe ser un FCE porque ya está determinado.

**IMF7. Metodología para la identificación de problemas y retroalimentación efectiva**

- Los problemas que se identifiquen deben tener poco impacto sobre el proyecto.
- La descripción de este factor debería hacer énfasis en efectuar una resolución efectiva de los problemas para evitar que estos generen impactos negativos sobre el proyecto.

**Etapas de Implementación – Nuevos Factores Sugeridos para el Contexto Colombiano**

- Evitarse reprocesos, ajustes sobre la marcha, ya que desde el diseño deben solucionarse los grandes "problemas"
- ojo, en esta etapa solo se ejecuta lo planeado
- Claridad en mecanismos de reporte, evaluación y verificación
- Es necesario hacer una gestión y organización de los contactos de proveedores y subcontratistas que hayan participado, para hacer retroalimentación para proyectos futuros o generar acuerdos comerciales de utilidad. Esto ya que la variedad de estos es aún muy limitada en Colombia y es muy común encontrar los mismos actores y empresas participando en proyectos de edificación sostenible.

## **Anexo F: Sección uno o introductoria del instrumento dirigido a profesionales con experiencia en GPSC en Colombia**

### **Calificación de Factores Críticos de Éxito (FCE) para la Gestión de Proyectos Sostenibles de Construcción en Colombia**

Apreciado(a) Profesional:

El objetivo del presente formulario es calificar cuáles son los factores más importantes que deben tenerse en cuenta para la integración de la sostenibilidad en la gestión de proyectos de construcción de edificaciones en Colombia (a estos se les denomina Factores Críticos de Éxito – FCE). Este formulario debe ser diligenciado por **gerentes, directores, coordinadores o cargos análogos que hayan participado en la ejecución de proyectos certificados sosteniblemente o en procesos de certificación, o profesionales que actualmente desempeñen alguno de los cargos mencionados previamente en organizaciones que hayan gestionado este tipo de proyectos**. Esta encuesta hace parte de una investigación realizada en el marco de la Maestría en Administración de la Universidad Nacional de Colombia en colaboración con la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca por la estudiante Diana Paola Rincón Valbuena, bajo la dirección de los profesores Juan Javier Saavedra Mayorga y James Alberto Ortega Morales.

Los factores para evaluar fueron obtenidos a partir de una revisión sistemática de literatura, y posteriormente validados y adaptados al contexto colombiano por un grupo de expertos en construcción sostenible en el país. Se parte del hecho de que la integración de la sostenibilidad en gestión de proyectos se refiere a la incorporación integral y armonizada de los principios sociales, económicos y ambientales en sistemas efectivos de entrega de proyectos de construcción.

Además, la sostenibilidad puede ser vista como una innovación en países en desarrollo como es el caso de Colombia, por lo cual los FCE se encuentran asociados a las etapas de un modelo de implementación de innovaciones, como se muestra en la figura adjunta. Este modelo consta de cinco etapas: (1) identificación, (2) evaluación, (3) compromiso, (4) preparación de la organización y del del proyecto, (5) implementación.

De acuerdo con lo anterior, amablemente le solicito calificar por importancia cada uno de los Factores Críticos de Éxito citados en cada una de las etapas del modelo de implementación de innovaciones. Para ello, tiene que marcar una de las siguientes opciones: (1) Totalmente en desacuerdo, (2) En desacuerdo, (3) Ni de acuerdo ni en desacuerdo, (4) De acuerdo y (5) Totalmente de acuerdo. El tiempo estimado para evaluar los cuarenta y cinco (45) factores es de aproximadamente 20 minutos.

Al finalizar cada sección, encontrará un espacio abierto en el que puede dejar sus observaciones y comentarios.

Los datos consignados en el presente cuestionario serán usados exclusivamente con fines académicos y de manera anónima, por lo que su participación y el tratamiento de su información se encuentra cubierta por la ley 1581 de 2012 “por la cual se dictan las disposiciones generales para la protección de datos personales”. En caso de cualquier inquietud sobre el diligenciamiento del cuestionario o sobre el proyecto en general puede comunicarse con Diana Paola Rincón Valbuena al correo electrónico [diprinconva@unal.edu.co](mailto:diprinconva@unal.edu.co) o al celular (+57) 3107571409, quien con gusto atenderá todas sus inquietudes.

Muchas gracias por sus calificaciones, comentarios y sugerencias, estos serán muy valiosos para el desarrollo de esta investigación.

---

**Diana Paola Rincón Valbuena**

Estudiante de Maestría en Administración  
Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá

---

**Juan Javier Saavedra Mayorga, PhD.**

Profesor Asociado Facultad de Ciencias Económicas  
Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá  
Director del proyecto de grado

---

**James Alberto Ortega Morales, MsC.**

Director Maestría en Construcción Sostenible  
Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca  
Codirector del proyecto de grado

## **Anexo G: Carta enviada a las organizaciones que han gestionado proyectos sostenibles de construcción en Colombia**

Bogotá D.C., 17 de junio de 2021

Señores:

**Nombre de la Organización**

La Ciudad

**Asunto:** Invitación para hacerlos partícipes de una investigación que busca determinar los Factores Críticos de Éxito (FCE) para la gestión de proyectos sostenibles de construcción de edificaciones en Colombia

Reciban un cordial saludo,

Por medio de la presente comunicación queremos resaltar el compromiso que su organización tiene con la sostenibilidad y el trabajo que han venido realizando en la gestión de proyectos de construcción de edificaciones sostenibles en Colombia., por lo cual los invitamos a participar en el desarrollo de una investigación que busca determinar los factores más importantes que deben tenerse en cuenta para la integración de la sostenibilidad en la gestión de proyectos de construcción de edificaciones en Colombia (a estos se les denomina Factores Críticos de Éxito – FCE).

La investigación es desarrollada en el marco de la Maestría en Administración de la Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá en colaboración con la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca, por la estudiante Diana Paola Rincón Valbuena, bajo la dirección de los profesores Juan Javier Saavedra Mayorga y James Alberto Ortega Morales.

De acuerdo con lo anterior, les solicitamos amablemente compartir la siguiente encuesta: <https://www.onlineencuesta.com/s/8c69030> a sus **colaboradores que actualmente ocupen cargos gerenciales, directivos y de coordinación de proyectos**, con el objetivo de que ellos califiquen los factores más importantes para la gestión de proyectos sostenibles de construcción de edificaciones de acuerdo con su experiencia y trayectoria profesional. El tiempo estimado para el diligenciamiento de la encuesta citada es de 20 minutos.

Es importante aclarar que los datos recolectados a través del cuestionario online serán tratados de manera estrictamente confidencial y para uso exclusivo de este proyecto de investigación. En ningún caso se utilizarán nombres o cualquier otra información que permita identificar a los participantes, por lo que el tratamiento de su información se encuentra cubierto por la ley 1581 de 2012 “por la cual se dictan las disposiciones generales para la protección de datos personales”.

En caso de cualquier inquietud sobre el diligenciamiento del cuestionario o sobre el proyecto en general puede comunicarse con Diana Paola Rincón Valbuena al correo electrónico [diprinconva@unal.edu.co](mailto:diprinconva@unal.edu.co) o a los números de celular (+57) 3107571409, y con gusto atenderemos todas sus inquietudes.

Finalmente, queremos comunicarles que una vez publicada la investigación, nos gustaría compartirles una infografía con los resultados obtenidos, para que sus colaboradores que desempeñen cargos gerenciales o directivos puedan conocer y tener en cuenta los asuntos o factores más importantes para asegurar una adecuada implementación de la sostenibilidad en la gestión de proyectos de construcción de edificaciones en Colombia, esto en pro de apoyar el desarrollo de mejores prácticas de gestión en el desarrollo de este tipo de proyectos en su organización.

De antemano agradecemos la debida gestión de esta encuesta con sus colaboradores dado que su participación es fundamental para el desarrollo de esta investigación.

Cordialmente,

---

**Diana Paola Rincón Valbuena**

Estudiante de Maestría en Administración  
Universidad Nacional de Colombia Sede Bogotá

---

**Juan Javier Saavedra Mayorga, PhD.**

Profesor Asociado Facultad de Ciencias Económicas  
Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá  
Director del proyecto de grado

---

**James Alberto Ortega Morales, MsC.**

Director Maestría en Construcción Sostenible  
Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca  
Codirector del proyecto de grado

## Anexo H: Resultados de la prueba de Kolmogórov-Smirnov

	Parámetros normales <sup>a, b</sup>		Máximas diferencias extremas			Estadístico de prueba	Sig. asintótica(bilateral)
	Media	Desv. Desviación	Absoluto	Positivo	Negativo		
IDF1	4,48	0,821	0,343	0,262	-0,343	0,343	,000 <sup>c</sup>
IDF2	4,38	0,889	0,346	0,242	-0,346	0,346	,000 <sup>c</sup>
IDF3	4,48	0,781	0,351	0,254	-0,351	0,351	,000 <sup>c</sup>
IDF4	4,28	0,832	0,257	0,194	-0,257	0,257	,000 <sup>c</sup>
IDF5	4,52	0,760	0,375	0,262	-0,375	0,375	,000 <sup>c</sup>
IDF6	4,30	0,865	0,291	0,209	-0,291	0,291	,000 <sup>c</sup>
IDF7	4,34	0,795	0,297	0,203	-0,297	0,297	,000 <sup>c</sup>
IDF8	4,39	0,740	0,312	0,204	-0,312	0,312	,000 <sup>c</sup>
EF1	4,32	0,727	0,268	0,228	-0,268	0,268	,000 <sup>c</sup>
EF2	4,33	0,729	0,280	0,215	-0,280	0,280	,000 <sup>c</sup>
EF3	4,38	0,771	0,314	0,210	-0,314	0,314	,000 <sup>c</sup>
EF4	4,31	0,779	0,262	0,205	-0,262	0,262	,000 <sup>c</sup>
EF5	4,27	0,938	0,267	0,217	-0,267	0,267	,000 <sup>c</sup>
EF6	4,32	0,739	0,272	0,217	-0,272	0,272	,000 <sup>c</sup>
EF7	4,41	0,807	0,332	0,233	-0,332	0,332	,000 <sup>c</sup>
EF8	4,34	0,785	0,284	0,200	-0,284	0,284	,000 <sup>c</sup>
EF9	4,27	0,955	0,287	0,221	-0,287	0,287	,000 <sup>c</sup>
CF1	4,30	0,754	0,267	0,210	-0,267	0,267	,000 <sup>c</sup>
CF2	4,45	0,810	0,348	0,249	-0,348	0,348	,000 <sup>c</sup>
CF3	4,35	0,788	0,285	0,206	-0,285	0,285	,000 <sup>c</sup>

CF4	4,36	0,810	0,292	0,216	-0,292	0,292	,000 <sup>c</sup>
CF5	4,60	0,774	0,413	0,305	-0,413	0,413	,000 <sup>c</sup>
CF6	4,37	0,860	0,300	0,232	-0,300	0,300	,000 <sup>c</sup>
POF1	4,52	0,591	0,358	0,244	-0,358	0,358	,000 <sup>c</sup>
POF2	4,42	0,755	0,303	0,221	-0,303	0,303	,000 <sup>c</sup>
POF3	4,24	0,810	0,253	0,190	-0,253	0,253	,000 <sup>c</sup>
POF4	4,29	0,794	0,274	0,186	-0,274	0,274	,000 <sup>c</sup>
POF5	4,12	0,934	0,254	0,173	-0,254	0,254	,000 <sup>c</sup>
PPF1	4,31	0,767	0,277	0,196	-0,277	0,277	,000 <sup>c</sup>
PPF2	4,39	0,773	0,310	0,214	-0,310	0,310	,000 <sup>c</sup>
PPF3	4,31	0,725	0,287	0,208	-0,287	0,287	,000 <sup>c</sup>
PPF4	4,31	0,756	0,280	0,198	-0,280	0,280	,000 <sup>c</sup>
PPF5	4,32	0,771	0,278	0,194	-0,278	0,278	,000 <sup>c</sup>
PPF6	4,33	0,843	0,286	0,214	-0,286	0,286	,000 <sup>c</sup>
PPF7	4,44	0,839	0,338	0,250	-0,338	0,338	,000 <sup>c</sup>
PPF8	4,31	0,876	0,278	0,214	-0,278	0,278	,000 <sup>c</sup>
PPF9	4,34	0,774	0,287	0,197	-0,287	0,287	,000 <sup>c</sup>
PPF10	4,34	0,815	0,291	0,209	-0,291	0,291	,000 <sup>c</sup>
PPF11	4,44	0,768	0,330	0,234	-0,330	0,330	,000 <sup>c</sup>
PPF12	4,44	0,867	0,331	0,258	-0,331	0,331	,000 <sup>c</sup>
IMF1	4,42	0,700	0,305	0,218	-0,305	0,305	,000 <sup>c</sup>
IMF2	4,31	0,779	0,270	0,197	-0,270	0,270	,000 <sup>c</sup>
IMF3	4,56	0,736	0,388	0,273	-0,388	0,388	,000 <sup>c</sup>
IMF4	4,16	0,790	0,258	0,218	-0,258	0,258	,000 <sup>c</sup>
IMF5	4,45	0,703	0,331	0,218	-0,331	0,331	,000 <sup>c</sup>

## Anexo I: Valores de pesos y cargas externos estimados mediante PLS-SEM

FCE	Pesos Externos		Cargas Externas	
	Desviación estándar	Valor t	Desviación estándar	Valor t
<b>IDF1</b>	0,166	0,174	0,154	3,350
<b>IDF2</b>	0,126	2,429	0,143	4,719
<b>IDF3</b>	0,151	1,054	0,167	3,728
<b>IDF4</b>	0,188	0,977	0,146	4,143
<b>IDF5</b>	0,165	1,228	0,127	4,508
<b>IDF6</b>	0,139	1,461	0,111	6,039
<b>IDF7</b>	0,156	1,699	0,145	4,140
<b>IDF8</b>	0,134	1,742	0,109	6,260
<b>EF1</b>	0,136	2,860	0,072	11,271
<b>EF2</b>	0,132	0,700	0,121	4,913
<b>EF3</b>	0,131	0,357	0,115	4,771
<b>EF4</b>	0,122	2,621	0,102	7,038
<b>EF5</b>	0,104	0,491	0,150	3,968
<b>EF6</b>	0,119	1,325	0,141	4,453
<b>EF7</b>	0,108	0,917	0,131	4,459
<b>EF8</b>	0,118	1,855	0,136	5,079
<b>EF9</b>	0,150	0,362	0,141	4,585
<b>CF1</b>	0,087	3,756	0,071	10,414
<b>CF2</b>	0,110	0,570	0,094	8,019
<b>CF3</b>	0,099	3,025	0,090	8,876
<b>CF4</b>	0,130	1,900	0,054	15,849



<b>CF5</b>	0,122	0,809	0,089	8,653
<b>CF6</b>	0,111	2,311	0,088	8,292
<b>POF1</b>	0,108	1,896	0,097	6,258
<b>POF2</b>	0,154	1,724	0,124	6,230
<b>POF3</b>	0,179	2,408	0,070	12,422
<b>POF4</b>	0,109	1,776	0,114	5,742
<b>POF5</b>	0,108	2,310	0,098	6,947
<b>PPF1</b>	0,060	1,535	0,127	3,962
<b>PPF2</b>	0,075	2,558	0,105	6,703
<b>PPF3</b>	0,069	1,202	0,089	6,597
<b>PPF4</b>	0,076	1,297	0,091	7,155
<b>00PPF5</b>	0,065	2,977	0,075	9,826
<b>PPF6</b>	0,066	0,072	0,095	7,173
<b>PPF7</b>	0,067	0,044	0,109	5,547
<b>PPF8</b>	0,084	1,967	0,076	9,412
<b>PPF9</b>	0,072	0,466	0,069	10,371
<b>PPF10</b>	0,095	2,393	0,048	17,572
<b>PPF11</b>	0,073	3,162	0,085	8,765
<b>PPF12</b>	0,067	1,127	0,111	6,254
<b>IMF1</b>	0,089	2,821	0,088	8,193
<b>IMF2</b>	0,082	2,078	0,086	7,843
<b>IMF3</b>	0,097	2,428	0,101	7,409
<b>IMF4</b>	0,103	4,435	0,044	19,287
<b>IMF5</b>	0,095	1,949	0,070	10,892