



ESCUELA DE CONTADURÍA

**DISEÑO DE ESTRATEGIAS PARA EL
APROVISIONAMIENTO EFICIENTE
DEL FLUJO DE MATERIALES EN LAS
EMPRESAS PYMES DEL SECTOR DE
LA CONSTRUCCIÓN DE LA CIUDAD
DE CARTAGENA: CASO
EXPLANACIONES Y
CONSTRUCCIONES S.A.**



Michael Matos Paniza, Freddy De Jesús Mestre Gómez
y Oscar Javier Torres Yarzagaray

DISEÑO de ESTRATEGIAS para el
APROVISIONAMIENTO EFICIENTE
del FLUJO DE MATERIALES en las
EMPRESAS PYMES del
SECTOR de la CONSTRUCCIÓN
de la CIUDAD de CARTAGENA:
Caso Explanaciones y Construcciones S.A.

Rector

Rolando Bechara Castilla

Director Académico

Galo Armando Lara Coronel

Director de Investigaciones

Oscar Javier Torres Yarzagaray

Publicación original e inédita que presenta resultados finales de un proyecto de investigación y supera la política de revisión de la Editorial Areteus.

Autores

Michael Matos Paniza

 <https://orcid.org/0000-0002-1723-8635>

Freddy De Jesús Mestre Gómez

 <https://orcid.org/0000-0002-0037-0189>

Oscar Javier Torres Yarzagaray

 <https://orcid.org/0000-0001-6108-0401>

Sello Editorial Areteus

Universidad del Sinú Elías Bechara Zainúm Seccional Cartagena

Sede Plaza Colón Transversal 54 #30-729

Teléfonos: (57) 3008160304 - (035) 6517013 Ext 2445

Cartagena de Indias, Bolívar, Colombia areteus@unisinucartagena.edu.co

Diseño y Diagramación

Raúl Lombardi

Diseño de portada:

Rubén Egea

Impresión

Impreso en Colombia - Printed in Colombia

Todos los derechos reservados, prohibida su reproducción total o parcial sin la autorización de la editorial.

Biblioteca de la Universidad del Sinú Elías Bechara Zainúm Seccional Cartagena Catalogación en la Fuente

Título: Diseño de estrategias para el aprovisionamiento eficiente del flujo de materiales en las empresas pymes del sector de la construcción de la ciudad de Cartagena: Caso Explanaciones y Construcciones S.A. Autores: Michael Matos Paniza, Freddy De Jesús Mestre Gómez y Oscar Javier Torres Yarzagaray.

Descripción: Cartagena de Indias: Sello Editorial Areteus Universidad del Sinú Elías Bechara Zainúm Seccional Cartagena, 2021. | Incluye bibliografía al final del libro.

Materias: Investigación

Identificadores:

ISBN 978-958-53300-3-0 (Impreso)

ISBN 978-628-7594-09-8 (Adobe pdf.)

ISBN 978-628-7594-19-7 (EPUB)

Registro disponible en <https://www.unisinucartagena.edu.co/biblioteca/>

DISEÑO de **ESTRATEGIAS** para el
APROVISIONAMIENTO EFICIENTE
del **FLUJO DE MATERIALES** en las
EMPRESAS **PYMES** del
SECTOR de la CONSTRUCCIÓN
de la CIUDAD de CARTAGENA:
Caso Explanaciones y Construcciones S.A.

Michael Matos Paniza
Freddy De Jesús Mestre Gómez
Óscar Torres Yarzagaray

CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	13
Capítulo 1	
Objetivos de la investigación	17
Objetivo general	17
Objetivos específicos	17
Justificación	18
Descripción del problema	19
Capítulo 2	
Metodología de la investigación	21
Clase de investigación	21
Tipo de investigación	22
Diseño de la investigación	22
Capítulo 3	
Estado del arte y marco teórico de la investigación	23
Estado del arte	23
Conceptualización sobre la gestión de la cadena de suministros	28
Filosofías generalmente aceptadas en la logística mundial	34
Modelos de planificación colaborativa	39
Modelos usados en la cadena de suministro: Un recorrido por distintos autores	42
Gestión de inventarios en el sector constructor	46
Capítulo 4	
Diagnóstico situacional del sector constructor	51
Caracterización económica del sector constructor colombiano (2001-2015)	51
Tipología de insumos usados para la construcción en la ciudad de Cartagena	54
Fases de la cadena productiva, características de los materiales para construcción y el aprovisionamiento de los mismos por las pymes del sector	59

Características de los materiales para construcción	60
Análisis de segmentación de proveedores de materiales de construcción	74
Análisis de competitividad del sector constructor cartagenero	79
Capítulo 5	
Caso de estudio: Explanaciones y Construcciones S. A.	83
Reseña histórica y situación actual de la empresa Explanaciones y Construcciones S.A.	83
Procesos logísticos y métodos de abastecimiento	87
Configuración conceptual del modelo colaborativo, contextualizado e integrador	88
Configuración práctica del modelo colaborativo, contextualizado e integrador	94
Configuración procedimental del modelo colaborativo, contextualizado e integrador	96
Procedimientos para la ejecución del modelo colaborativo, contextualizado e integrador	98
Indicadores para el modelo colaborativo, contextualizado e integrador	100
Conclusiones	107
Referencias bibliográficas	109

TABLAS E ILUSTRACIONES

Tabla 1.	Definiciones de la cadena de suministro	30
Tabla 2.	Definiciones de la gestión de la cadena de suministro	31
Tabla 3.	Lista de los artículos de la gestión de la cadena de suministro ordenados por su solución metodológica	45
Tabla 4.	Información económica del aporte al PIB por sector en el año 2014	52
Tabla 5.	Empresas ofertantes de asfalto en la ciudad de Cartagena	62
Tabla 6.	Empresas ofertantes de concreto en la ciudad de Cartagena	63
Tabla 7.	Empresas ofertantes de arena en la ciudad de Cartagena	64
Tabla 8.	Empresas ofertantes de zorra en la ciudad de Cartagena	65
Tabla 9.	Empresas ofertantes de triturado o grava de la ciudad de Cartagena	66
Tabla 10.	Empresas ofertantes de ladrillo rojo en la ciudad de Cartagena	66
Tabla 11.	Empresas ofertantes de cemento en la ciudad de Cartagena	67
Tabla 12.	Empresas ofertantes de varilla en la ciudad de Cartagena	68
Tabla 13.	Empresas ofertantes de bloque de cemento de la ciudad de Cartagena	69
Tabla 14.	Empresas ofertantes de cemento blanco en la ciudad de Cartagena	71
Tabla 15.	Empresas ofertantes de aditivos para cemento en la ciudad de Cartagena	74
Tabla 16.	Estrategias para la gestión de compras y abastecimiento teniendo en cuenta la segmentación de proveedores en la matriz de Kraljic	75
Tabla 17.	Proceso: Gestión estratégica	85
Tabla 18.	Proceso: Contratación de servicios y ejecución del servicio	85
Tabla 19.	Procesos: Compras, infraestructura y mantenimiento, gestión humana y HSE, mejora continua	86
Tabla 20.	Indicadores de desempeño en el proceso de aprovisionamiento y compras	101
Tabla 21.	Indicadores de desempeño en el proceso de aprovisionamiento y compras del modelo PCCI	101
Tabla 22.	Indicadores de gestión de inventarios	102
Tabla 23.	Indicadores de desempeño en el proceso de gestión de inventarios del modelo PCCI	102
Tabla 24.	Indicadores de desempeño en la gestión de almacenes	103

Tabla 25.	Indicadores de desempeño en el proceso de gestión de almacenes del modelo PCCI	104
Tabla 26.	Indicadores de servicio al cliente	105
Tabla 27.	Indicadores de desempeño en el proceso de servicio al cliente del modelo PCCI	105
Ilustración 1.	Elementos de un nuevo modelo operacional	27
Ilustración 2.	La casa de la gestión de la cadena de suministro	33
Ilustración 3.	Fases y módulos del Sistema LPDS	37
Ilustración 4.	Variación PIB-construcción y subsectores (2001-2015)	53
Ilustración 5.	Cadena productiva del sector construcción de la ciudad de Cartagena de Indias	56
Ilustración 6.	Sitios ofertantes de materiales para la construcción	57
Ilustración 7.	Fases de la cadena productiva del sector constructor de la ciudad de Cartagena	59
Ilustración 8.	Proceso productivo del asfalto	62
Ilustración 9.	Proceso productivo del concreto	63
Ilustración 10.	Proceso productivo del ladrillo rojo	66
Ilustración 11.	Proceso productivo del cemento	67
Ilustración 12.	Proceso productivo del bloque de cemento	69
Ilustración 13.	Proceso productivo del cemento blanco	70
Ilustración 14.	Matriz de Kraljic	74
Ilustración 15.	Segmentación de los proveedores de asfalto	76
Ilustración 16.	Segmentación de los proveedores de concreto	76
Ilustración 17.	Segmentación de los proveedores de arena	76
Ilustración 18.	Segmentación de los proveedores de zahorra	77
Ilustración 19.	Segmentación de los proveedores de triturado	77
Ilustración 20.	Segmentación de los proveedores de ladrillo rojo	77
Ilustración 21.	Segmentación de los proveedores de bloques de cemento	78
Ilustración 22.	Segmentación de los proveedores de cemento	78
Ilustración 23.	Segmentación de los proveedores de varillas	78
Ilustración 24.	Segmentación de los proveedores de cemento blanco	79
Ilustración 25.	Segmentación de los proveedores de aditivos para cemento	79
Ilustración 26.	Organigrama de Explanaciones y Construcciones S.A.	84
Ilustración 27.	Articulación del modelo colaborativo, contextualizado e integrador	97

INTRODUCCIÓN

El sector constructor a nivel mundial aporta significativamente en el crecimiento económico de los países, puesto que en su gestión se encuentra la realización de obras de infraestructura destinada a la comunidad, ya sea realizadas con fondos de origen público o privado.

Al respecto, la teoría macroeconómica moderna sugiere que existe un alto nivel de correlación entre el comportamiento del sector de la construcción y la dinámica económica de los países. El caso colombiano no es la excepción, muestra de ello es el incremento de la participación del sector constructor en el PIB nacional, situación que ha propiciado un elevado desempeño de la economía colombiana durante los últimos cinco años.

En Colombia el sector constructor llegó a aportar, hasta el año 2016, incluso cinco puntos porcentuales a la economía del país. Desde esta fecha se ha notado un decrecimiento relacionado con la disminución en la construcción de obras civiles de orden público, como lo son viviendas y vías 4G. Es así como el sector se ha sostenido con la inversión privada, contribuyendo en la actualidad con tres puntos porcentuales al PIB en promedio (Ministerio de Hacienda y Crédito Público, 2019).

Para los próximos años, a pesar del Covid19, está previsto que el sector mantenga e incluso aumente su crecimiento, contribuyendo al crecimiento económico de la nación. Sin embargo, este sector es jalonado por organizaciones categorizadas,

según el Decreto 957 de 2019, como micro, pequeñas, medianas y grandes empresas, las cuales lidian a diario con inconvenientes para la realización de los proyectos de construcción, como lo son entregas tardías a clientes, pérdidas o mermas del *stock* de inventarios, falta de planificación operativa, incumplimiento de los proveedores, pérdida de tiempo por cuenta de la mano de obra, entre otros.

Las anteriores causas limitan las potencialidades de un sector que crece anualmente, sin generar valor añadido a las actividades comerciales que realiza. Es así como los recursos financieros del sector se encuentran concentrados en mayor medida en las empresas grandes, las cuales tienen la posibilidad de generar ventajas competitivas, facilitadoras de una gestión organizacional ideal, que minimice los riesgos generados por las anomalías presentadas en el sector.

Las grandes empresas, a pesar de concentrar el capital en activos y utilidades, en cuanto a cantidad no son numerosas, y no se caracterizan por ser las mejores aliadas de otras estructuras empresariales como, lo son las micro, pequeñas y medianas empresas, facultad que sí tienen las últimas, donde se contrata mano de obra intensiva y donde la generación de apoyo a otros sectores es fundamental; es decir, las pymes son las principales aliadas de las demás estructuras económicas.

Ahora bien, para aprovechar las capacidades de las pymes, empresas caracterizadas por mantener poco capital para sus operaciones, tener dificultades operativas en la ejecución de sus actividades, y pocos recursos, además de una administración flácida, se propone en esta investigación, la generación de estrategias para crear ventajas competitivas en las pymes del sector constructor de la ciudad de Cartagena, distrito ubicado entre los primeros de Colombia, donde existe una gran concentración de inversión por cuenta del sector objeto de estudio.

Las estrategias a presentar buscan la articulación de la cadena productiva del sector con el propósito de integrar información, de disminuir los tiempos de entrega a clientes y, por supuesto, aumentar la calidad de un sector que según Love, citado por Carbonell (2012), se encuentra fragmentado a nivel mundial.

En este sentido, las estrategias a proponer se encuentran basadas en la planificación colaborativa como eje fundamental para la generación de confianza y alianzas a mediano y largo plazo, de las cuales surja un proceso de retroalimentación suficiente de las operaciones, para aumentar la productividad y competitividad de la empresa.

Al modelo también se une la contextualización como eje relacionado con la integración de información en tiempo real, acorde a las necesidades del sector, capaz de ser analizada para la toma de decisiones. Por último, en la configuración conceptual del modelo, se tiene a la integración empresarial como soporte del proceso de intercambio de información, de la cual se espera fortalecimiento cooperativo de las pymes participes del modelo.

Más aún, la estrategia PCCI tendrá una configuración práctica donde las metodologías de Kraljic, Justo a Tiempo y Lote Óptimo Económico han sido combinadas para garantizar la compra adecuada de los materiales, en la cantidad y el tiempo necesarios para evitar despilfarros y tener una administración de inventarios eficiente.

CAPÍTULO 1

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

OBJETIVO GENERAL

Diseñar la estrategia de aprovisionamiento para el manejo eficiente del flujo de materiales en las empresas pymes del sector de la construcción de la ciudad de Cartagena de Indias, tomando como referencia la empresa Explanaciones y Construcciones S.A.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Caracterizar los procesos de aprovisionamiento de recursos materiales usados por las empresas pymes del sector de la construcción de la ciudad de Cartagena de Indias, teniendo como referente a la empresa Explanaciones y Construcciones S.A.
- b) Determinar el desempeño actual del proceso de aprovisionamiento de recursos materiales usados por las empresas pymes del sector de la construcción de la ciudad de Cartagena de Indias.
- c) Proponer la estrategia de aprovisionamiento más adecuada para el manejo eficiente de los recursos para la construcción usados en las empresas pymes del sector constructor de la ciudad de Cartagena.

JUSTIFICACIÓN

La inversión en infraestructura de un país es un indicador de crecimiento, por lo que el sector constructor como principal herramienta para el logro de una infraestructura nacional moderna, es el motor principal del auge del producto interno bruto de Colombia en los últimos diez años. Evidencia del reciente desempeño de este sector son las obras realizadas en Villavicencio, Cartagena, Cali y Bogotá, ciudades donde el crecimiento de las ventas en proyectos de vivienda superó las expectativas.

Es necesario resaltar que la eficiencia del Estado en los trámites relacionados con el sector de la construcción ha permitido incentivar la inversión privada en este sector, lo que ha permitido su participación dentro del PIB con el 3,4% tomando como corte el año 2019.

Ahora bien, orientar la toma de decisiones de las pymes constructoras de la ciudad de Cartagena de Indias en el aprovisionamiento, permitirá la reducción de riesgos asociados al estancamiento o caída del sector en la economía nacional, puesto que la acusación de cifras de este sector presenta incertidumbre con relación a dos variables: Primeramente, el incremento de la participación del componente de construcción de obras civiles dentro del PIB en los últimos diez años, y como segunda variable, la contabilización de los indicadores de obras civiles con base en los pagos y no en la ejecución física.

Así mismo, pronosticar en forma debida la usabilidad de los recursos que intervienen en las obras de construcción garantizará una disminución de los costos, el cumplimiento de los tiempos de entrega y el aumento de la competitividad de las pymes del sector constructor de la ciudad de Cartagena.

También es importante el desarrollo de la investigación, porque el sector objeto de estudio ha impulsado por décadas a la economía nacional y favorecido los niveles de empleo.

Sin embargo, actualmente presenta coyunturas con relación al manejo de los inventarios usados en las obras de construcción; específicamente, el sector presenta altos tiempos para la realización de las obras de construcción, puesto que no se tiene un sistema de aprovisionamiento capaz de surtir las obras en tiempo real, de acuerdo a las necesidades y exigencias de cada una.

En cuanto a la ciudad de Cartagena, la introducción en nuevos mercados de las empresas pymes del sector constructor, solo podrá ser posible con el aprovisionamiento adecuado de recursos, puesto que aún las pymes de este

sector no cuentan con capital de trabajo alto para optar por realizar obras de gran envergadura como las que en los últimos años se están gestando en el departamento de Bolívar y su ciudad capital. Por eso, en la actualidad, las pymes del sector constructor se encuentran limitadas a su capital o en su defecto a ser subcontratadas por un menor valor de la inversión pactada.

Así mismo, la comunidad académica se verá beneficiada de los resultados de la investigación, porque los estudios alrededor del sector constructor y todo lo relacionado con la cadena de suministros son pocos a nivel local e incluso nacional. En este sentido, los productos de la investigación obtenidos les permitirán a los investigadores apropiarse de un valioso conocimiento que, por medio de la metodología aplicada, se obtendrá.

DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

La existencia activa del sector constructor en las economías mundiales implica crecimiento económico y social, porque como indican Rivas y Loras (2014):

El sector de la construcción juega un rol muy importante en la economía mundial ya que genera alrededor del 10% del PIB mundial y da trabajo alrededor del 7% de las personas empleadas en el mundo. Esta actividad es una gran consumidora de productos intermedios (materias primas, equipamiento electrónico, etc.) y otros servicios relacionados. Por todo esto la construcción es una actividad muy relevante económicamente: su evolución puede influenciar significativamente el desarrollo de la economía global. (p.13)

Con relación a la ciudad de Cartagena de Indias, el número de empresas según la cámara de comercio de esta ciudad, a diciembre de 2019, era de 36.683 unidades, de las cuales se estima que un 16% son pymes constructoras (Cámara de Comercio de Cartagena, 2020).

Así mismo, la Cámara Colombiana de la Construcción (2015) señala que:

El sector de la construcción está caracterizado porque las empresas grandes, suelen trabajar proyectos de mayor envergadura, que demandan grandes volúmenes de capital, y de maquinaria, las cuales requieren grandes inversiones, tanto públicas como privadas que permiten garantizarle al proyecto una mayor productividad, y efectivamente, una mayor demanda de empleo. Estas por lo general son obras de ingeniería civil, mientras que la construcción de edificaciones y acondicionamientos de las mismas, suelen mantener sistemas productivos tradicionales, y es aquí donde tiene gran participación el grupo de las microempresas.

Un aspecto importante a resaltar es el hecho de que el sector de la construcción de la ciudad de Cartagena esté mayormente integrado por microempresas y pequeñas empresas, y lo imposibilita en materia de implementar nuevas tecnologías e innovación en el sector, dado que son aspectos que necesitan grandes flujos de capitales, siendo esta una limitante a la mejora de competitividad y a la incorporación en nuevos mercados.

Ahora bien, a pesar de tener las pymes un 16% de participación en el sector de la construcción local, la concentración de capitales evidenciada en el volumen de activos se presenta en las grandes empresas, las cuales tienen el 61,40%, mientras las pymes concentran el 37,02%, lo cual indica que este sector, concentrado en este grupo de empresas, tiene como limitante una baja escala de producción en lo que corresponde al total de los activos.

Así mismo, las pymes del sector constructor se constituyen como el principal proveedor de las grandes empresas en este sector. Sin embargo, estas empresas afrontan la inserción en el mercado laboral de mano de obra intensiva pobre y vulnerable, al brindar trabajos a personas no calificadas o semicalificadas por un precio bajo de sus servicios. Lo anterior constituye una gran problemática para la correcta utilización de los recursos en cada una de las obras que afronten las empresas del sector constructor, puesto que el poco capital de trabajo, el personal no capacitado y la incorrecta gestión de la administración coadyuvan a la dilatación de los tiempos de construcción y el costo general de las obras.

De allí surge la necesidad de esta investigación, puesto que a partir de las causas mencionadas se visualiza a nivel local y nacional que el sector constructor puede llegar a estancarse si el gobierno nacional llegara a reducir o estar carente de capital para realizar obras de inversión en infraestructura, como los proyectos de vías 4G o en su defecto, casas de vivienda de interés social.

Lo anterior se deja claro porque en Colombia, actualmente, los permisos de construcción duran cuarenta y seis días luego de haberse realizado alrededor de ocho procedimientos, los capitales de trabajo se encuentran concentrados en las grandes empresas, la mano de obra intensiva usada es vulnerable y no capacitada, las empresas carecen de condiciones y certificaciones de calidad, las administraciones no son eficientes en el manejo de los recursos y no existe apoyo del sector financiero a las pymes constructoras; de tal manera que todos estos factores influyen en el estancamiento de este sector de la economía.

Entonces, es necesario preguntarse: ¿cuál es el modelo de aprovisionamiento más adecuado para las empresas pymes del sector de la construcción en la ciudad de Cartagena de Indias?

CAPÍTULO 2

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

CLASE DE INVESTIGACIÓN

La clasificación de la investigación es cualitativa, puesto que, como indica Martínez (2011), el paradigma por el cual surge la concepción cualitativa de la investigación tiene un enfoque antropológico, desde donde el investigador pretende analizar un objeto de estudio que tiene incidencias sociales, y por lo tanto se busca el entendimiento de la realidad desde una posición generadora de evolución.

Es así como la elaboración de los resultados dependerá, en la praxis, del análisis de información generado por académicos y teóricos expertos en la temática, para a partir de allí, contextualizar las necesidades del sector constructor mediante un caso de estudio, y llegar a una solución innovadora y oportuna para la realidad social que se presenta.

En ese sentido, esta investigación se verá soportada por la modalidad *estudio de caso*, como metodología usada para generalizar de manera analítica el estudio de un caso único, por el cual se pretende ilustrar, representar o generalizar una teoría. De allí que se podrá generalizar lo sucedido en la empresa Explicaciones y Construcciones S.A., a las demás empresas pymes, puesto que poseen de manera estructural características similares.

TIPO DE INVESTIGACIÓN

La tipología de la investigación será proyectiva, puesto que, según lo indicado por la investigadora Jacqueline Hurtado de Barrera (2010), se pretende mantener un proceso continuo y progresivo hasta la obtención de los resultados de investigación.

DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El diseño de la investigación será no experimental, porque, según Dzul (s.f.), el modelo a proponer para las empresas constructoras pymes de la ciudad de Cartagena, es realizado a partir de la observación del fenómeno objeto de estudio, el cual no es manipulado mediante variables.

La observación del objeto de estudio brindará apoyo a la realización de los objetivos planteados, puesto que la fundamentación teórica juega un papel importante en la consecución de lo propuesto.

CAPÍTULO 3

ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO DE LA INVESTIGACIÓN

ESTADO DEL ARTE

El sector de la construcción en Colombia desde el año 2014 ha presentado escenarios favorables. Esa tendencia positiva ha contribuido al crecimiento económico nacional reflejándose en el producto interno bruto, el cual ha sido del 3,1% en promedio para esos años.

Además, el crecimiento indicado estuvo apoyado por el sector de la construcción, del cual se registra un alza del 10,2%, jalonado por la realización de obras civiles cuyos niveles de inversión llegaron a un crecimiento del 17,6%, mientras que las edificaciones tuvieron un crecimiento sobrio del 1,4% anual, relacionado parcialmente con la base que generó la construcción de 100 mil viviendas con subsidio pleno por cuenta del gobierno nacional; así como también, la iniciación del programa de vivienda para ahorradores y a los demás instrumentos financieros que apoyaron el desempeño del sector constructor.

Es importante destacar que el sector de la construcción, según estudios de la Organización Internacional del Trabajo en 2001, ha sido históricamente impulsado por los trabajadores del campo, situación que ha permitido el vínculo laboral hacia esa área, de personas con pocos estudios o calificaciones, puesto que provienen de las comunidades más pobres de la sociedad.

La relación de las personas del campo con el trabajo de la construcción ha contribuido a que la ocupación en el sector sea representativa en comparación con el nivel de ocupados a nivel nacional.

Continuando con esta idea, según Ruggirello (2011), citado por el Observatorio del Mercado Laboral de Cartagena y Bolívar (2012):

La escasez de preparación en la mano de obra del sector, se convierte en un factor limitante del nivel de productividad de las diferentes empresas de la región y del nivel de competitividad de las empresas del sector. Por otra parte, cuando se habla de competitividad del sector se conjugan elementos de suma importancia, como tecnología, fortalecimiento del capital humano, capacidad de incursionar en mercados extranjeros, entre otros; en este sentido, el fenómeno de la globalización de la producción convierte a las certificaciones en estándares imprescindibles para la inserción competitiva de las firmas, es así como las certificaciones representan el cumplimiento de un umbral mínimo de calidad en la actividad desempeñada y posibilidades de incursionar en mercados extranjeros. (p. 25)

Es preciso indicar, además, que Barbero (2010) realizó un estudio para el Departamento de Infraestructura y Medio Ambiente del Banco Interamericano de Desarrollo, denominado: *La logística de cargas en América Latina y el Caribe: Una agenda para mejorar su desempeño*, donde se evidencian los inconvenientes logísticos de las empresas pymes en América Latina.

Este autor, en su investigación establece que en el proceso de aprovisionamiento de los materiales necesarios, las pymes del sector constructor incurren en costos logísticos del 40%, los cuales se generan en mayor medida por el proceso de gestión de inventarios, transporte y distribución, por lo que es notoria la dificultad de aprovisionamiento para las pymes constructoras, situación generada por la heterogeneidad en los componentes nacionales e internacionales del sistema logístico, donde las siguientes variables no están fortalecidas: facilitación del comercio exterior (clima de negocios, régimen de política comercial, infraestructura y aduanas); logística empresarial (operadores logísticos e intermediarios, organización de las cadenas de abastecimiento); e infraestructura y servicios de transporte (interfaces y coordinación, flujos externos, nodos de transferencia, flujos internos).

Así mismo, Barbero (2010) menciona que las pymes constructoras, por los inconvenientes anteriormente mencionados, tienen costos superiores a las grandes empresas del mismo sector, entre un 50% a 100%. Por lo tanto, la competitividad de las empresas del sector de la construcción depende de los conocimientos de la mano de obra contratada, más los recursos físicos, financieros y tecnológicos.

Es decir, la integración de todos estos factores en forma debida, sin excesos ni desperdicios, permitirá tener empresas constructoras competitivas.

Gutiérrez y Julio (2008) en su artículo *Modelos de gestión de inventarios en cadenas de abastecimiento: Revisión de la literatura*, establecen que la obtención de la competitividad de las empresas con procesos donde se incluye la cadena de suministro, depende de la aplicación de un modelo de gestión de los inventarios de materias primas que tenga en cuenta la variabilidad de la demanda y los tiempos de suministro. Específicamente, los autores indican que:

Para que las empresas mantengan su competitividad, es necesario definir una metodología que permita estimar las políticas de control de inventarios de productos terminados y materias primas a lo largo de su cadena de abastecimiento, considerando la naturaleza aleatoria de la demanda de productos terminados y de los tiempos de suministro entre las etapas de la cadena. (pp. 145-146)

Es pertinente tener en cuenta lo planteado por Ribas y Companys (2007), al realizar la investigación *Estado del arte de la planificación colaborativa en la cadena de suministro: Contexto determinista e incierto*. Allí, los autores citan a Forrester como aquel investigador que sugiere, como clave del éxito para las empresas, la interrelación entre los flujos de información, materiales, pedidos, dinero, mano de obra y equipos; y declaran que la comprensión y el control de estos flujos es primordial para la gestión de los recursos organizacionales, a fin de apalancar con la eficiencia, los procesos en la cadena de suministros a toda la empresa.

De acuerdo con Gutiérrez y Julio (2008) y Ribas y Companys (2007), el uso eficiente de los recursos en las empresas inmersas en la cadena de suministros dependerá de la armonía en las relaciones de los flujos internos de la empresa ya precitados y la administración de las variables de demanda y tiempo de abastecimiento.

Ahora bien, Carbonell (2012) en el estado del arte de su tesis doctoral titulada, *Propuesta de un modelo de integración para la gestión de la cadena de suministro en el sector de la construcción, cita a dos autores importantes, primero Vrijhoef y Kosjela (2000), que plantea las siguientes tres conclusiones:*

(...) la primera es que la cadena de suministro de construcción genera gran cantidad de desperdicios y problemas. La segunda es que estos desperdicios y problemas son generados en etapas anteriores a la etapa en que nos los encontramos. Y la tercera es que tanto los desperdicios como los problemas son generados mayoritariamente por el miope control y su obsolescencia en la cadena de suministro de la construcción. (p.35)

Y en segundo lugar hace referencia a los autores Dainty A. R. J. et al. (2001), expresando que:

(...) estos autores reflejan por qué la gestión de la cadena de suministro no ha tenido el éxito esperado en la integración de la cadena de suministro de la construcción. La existencia de pequeñas y medianas empresas en la cadena y su escepticismo hacia los métodos que se utilizan en la gestión de la cadena de suministro ha frenado la implantación de estas técnicas como procesos de mejora para obtener la integración de la cadena. (p. 35)

Así mismo, Arce (2009) al realizar una investigación denominada *Identificación de los principales problemas en la logística de abastecimiento de las empresas constructoras bogotanas y propuestas de mejora*, indica que:

El grado de éxito de cualquier proyecto es en gran medida dependiente del aprovisionamiento de equipos, materiales y todos los elementos necesarios que cumplan con la calidad especificada para la obra. Un manejo y control apropiados de los materiales y su disponibilidad para la ejecución de los trabajos, según especialistas del sector, tiene un impacto positivo sobre la productividad de una obra. (pp. 19-20)

De acuerdo con lo anterior planteado, Arce (2009) afirma que:

En la industria de la construcción, las pérdidas en la productividad dependen de tres grandes variables: mano de obra, diseños y administración. La mano de obra es responsable del 10% al 15% de pérdidas, los diseños contribuyen negativamente con 20% a 25% y la administración corresponde de 50% a 55%. Como se puede observar, la administración, quien es responsable de la logística y de la gestión de la cadena de suministros, contribuye negativamente con más de la mitad de las pérdidas de productividad en los proyectos de construcción. (p. 20)

Así pues, el proceso de aprovisionamiento según Ponce y Prida (s.f.), desempeña un papel clave en la gestión global de la cadena de suministros, además de verse definido como un proceso situado como interfaz entre proveedores y clientes, el cual es determinante para fomentar un planteamiento estratégico común y para conseguir una integración de aspectos relacionados con las actividades logísticas (intercambio de información y materiales) entre las distintas empresas de la cadena de suministros.

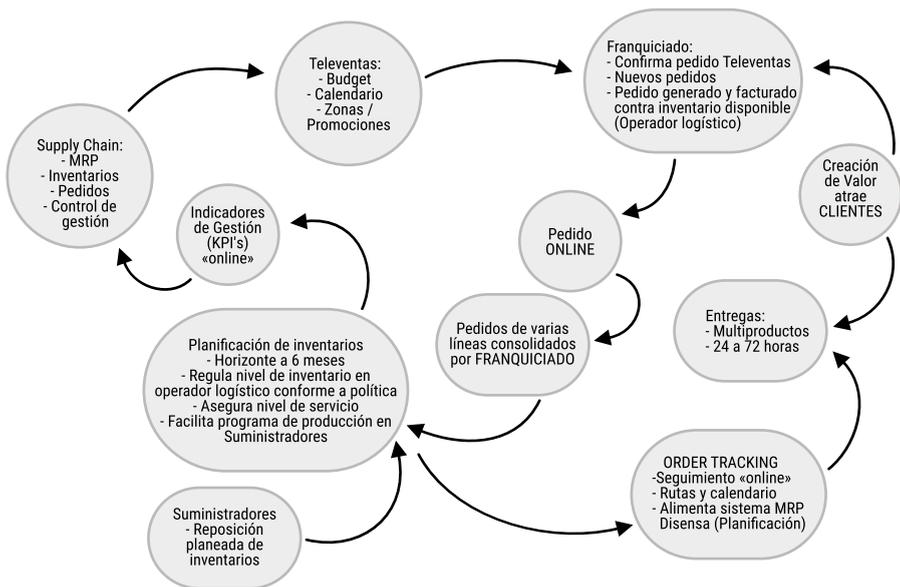
Es preciso tener en cuenta para la logística empresarial de las organizaciones en el sector de la construcción, el trabajo de investigación realizado por Campistany, Campos, Robuste, Urarte y Quintana (2002), denominado *Competitividad logística de La Rioja, modelo para la determinación del nivel de implantación de la logística*

en sectores industriales y viabilidad de un centro de transporte, por medio del cual se estudiaron las empresas de la región mencionada y se diseñó un modelo que simplifica las variables que participan del proceso de aprovisionamiento, agrupándolas por áreas funcionales, las cuales son: Producto, Instalaciones, Transporte, Inventarios, Gestión de Recursos, Información y Comunicaciones.

Estos autores plantean que las áreas funcionales mencionadas agrupan todas las variables presentadas en el proceso de aprovisionamiento, y que la actuación eficiente de todas como un conjunto garantiza la minimización de los tiempos en obras de construcción, lo cual, si no se atiende, genera sobrecostos a los empresarios del sector.

De igual forma, los autores Granda y Sornoza (2015) aportan conocimientos teóricos fundamentales con su investigación *Implementación de un modelo operacional en la distribución de materiales para la construcción*, como fuente documental de gran relevancia en la realización de este estudio, puesto que nos permite conocer los elementos a tener en cuenta a la hora de diseñar un modelo, los cuales se articulan en la siguiente ilustración:

ILUSTRACIÓN 1. Elementos de un nuevo modelo operacional



Nota. Adaptado de Implementación de un nuevo modelo operacional en la distribución de materiales para la construcción. Fuente: Granda y Sornoza, (2015). URL: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/30464>. Dominio público

Por tal motivo, y en vista de los inconvenientes que el sector de la construcción presenta, los cuales no le permiten tener un alto nivel de competitividad a pesar de su crecimiento anual y la representación que posee en el producto interno bruto y el uso de mano de obra intensiva, es necesario realizar el diseño de un modelo de aprovisionamiento para el manejo eficiente del flujo de materiales en las empresas pymes del sector de la construcción de la ciudad de Cartagena de Indias, con el propósito de afianzar la competitividad y productividad de las mismas, tomando como referente las operaciones de la empresa Explanaciones y Construcciones S.A.

A través de esta investigación se pretende diseñar un modelo que permita realizar innovaciones de los procesos, entendidos estos como, la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, método de producción o distribución. Esto implica cambios significativos en las técnicas, los materiales y/o el software, y tiene por objeto la disminución de costos unitarios de producción o distribución, mejorar la calidad, producir o distribuir nuevos productos.

Desde esta perspectiva, la investigación se dirige a fortalecer la mejora continua, la disminución de excesos y desperdicios, la optimización del tiempo, variables que actualmente restan productividad y competitividad al sector constructor.

CONCEPTUALIZACIÓN SOBRE LA GESTIÓN DE LA CADENA DE SUMINISTROS

Para comprender el concepto de *cadena de suministro*, se debe contextualizar la noción dentro de un proceso histórico que la ha determinado, es decir, se debe observar cómo ha cambiado con el paso del tiempo. Es así como desde el año 400 a. C., se tiene conocimiento de los alcances de la cadena de suministro mediante la obra literaria de Sun Tzu, donde se relata las estrategias usadas en la guerra y los suministros utilizados para alcanzar la victoria.

Con posterioridad, y situados en la era moderna, la revolución industrial masificó la producción de bienes y servicios, los cuales debían ser llevados a los mercados para ser adquiridos por los consumidores, lo cual fortaleció el establecimiento de la cadena de suministro desde los inicios del siglo XX. Así mismo, la postguerra de la II Guerra Mundial jalonó la aplicabilidad de la cadena de suministro en las empresas, para lograr alcanzar mayor efectividad en la entrega de los bienes y servicios a los clientes.

En la década de los años sesenta del siglo pasado, Forrester introduce con claridad el concepto de cadena de suministro, iniciándose su estudio desde

el ámbito académico. Este autor indica que la interacción entre los flujos de información, materiales, pedidos, dinero, mano de obra y equipos, es lo que caracteriza al concepto. Y la comprensión y control de los flujos mencionados, es el trabajo principal de su gestión.

Posterior a la definición realizada por Forrester, surgieron otras, de distintos autores, como las siguientes:

Burns y Sivazlian en 1978 definieron a la cadena de suministro como el conjunto de empresas que actúan en el diseño, ingeniería, mercadeo, fabricación y distribución de productos y servicios a los consumidores finales. Basado en las diferentes actividades que se desarrollan en una cadena de suministro, Stevens (1989) y Lee y Billington (1993), expresaron que, una cadena de suministro está conectada por una serie de actividades, como la planificación, coordinación, control de materiales y productos terminados, de acuerdo a las necesidades de los clientes, lo cual tiene que ver con dos flujos distintos dentro de la organización, uno de material y otro de información.

Es notorio que esas definiciones, originadas desde la década de los años sesenta hasta el nuevo siglo, estén basadas en relacionar a la cadena de suministro con actividades a desarrollar para satisfacer las necesidades de los clientes. Sin embargo, el nuevo siglo se inicia con definiciones como la emitida por el Council of Logistics Management¹.

En este sentido, Arce (2009) señala que la cadena de suministro es un área contemporánea, la cual abarca los procesos y funciones logísticos. De manera específica, este autor adopta la definición de logística emitida en 1998 por el Council of Logistics Management:

La logística es la parte de los procesos de la cadena de suministros que planifica, implementa, y controla el flujo de efectivo y el stock de bienes, servicios e informaciones pertinentes desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el objetivo de atender las necesidades de los clientes. (p. 63)

Arce (2009), en su investigación denominada *Identificación de los principales problemas en la logística de abastecimiento de las empresas constructoras bogotanas y propuestas de mejora*, también hace mención de la definición de cadena de suministro, a fin de aclarar la diferencia con el concepto de logística, porque según este investigador, ambas definiciones son comúnmente utilizadas, sin distinción, entre los académicos. La primera definición según el Council of Logistics Management, es:

1. Council of Logistics Management Professionals, asociación que es líder mundial en la gestión logística.

La gestión de la cadena de suministros consiste en la integración de los procesos de negocio desde el usuario final hasta los proveedores originales (o primarios) que abastecen a los productos, servicios e informaciones que añaden valor para los clientes o usuarios finales y los propietarios de los recursos (stakeholders). (p. 63)

La cadena de suministro debe aportar valor agregado a los productos, servicios e incluso informaciones puestas a disposición de un usuario final. Así mismo, los propietarios de dichos bienes y servicios deben obtener valor agregado al aplicar procesos logísticos con base en suministros eficientes.

Continuando, Correa y Gómez (2009) señalan que la cadena de suministro es importante en la época contemporánea porque favorece el aumento de la competitividad y productividad en los sectores económicos. Estos autores definen a la cadena de suministro como: "Un conjunto de actividades, funciones, redes de instalaciones y distribución que permiten transformar la materia prima en productos que se distribuyen a los clientes para satisfacer sus necesidades y de ser posible añadir valor". (p. 96)

Al aplicarse la cadena de suministro en el sector empresarial, nace el concepto de gestión de la cadena de suministro (*Supply Chain Management*), con el propósito de aumentar el aprovechamiento de los recursos y procesos asociados a la cadena de suministro en las empresas.

Para tener claridad sobre los conceptos de cadena de suministros y gestión de la cadena de suministros, Correa y Gómez (2009) amplían las definiciones citando a otros autores, en las siguientes tablas:

TABLA 1. Definiciones de la cadena de suministro

AUTOR	DEFINICIÓN
Ganeshan y Harrison (1995)	La cadena de suministro es una red de instalaciones y redes de distribución que permiten el aprovisionamiento de materiales, su transformación en productos semiterminados y/o que son distribuidos para satisfacer las necesidades de los clientes.
Ballou (2004)	Un conjunto de actividades funcionales que se repite a lo largo del canal del flujo del producto, mediante el cual la materia prima se convierte en productos terminados y se añade valor al consumidor.
Mentzer (2004)	Un conjunto de tres o más empresas conectadas o relacionadas con flujos de productos, servicios, finanzas o información desde el suministro hasta el cliente final.

Correa y Gómez (2009)	La cadena de suministro busca añadir valor al cliente, mejorar las relaciones con proveedores, fabricantes, clientes y aumentar las ganancias a los accionistas.
-----------------------	--

Nota. Adaptado de Cadena de suministro en el sector minero como estrategia para su productividad. Fuente: Correa y Gómez, (2009). Boletín Ciencias de la Tierra, 25. URL:<http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/rbct/rt/printerFriendly/10863/11345>

Inicialmente, Ganeshan y Harrison (1995) se refieren a la cadena de suministro como un conjunto de redes, cuyo propósito es permitir el aprovisionamiento de materiales para la elaboración de productos que satisfagan las necesidades de los clientes. De la misma manera, Ballou (2004) relaciona su concepto con la satisfacción del cliente, incluyendo la añadidura de valor en la cadena de suministro.

Mientras que para Mentzer (2004), la cadena de suministro es un conjunto de empresas, en lugar de únicamente un conjunto de actividades, lo cual también es indicado por Ballou (2004). Correa y Gómez (2009) tienen en cuenta la añadidura de valor al cliente, en los productos que se proveen, además de señalar que la cadena de suministro debe mejorar las relaciones entre proveedores, fabricantes, clientes y aumentar las ganancias de los accionistas.

Con relación a la gestión de la cadena de suministros, se tienen los siguientes conceptos:

TABLA 2. Definiciones de la gestión de la cadena de suministro

AUTOR	DEFINICIÓN
Mentzer (2004)	Coordinación sistemática y estratégica de los procesos del negocio dentro de una empresa particular y su cadena de suministro, con el fin de mejorar su desempeño al largo plazo como un todo (empresas y cadena de suministros).
Hugos (2006)	Es la coordinación de los procesos de producción, inventarios, localización y transporte entre los participantes de la cadena de suministro para satisfacer las necesidades de los clientes de una forma eficiente y responsable.
Brewer, Button y Hensher (2001)	Es la integración y la administración de los procesos logísticos claves, a través de la cadena de suministro.

Correa y
Gómez
(2009)

Es un medio para coordinar e integrar estratégica y sistemáticamente los procesos claves dentro de la cadena de suministro, con el fin de satisfacer las necesidades del cliente y mejorar el desempeño de las empresas involucradas.

Nota. Adaptado de Cadena de suministro en el sector minero como estrategia para su productividad. Fuente: Correa y Gómez, (2009). Boletín Ciencias de la Tierra, 25. URL: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/rbct/rt/printerFriendly/10863/11345>

Respecto a la gestión de la cadena de suministro, se tiene que Mentzer (2004) establece que la sinergia entre los procesos del negocio y los procesos logísticos depende de la coordinación sistemática y estratégica de los mismos, con el objetivo de mejorar el desempeño de la empresa y su cadena de suministro en el largo plazo.

Por su parte, Hugos (2006) coincide con Mentzer (2004) cuando señalan que la coordinación es la herramienta fundamental para la gestión de la cadena de suministro. Sin embargo, Hugos especifica los procesos sujetos a ser gestionados para un correcto suministro de productos y servicios a los consumidores finales, los cuales son: producción, inventarios, localización y transporte.

Continuando con la valoración de las definiciones, se tiene que Brewer, Button y Hensher (2001) establecen a la gestión de la cadena de suministros como la integración y administración de los procesos logísticos, por lo que tomando como complemento lo indicado por Correa y Gómez (2009), la cadena de suministro busca satisfacer las necesidades de los clientes y el desempeño de las empresas, a través de la aplicación estratégica y sistemática de los procesos logísticos.

También Capó-Vicedo, Tomás-Miquel y Expósito-Langa (2007), definen a la cadena de suministro como una red de organizaciones involucradas a través de uniones aguas arriba y aguas abajo en los diferentes procesos y actividades que producen valor en forma de productos y servicios para los clientes finales; lo cual se refiere al trabajo colaborativo entre los participantes de la cadena de suministro, con el propósito de que la gestión interna de la misma sea competitiva y eficiente. Incluso, en la investigación de los autores mencionados, se indica que la cadena de suministro carece usualmente de información, personal calificado y otras variables capaces de restar dinámica empresarial a las organizaciones. Por tanto, las empresas inmersas en la cadena de suministro deben soportar sus procesos logísticos en la gestión del conocimiento, la innovación, el emprendimiento y por supuesto la comunicación.

Es así como se tiene en cuenta lo mencionado por Stadtler (2005) citado por Herrera (2013), donde la gestión de la cadena de suministro es vista como una casa, donde los pilares fundamentales están distribuidos de la siguiente forma:

El techo de la casa muestra los objetivos finales de la gestión de la cadena de suministro (competitividad y servicio al cliente); los pilares que la soportan representan, por un lado, la integración de las unidades de negocio que forman la cadena de suministro, y por otro, la coordinación necesaria que debe existir entre ellas, a todos los niveles; la base, representa los fundamentos y procesos de apoyo para la gestión de la cadena, véase Ilustración 2. (p.18)

La intencionalidad de Stadtler al comparar la gestión de la cadena de suministro con una casa, es orientar a las empresas hacia la integración de los procesos en la organización para brindar un servicio al cliente con valor añadido, y lograr obtener altos niveles de competitividad.

ILUSTRACIÓN 2. La casa de la gestión de la cadena de suministro



Nota. Adaptado de Diseño de un modelo de planificación colaborativa para la cadena de suministro agroindustrial del cacao, bajo un enfoque de programación binivel (BPL) y valor de shapley (Shapley Value). Fuente: Stadtler citado por Herrera, (2013). URL:<http://biblioteca.unitecnologica.edu.co/notas/tesis/0064423.pdf>

Así mismo, y teniendo en cuenta la conceptualización de distintos autores sobre la cadena de suministro y su gestión, se establece en el marco de esta investigación un concepto propio unificador de ambos fundamentos:

La cadena de suministro es el conjunto de elementos o factores (recursos financieros, humanos, materiales, tecnologías, entre otros) dispuestos por las organizaciones para llevar a las manos del cliente productos y servicios, los cuales, mediante una eficiente administración, permitirán añadir valor a la comunidad.

Por lo anterior, la gestión de la cadena de suministro debe tener claridad para la conciencia del consumidor moderno, donde se circunscriba, en su opción de compra de los productos y servicios ofertados por las empresas, aspectos de costo/beneficio que involucren una mentalidad colectiva.

FILOSOFÍAS GENERALMENTE ACEPTADAS EN LA LOGÍSTICA MUNDIAL

Con posterioridad a la II Guerra Mundial, se tiene que la logística inicio el proceso de su integración con las actividades operativas en las empresas; de tal manera, se originaron nuevas tendencias relacionadas con la producción eficiente de productos y servicios.

Es así como, según Ulloa (2009), las filosofías usadas en la logística a nivel mundial son: *Lean Production*, *Lean Construction* y *Lean Supply*. Al respecto, *Lean Production* nace en el sistema de producción de Toyota en 1950, cuando la empresa se decidió a entregar un producto al cliente según sus requerimientos, en el menor tiempo posible y sin cargos de inventario para la compañía.

Específicamente, la filosofía del *Lean Production* se encuentra definida como *Una nueva manera de pensar y hacer las actividades en contraposición a la forma tradicional de la producción en masa*, lo cual se consigue mediante la aplicación de técnicas y principios en el diseño, abastecimiento y manufactura que son las bases de este enfoque.

Ahora bien, el *Pensamiento Lean* se caracteriza, según Womack y Jones (1996) citados por el OML (2012, p. 20), por:

- a) Especificar los valores de un determinado producto que sólo pueden ser definidos por el cliente.
- b) Identificar el flujo de valor o cadena de valor para el producto; es decir, consiste en analizar si cada paso en el flujo de valor es necesario o no y clasificar las actividades que crean valor y las que no. Esto permitirá tomar acciones para eliminarlas.

- c) Implementar un flujo continuo, es decir, los componentes del producto deben estar en constante movimiento. Esto implica que la empresa se flexibilizará y responderá mejor a las demandas.
- d) Jalar la producción lo cual significa que sólo se producirá de acuerdo a la demanda del cliente. En otras palabras, la producción no debería hacerse según las previsiones de ventas sino sólo cuando el cliente lo requiera.
- e) Perseguir la perfección a través del mejoramiento continuo porque para el *Lean Production* siempre hay una mejor manera de hacer las cosas.

De la misma manera, Mellado (2015) establece las siguientes características del *Pensamiento Lean*:

- a) Producción en lotes pequeños y contar con el mínimo de inventario en proceso (proceso JIT).
- b) Mantener una cercanía geográfica de plantas de ensamblaje y producción de componentes.
- c) Estandarizar procesos de manera tal que se desarrollen de manera continua, optimizando recursos y eliminando lo que no agrega valor (espacio, capital y personal).
- d) Producir solo lo necesario con base a los productos que son solicitados por el cliente final (procesos «pull»).
- e) Detección y solución de problemas desde su origen, eliminando defectos, de manera que se satisfaga los requerimientos del cliente por su alta calidad (*Total Quality Management*).
- f) Si los volúmenes de producción son bajos, establecer una capacidad de flexibilidad para lograr una producción ágil y con gran variedad de productos según los requerimientos del cliente.
- g) Establecer lazos de largo plazo con proveedores, generando acuerdos que permitan compartir información y el riesgo de los costos.

Continuando, el concepto definido hasta ahora, según Ulloa (2009), ha evolucionado a través de tres modelos propios, denominados: 1. modelo de transformación, 2. modelo de transformación y flujo, y 3. modelo de transformación, flujo y valor.

Hasta aquí, puede evidenciarse la evolución desde el primer modelo, donde al final el último adiciona valor a los procesos logísticos. Entonces, el modelo de transformación solo se aplica en las etapas productivas desde una mirada de entradas y salidas, siendo el segundo modelo aquel capaz de adicionar los flujos de materiales e información entre los procesos productivos desde la transformación de las materias primas hasta el producto final. El tercer modelo pretende aportar valor a los productos y servicios ofertados a los clientes mediante procesos eficientes, es decir, con la aplicación de actividades en el menor tiempo posible utilizando los recursos de calidad disponibles.

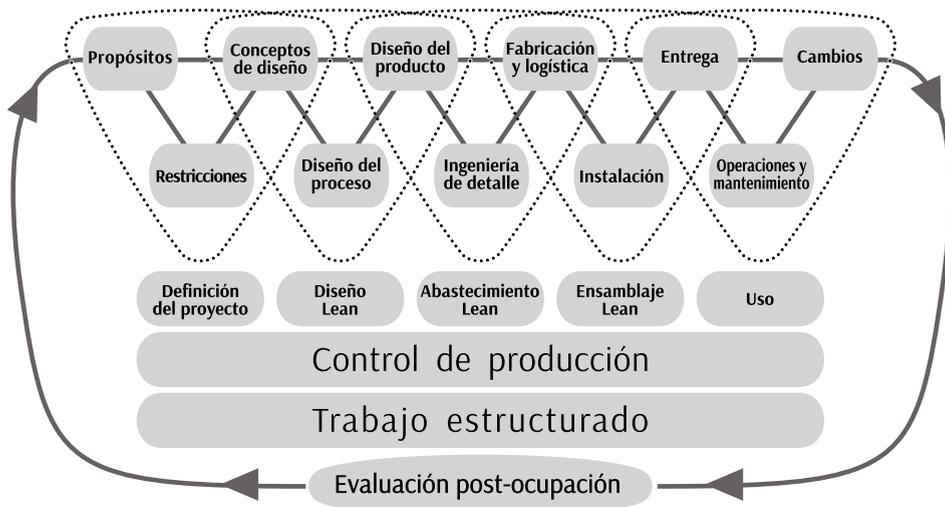
Posteriormente, el modelo de transformación, flujo y valor, brinda las bases conceptuales para el nacimiento del *Lean Construction*, donde se pretende interrelacionar todas las actividades realizadas en cada proyecto, al flujo de materiales. Mano de obra e información con el fin de maximizar el desempeño, evitar los sobrecostos y acortar los tiempos de entrega de los contratos.

Así mismo, *Lean Construction* para brindar aportes considerables al sector constructor, posee varios objetivos, los cuales son:

- a) Maximizar el desempeño del proyecto atendiendo a los requerimientos de los clientes en cada nivel del proceso.
- b) Diseñar conjuntamente el producto y proceso.
- c) Aplicar un control de producción desde el diseño del producto hasta la entrega.
- d) Minimizar o eliminar las actividades que no añaden valor.
- e) Reducir la incertidumbre asociada al proyecto, en cuanto a costos y plazos.

Estos objetivos son aplicados mediante el Sistema LPDS (Lean Project Delivery System), el cual se ejecuta a través de cinco fases principales y catorce módulos, proceso evidenciado en la Imagen 1.

ILUSTRACIÓN 3. Fases y módulos del Sistema LPDS



Nota. Adaptado de Técnicas y Herramientas para la gestión del abastecimiento. Fuente: Ulloa, (2009). URL: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/187/ULLOA_KAREM_TECNICA_HERRAMIENTAS_GESTION_ABASTECIMIENTO.pdf?sequence=1

Aún más, las cinco fases principales del LPDS son definidas por Ulloa (2009, pp. 28-29), así:

- a) **Definición del proyecto:** Esta fase está conformada por tres módulos: los propósitos, las restricciones y los conceptos de diseño. La definición del proyecto incluye el análisis de las necesidades y valores (propósitos) del cliente teniendo en cuenta las restricciones (normas, ordenanzas, etc.). El resultado de este proceso son los conceptos de diseño que vendrían a ser las alternativas del proyecto. En esta fase es necesaria la participación de los clientes, gerentes del proyecto, contratistas, proyectistas y en general de todas las personas que de alguna manera estén relacionadas con el proyecto. Una vez que las necesidades, valores, restricciones y conceptos de diseño estén alineados se puede pasar a la siguiente fase.
- b) **Diseño *Lean*:** Aquí se desarrolla el diseño del proceso y del producto de manera simultánea y no como normalmente se hace, es decir, diseñar primero el producto y posteriormente pensar en cómo se hará el proceso. El *lean design* busca explorar múltiples alternativas antes de tomar la decisión final. Para esto requiere que tanto los clientes, el constructor, los proyectistas, los proveedores, los maestros de obra, etc., estén involucrados. Si el proyectista establece un sistema aligerado

prefabricado, es necesario saber si existe disponibilidad en el mercado y qué ventajas ofrecen en cuanto a costo o tiempo, para lo cual se debe conocer la opinión del proveedor y constructor.

- c) Abastecimiento *Lean*: Consiste en la ingeniería de detalle, fabricación y logística para lo cual se tiene como pre-requisito el diseño del producto y proceso de tal manera que se sabrá qué fabricar y cuándo entregar los componentes. También incluye iniciativas como reducir el tiempo de entrega de información y materiales.
- d) Ensamblaje *Lean*: Comienza con la entrega de materiales y la información relevante para su instalación, y finaliza con la entrega del producto.
- e) Uso: El uso es la fase que consiste en la entrega del producto o servicio al cliente final, después de varias pruebas para certificar su calidad. También involucra acciones de modificación y mantenimiento que pudiesen ocurrir en el diseño.
- f) Evaluación post-ocupación: Este módulo se introdujo para resaltar la importancia de documentar las experiencias de un proyecto y que nos puedan servir de aprendizaje para posteriores proyectos.

Sin embargo, no solo basta con tener en cuenta el *Lean Construction*, puesto que, para la ejecución de todas las fases y el cumplimiento de los objetivos de esta filosofía, la organización que la pone en práctica se debe apoyar en el enfoque *Lean Supply*, dirigido a garantizar el abastecimiento de materiales a los proyectos en ejecución.

De tal manera, está integrada esta filosofía, por el detalle del producto, la ingeniería de detalle, la fabricación y logística. Los pasos mencionados pueden ser definidos, así:

- a) Diseño del producto: Este módulo consiste en coordinar tanto con los proyectistas, proveedores y contratistas, para que discutan en conjunto acerca del diseño del producto de tal manera que puedan resolver anticipadamente todas las restricciones que pudieran existir. El resultado de este módulo es definir qué se va a hacer, acción que se refleja en los planos del proyecto.
- b) Ingeniería del detalle: Se refiere al conjunto de planos de detalle, especificaciones técnicas, cálculos, metrados, presupuestos, programación etc., que describe específicamente cómo será el producto y el proceso.

- c) Fabricación y logística: Se refiere a que los productos y servicios solo serán fabricados si son jalados por los clientes, es decir, los productos solo serán entregados si hay una demanda real en lugar de almacenarse con el fin de satisfacer demandas supuestas. (p. 30)

En términos generales, las tendencias modernas para la ejecución eficiente y con valor agregado de las actividades en el sector constructor, generan un concepto denominado *Lean Logistics*, donde se resume el propósito de los enfoques modernos alrededor de la aplicación de los procesos logísticos con fines de generar productividad y competitividad en las empresas.

MODELOS DE PLANIFICACIÓN COLABORATIVA

La planificación colaborativa es vista desde la óptica moderna de la logística como aquella capaz de permitir una articulación entre distintas empresas, constituyendo relaciones en red para el beneficio de sus integrantes. Estos beneficios se ven representados en la disminución de costes logísticos, mejores procesos administrativos y la concepción de una empresa global.

Así pues, se enfatizará en este punto sobre los modelos de planificación colaborativa porque el modelo a proponer tiene sus bases en la integración regional de las compañías inmersas en la cadena de producción del sector constructor.

Es así como Lario y Vicens (2006) establecen que los modelos de planificación colaborativa pueden ser conceptuales, analíticos e incluso basados en inteligencia artificial. Se detallan estos modelos a continuación:

1) Modelos conceptuales

Estos modelos tienen como objetivo el logro de un enfoque orientado a procesos dentro de la empresa, para la gestión de la red de suministros. Los modelos conceptuales son:

- a) Matriz SCP (*Supply Chain Management and Advanced Planning*)

La matriz SCP establece distintas actuaciones de una empresa, en el contexto de una red/cadena de suministro (aprovisionamiento, producción, distribución, ventas), teniendo en cuenta tres niveles (largo, medio y corto plazo). Esta aproximación permitiría el análisis del proceso de negocio, de planificación y de operaciones (aprovisionamiento, producción, distribución, ventas) en el ámbito

de la orientación a los procesos, con un enfoque de modelado empresarial de la cadena de suministros (CdS) mediante redes de empresas/empresa extendida/virtual.

b) Modelo inter-empresas

Este modelo deberá tener en cuenta las siguientes visiones o perspectivas: la física o de recursos, la decisional, la informacional y la funcional, a través de la metodología IE-GIP adaptada a la CdS, y extendiendo la metodología jerárquica para la planificación de la producción a la planificación de operaciones (de aprovisionamiento, producción, distribución, ventas), que tenga en cuenta las distintas visiones citadas necesarias para una adecuada ayuda a la toma de decisiones. Según Scheweneiss (2003) se tendrá en cuenta tanto la integración/jerarquía geográfica (la red/cadena de suministros global, cada una de las etapas de aprovisionamiento, producción, distribución, ventas, y por último los nodos, instalaciones donde se ejecutan las operaciones), como la jerarquía temporal (largo plazo, medio plazo, y corto plazo).

c) Modelo de referencia de operaciones en la cadena de suministro (SCOR)

Es una herramienta para representar, analizar y configurar las CdS. El modelo SCOR fue desarrollado por el Supply-Chain Council (SCC), fundado en 1996 como una organización sin ánimo de lucro por el AMR Research y la empresa consultora Pittiglio Rabin Todd & McGrath (PRTM), además de otras 65 grandes empresas (Supply-Chain Council, 2002a). El modelo SCOR, a diferencia de los modelos de optimización, no da ninguna descripción matemática formal de la CdS ni ningún método optimizador o heurístico para la resolución de problemas de diseño/configuración ni de coordinación/gestión de la R/CdS. Solamente está estandarizando la terminología y los procesos, posibilitando una descripción general de las cadenas de suministro.

2) Modelos analíticos

Según Lario y Vicens (2006), estos modelos están basados en técnicas de investigación operativa y con atención a los procesos de toma de decisión, se aplican tanto a problemas de configuración (diseño estratégico) como de coordinación (gestión táctica y operativa) de la RdS. En general, se observa que la toma de decisiones se efectúa en distintos niveles jerárquicos y con distintos horizontes de planificación (planificación jerárquica).

Las herramientas de programación matemática siguen siendo la mejor forma de abordar sistemáticamente los problemas de planificación en un contexto

determinista y/o de certidumbre; frente al asunto de la incertidumbre se han generado una serie de técnicas y metodologías. En el contexto de la planificación de la producción mediante la programación matemática, aparece la planificación jerárquica. En 1995, Meybode y Foote plantean un modelo de planificación de la producción y distribución mediante la planificación jerárquica con múltiples objetivos.

Por otra parte, aparecen los modelos para la coordinación de la distribución-inventario; su objetivo es determinar la política óptima de inventarios para toda la CdS. Se conocen como modelos de gestión de inventarios multinivel, que separan la estructura de inventarios en serie y en paralelo; inicialmente se desarrollaron para tratar los problemas de coordinación de materiales en un sistema multinivel.

La teoría del sistema multinivel abarca el problema de la incertidumbre de la demanda en diferentes niveles del proceso de planificación y está orientada principalmente hacia los materiales (Zjirn, 2000).

La gran mayoría de los modelos de inventarios multinivel, generalmente, consideran la CdS de dos niveles, mientras que las de tres niveles se estudian poco debido a su elevada complejidad computacional. Ganeshan (1999) considera una CdS con tres etapas, donde múltiples proveedores abastecen a un almacén central que sucesivamente distribuye a un gran número de comerciantes, y se determina el punto de pedido y la política de la cantidad de pedido para los comerciantes y el almacén, asunto que minimiza el coste logístico bajo restricciones de servicio al cliente (Kelle y Milne, 1999).

3) Modelos basados en inteligencia artificial

Según Larios y Vicens (2006), estos modelos se han aplicado para resolver problemas en la GRdS. En general, se utilizan más frecuentemente para resolver problemas de coordinación en un contexto de incertidumbre. Bajo este enfoque se hace una distinción entre aleatoriedad e imprecisión (Bellmann y Zadeh, 1970), y se presenta la forma de aplicar los conjuntos difusos a los problemas de toma de decisiones (planificación) bajo incertidumbre.

Respecto a los modelos de inteligencia artificial, los más usados son los que se basan en la teoría de los conjuntos difusos, si bien se han utilizado, sobre todo, en los niveles operativos de planificación.

MODELOS USADOS EN LA CADENA DE SUMINISTRO: UN RECORRIDO POR DISTINTOS AUTORES

El desarrollo de la logística y sus procesos con posterioridad a la II Guerra Mundial se fueron especializando, por lo que en la era moderna es posible referirse a logística de producción hospitalaria y por supuesto de aprovisionamiento, entre otras clasificaciones.

Se debe agregar que, en 1961 se inician los estudios sobre la modelación de las cadenas de suministro o abastecimiento, siendo Forrester el padre de la dinámica de sistemas, quien estudiaría la forma de generar modelos para las cadenas de suministro que pueden brindar mayor confiabilidad en la toma de decisiones de las empresas.

Según Kraljic (1983), citado por Servera-Francés (2010), la logística de aprovisionamiento es:

La gestión de las materias primas, piezas y otros elementos necesarios para llevar a cabo el proceso productivo de la empresa. En este ciclo, la gestión logística se centrará en la planificación de la política de compras, en la gestión del transporte desde el proveedor hasta la empresa, en el diseño de almacenes y en la gestión de inventarios de materias primas, con el objetivo de mantener una gestión eficiente de las mismas a un coste razonable. (p. 223)

Teniendo en cuenta lo establecido por Servera-Francés, durante el estudio de la logística, sus clasificaciones y aplicaciones en el sector empresarial, varios autores han generado modelos para orientar las prácticas y gestión organizacional relacionada con la adquisición en niveles correctos de inventario, a fin de mantener un equilibrio entre compras y productividad.

Es así como Viancha (2014) establece, específicamente, que los modelos Facilitan la gestión por cuanto muestran resultados de una situación específica y en la planificación operativa permiten reaccionar rápidamente a los cambios del entorno que no se pueden predecir con anterioridad. Este autor plantea, entonces, que mediante los modelos aplicados a las cadenas de suministros se puede obtener una planeación operativa eficiente, la cual tendrá una incidencia en la rentabilidad y sostenibilidad de la organización.

En este orden de ideas, según Viancha existe un gran número de modelos para la gestión de la cadena de suministro basados en la demanda, por lo que dichos modelos hacen hincapié en una alta flexibilidad para afrontar cambios inespe-

rados en los procesos de negocios. Los modelos basados en la demanda están orientados a satisfacer la demanda de los clientes o anticipar la demanda futura.

Continuando con estas ideas, Lambert, citado por Viancha (2004), indica que algunos autores establecen solo dos modelos para la gestión de la cadena de suministro. Uno de ellos es el modelo de referencia de operaciones de la cadena de suministro (SCOR, por sus siglas en inglés), mediante el cual se realiza reingeniería de procesos de negocio, evaluación comparativa y medición de procesos en un marco de funciones transversales. En este sentido, se tiene que:

Autores como Lambert y Huan consideran que, aunque SCOR es reconocido como el modelo más completo, aún define los procesos de negocio en un alto nivel de abstracción, que no es suficiente para su aplicación. Además, no incluye un método para la conformación de modelos específicos ni plantillas de configuraciones típicas de la Cadena de Suministro, y aunque aborda diferentes procesos, como abastecer, transformar, distribuir, planear y retroalimentar, no está claro cómo se interrelacionan estas categorías ni cuáles son subyacentes a los sistemas de control y mecanismos de coordinación. (p. 223)

Respecto al segundo modelo para la gestión de la cadena de suministro, se trata del propuesto por el *Foro Mundial de la Cadena de Suministro*, el cual tiene una perspectiva estratégica y su enfoque es la integración por medio de las relaciones.

Con relación, a la óptica operativa, los modelos para la gestión de la cadena de suministro pueden ser deterministas o estocásticos, siendo el primero un modelo basado en las expectativas y el segundo está orientado a examinar situaciones específicas acorde a diferentes variables aleatorias establecidas.

Por otra parte, De La Hoz, Fontalvo y Morelos (2011) se refieren al modelo de planificación colaborativa como aquel facilitador de la jerarquización en temas de planificación. De modo que, los autores detallan el concepto de la planificación colaborativa así:

La planeación colaborativa, pronóstico y reabastecimiento (Collaborative Planning, Forecasting, and Replenishment, CPFR) es un concepto que tiene como objetivo mejorar la integración de la cadena de suministro mediante el apoyo y la asistencia conjunta de las mejores prácticas. El CPFR busca la gestión cooperativa del inventario a través de la visibilidad y la reposición de productos a lo largo de la cadena de suministro. La información compartida entre los proveedores y las cadenas ayuda en la planeación y la satisfacción de las demandas de los clientes a través de un sistema de información

compartida. Esto permite la continua actualización del inventario y futuras necesidades, haciendo que el proceso de extremo a extremo en la cadena de suministro sea más eficiente. La eficiencia es creada a través de la disminución de los gastos de comercialización, el inventario, la logística y el transporte a través de todos los socios comerciales. El CPFR se inició en el año 1995 como iniciativa co-dirigida por el Vicepresidente de la Cadena de Suministro, el Jefe Oficial de IT, y el Vicepresidente de Desarrollo de Aplicaciones de Wal-Mart, y la firma de estrategias Benchmarking Parthers. La iniciativa fue llamada originalmente CFA. (p. 82)

También, De La Hoz, Fontalvo y Morelos (2011) se refieren al modelo integracionista de la cadena de suministro, el cual se fundamenta en el modelo de la cadena de valor de Porter, donde se establecen relaciones mediante enlaces o vínculos. Específicamente, Porter establece que:

Un enlace es la relación entre la forma en que una actividad de valor es llevada a cabo y el costo o desempeño de otra. Porter aboga por la identificación y explotación estratégica de los vínculos dentro de la cadena de valor de la empresa (enlaces horizontales) y entre la cadena de valor de la empresa y las cadenas de valor de sus clientes y proveedores (enlaces horizontales). Optimizar los vínculos en las actividades de valor y, en particular, optimizar los enlaces verticales, es el propósito central de la integración de la cadena de suministro. Esta integración debe generar un desempeño superior. (p. 84)

Acorde con lo anterior, el modelo integracionista pretende afianzar los vínculos entre proveedor, fabricante y cliente final, por lo que, en este tipo de modelación, deberá existir una fuerte gestión de las comunicaciones entre las partes.

Siguiendo con la descripción de los modelos usados en la cadena de suministro, se tiene que Mason-Jones y Towill en 1999 diseñaron el modelo del círculo de incertidumbre, mediante la adaptación del enfoque de sistemas, con el propósito de *detectar y codificar la incertidumbre en cadenas de suministro, basados en la identificación de problemas al estudiar los flujos a través de las interfaces de negocios, incluidos materiales, pedidos y flujos de caja y capacidad*. Los pilares del modelo de incertidumbre son los suministros, el proceso de fabricación, los sistemas de control y la demanda.

Ahora bien, Carbonell (2012) en su tesis doctoral denominada *Propuesta de un modelo de integración para la gestión de la cadena de suministro en el sector de la construcción*, agrupa, acorde a lo establecido por Ganeshan *et al.* (1999), los modelos aplicados a la gestión de la cadena de suministro teniendo en cuenta las soluciones metodológicas propuestas por investigadores desde la posguerra. Es así como los estudios académicos vinculados a la gestión de la cadena de

suministro, son categorizados en cuatro grupos: modelos no cuantitativos, estudios empíricos, taxonomías y revisiones literarias, y modelos cuantitativos. Por lo tanto, según la Tabla 3, Carbonell (2012) menciona los autores que han realizado investigaciones alrededor de los modelos mencionados.

TABLA 3. Lista de los artículos de la gestión de la cadena de suministro ordenados por su solución metodológica

Metodología a la solución	Lista
Conceptos y Modelos no Cuantitativos	Alderson (1957); Beamon (1996); Bowersox (1969); Forrester (1958, 1961); Gopal (1992); Heskett (1977); Houlihan (1985); Lamming(1996); Lee et al. (1997); Lenders et al. (1993); Min (1996); Scott and Westbrook (1991); Slats et al (1995); Towill (1997); Verwijmeren et al (1996)
Estudios empíricos orientados al caso	Bagahana y Cohen (1998); Cachon y Fisher (1997); Caputo y Mininno (1996); Carter y Narasimhan (1996); Choi y Hartley (1996); Davis (1993); Fuller et al (1993); Hammel y Kopczak (1993); Holmlund y Kock (1996); Jones y Riley (1984); Lee y Billngton (1995); Levy (1997); McMullan (1996); O'Bnan y Head (1995); Oliver y Webber (1992); Revelle y Laporte (1996); Roberts (1990); Roy y Potter (1996); Srinivasan et al (1994); Stenger (1996); Walton (1996)
Marcos, taxonomías y revisiones literarias	Bloemhof-Ruward et al (1995); Clark (1972); Cohen y Mallik (1997); Coapcino y Rosenfield (1992); Emst y Kamrad (1996); Fisher (1997); Geoffrion y Powers (1995); La Londe (1994); Lanley (1992); Masters y Pohlen (1994); Mourits y Evers (1995); Prida y Gutiérrez (1996); Shapiro (1984); Slater (1976); stinger (1994); Stevens (1989); Thomas y Gnffin (1996); Zinn y Levy (1988)
Modelos Cuantitativos	Anupmdi y Akella (1993); Anupindi y Bassok (1996); Arntzen et al. (1995); Berry and Naim (1996); Bhaskaran (1996); Bowersox (1972); Bowersox et al (1989); Camm et al (1997); Clark y Scarf (1960); Cohén y Lee (1988); Fisher y Raman (1996); Grag y Tang (1997); Gavimieni et al (1988); Gentry (1996); Geoffrion y Graves (1974); Graves et al (1998); Hemg et al (1997); Kruger (1997); Lederer and Li (1997); Lee y Billngton (1993); Momzadeh y Aggarwal (1997); Robison et al (1993); Sattyerfield y Robmson (1996); Tagaras y Lee (1996); Towill et al (1992); Viswanathan y Matliur (1997); Zinn y Bowersox (1988)

Nota. Adaptado de Resumen de las investigaciones según su solución metodológica. Fuente: Ganeshan et al., (1999) citado por Carbonell, (2012). URL:<https://riunet.upv.es/handle/10251/14719>

Es notorio observar el estudio de la gestión de la cadena de suministro desde modelos no cuantitativos, que inicia en esta materia con Alderson en 1957. Posteriormente, comienzan los estudios entorno a los modelos cuantitativos en 1960 por Clark y Scarf. En décadas recientes, se presentan metodologías de estudio de la gestión de la cadena de suministro mediante estudios empíricos; junto con los marcos, las taxonomías y revisiones literarias.

GESTIÓN DE INVENTARIOS EN EL SECTOR CONSTRUCTOR

El sector constructor colombiano aporta crecimiento a la economía nacional anualmente, sin embargo, en el conjunto de aspectos a mejorar se encuentra la gestión de los inventarios de los materiales usados para la construcción.

Es así como López, Mendaña y Rodríguez (s.f., p. 2) se refieren a la gestión de inventarios como parte fundamental para el buen comportamiento de la empresa, puesto se pretende satisfacer las necesidades de los clientes con el mínimo costo posible. Por lo tanto, estos autores establecen los objetivos de la gestión de inventarios de la siguiente manera:

- a) Maximizar el servicio a los clientes. Se pretende conseguir que los productos estén disponibles cuando son demandados, sirviendo de medida de la efectividad de la gestión de inventarios.
- b) Minimizar los costes de las operaciones. Los inventarios ayudan a conseguir unas operaciones de fabricación más efectivas permitiendo llevar a cabo operaciones con diferentes ritmos de producción, eliminando la influencia de períodos de irregularidad en la demanda u oferta, permitiendo fabricar en grandes lotes de producción y capacitando al proceso productivo para la compra en grandes cantidades.
- c) Minimizar la inversión en inventarios. La tenencia de inventarios supone la inmovilización de capitales que no pueden ser utilizados para otras actividades de la empresa.

Ahora bien, el cumplimiento de los objetivos mencionados depende de un proceso en el que la planeación de las actividades a corto y mediano plazo, para mantener un *stock* adecuado a los niveles de demanda de la compañía, es el primer paso.

De esta manera, la Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland (ANCAP) de Uruguay (s.f., pp. 17-18), conceptualiza sobre los distintos niveles de planificación, de la siguiente manera:

- a) Nivel estratégico: El sistema de gestión de inventarios debe ser compatible con el desarrollo futuro de la empresa según la estructura de producción, proveedores, clientes, etc., planificados a largo plazo. La dirección de gestión debe comprometerse en el proceso de selección de líneas de artículos a almacenar, instalaciones y características de la red de distribución. En suma, debe cuantificar el impacto de los inventarios en los planes y prever las acciones para satisfacer las necesidades estratégicas. Diseñar el sistema con el cual va a competir y planificar los recursos, incluyendo los niveles de stock.
- b) Nivel táctico de planificación de la gestión: Los ciclos de planificación de inventarios siguen en general a los ciclos de planificación de la empresa a mediano plazo, que suele basarse en un horizonte temporal de un año. En este período deben considerarse las cantidades a producir o comprar, las estacionalidades, los plazos de reaprovisionamiento o manufactura, los niveles de servicio requeridos, los costos de operaciones y artículos, las promociones, etc. Los cambios esperados en estos parámetros deben anticiparse para poder adecuar el sistema de gestión, decidir cómo utilizar mejor el sistema disponible, y sus mejoras.
- c) Nivel de operaciones: A este nivel se encuentran los elementos del proceso que interactúan en el corto plazo. Se toman acciones inmediatas para poner en práctica cambios en los niveles de inventarios y operaciones diarias o mensuales. Hablamos entonces de la programación y lanzamiento de la producción, de las compras mensuales, semanales o diarias, y además de mantener las acciones bajo control.
- d) Control de gestión: El control es responder la pregunta: ¿se han logrado los objetivos fijados en los niveles de existencias y servicio? Es comparar los planes versus la realidad. Estos sistemas no siempre son capaces de reaccionar rápidamente a todas las desviaciones y variaciones imprevistas, por lo que se complementan con un flujo de información eficaz y dinámico que apoye los datos necesarios a tiempo, y que permitan mantener la efectividad del sistema en forma consistente.

Complementando lo señalado respecto a la etapa de planificación y sus niveles propuestos por el ANCAP, los autores Carcaño, Zaragoza y González (2009) incorporan otros pasos al proceso de gestión de los inventarios para el sector constructor mediante su investigación denominada *La administración de los materiales en la construcción*.

Los pasos sucesivos a la planificación en la cadena de suministro, para mantener un adecuado uso de los inventarios son: la negociación, el pedido, la recepción, el almacenamiento, el uso, el resurtido, el pago y el control. Es así como estos autores tienen una concepción integral de la administración de materiales e inventarios para la construcción, puesto que incorporan los procesos administrativos de la empresa, como el pago de los insumos requeridos, a la planificación de la cadena de suministro.

Con relación a lo indicado por Carcaño, Zaragoza y González (2009, pp. 63-70), en cada etapa posterior a la planeación, sintetizando, se tiene que:

- a) **Negociación:** En esta fase se consideran los factores concernientes a la formalización de los acuerdos con los proveedores de materiales de construcción.
- b) **Pedido:** Durante la ejecución, la administración de los materiales se inicia con el pedido, el cual tiene como evento inicial la solicitud que hace el área de producción -residencia de supervisión- de una cantidad (o lote) de uno o varios materiales; esta solicitud es dirigida al área administrativa y se le denomina usualmente requisición en el lenguaje de la construcción.
- c) **Recepción:** Una vez que el proveedor sitúa el material en la obra, el empleado de la empresa constructora responsable del almacén procede a verificar sus especificaciones, su integridad y su cantidad. En caso de que el material corresponda con lo que fue solicitado en la orden de compra, el responsable del almacén lo recibe del proveedor y le firma la nota de remisión que ampara este hecho. A partir de la nota de remisión el responsable del almacén elabora un documento que genera un movimiento de almacén denominado entrada, y carga el material contablemente al inventario; con este procedimiento el nivel del inventario del material queda actualizado.
- d) **Almacenamiento:** Dependiendo de los diferentes tipos de materiales, éstos podrían requerir ser almacenados en un espacio cerrado y resguardado (un verdadero almacén), o bien en espacios abiertos estratégicamente seleccionados para minimizar los traslados dentro de la obra; en el lenguaje de la construcción, a estos traslados o cambios de sitio de los materiales dentro de la obra suelen denominarse *acarrees*.

- e) **Uso:** Cuando el material se encuentra en un espacio cerrado y bajo resguardo, los responsables de las diferentes fracciones de la obra solicitan al empleado responsable del almacén la cantidad que requieren, usualmente para una jornada de trabajo. Esta cantidad de material se les entregada por medio de un movimiento de almacén denominado la *salida*, cuya cantidad y costo son cargados a la cuenta de la obra. Con la salida de almacén se debe actualizar el nivel de inventario del material.
- f) **Resurtido:** El caso más simple para la administración de los materiales es hacer un único pedido de cada material, almacenarlo y utilizarlo de acuerdo al programa correspondiente. Lo anterior hace mínimos los costos de hacer la requisición, turnarla, revisarla y autorizarla; hacer la orden de compra, revisarla, autorizarla y hacerla llegar al proveedor; y revisar el material, recibirlo, hacer la entrada al almacén, y actualizar el inventario. A la suma de todos los costos correspondientes a los procesos mencionados se le denomina el *costo del pedido* (Nahmias, 1999). También, hacer un único pedido de un material podría llevar a una economía de escala y a minimizar el riesgo de no contar con el material en el momento oportuno. Por otro lado, hacer un único pedido podría hacer mayores los costos de resguardo, desperdicio, daño, robo, etc.; así como también hacer mayor el costo de oportunidad del capital de la empresa constructora. A la suma de los costos anteriores se le denomina el *costo del inventario*. Por regla general en cualquier tipo de empresa se busca minimizar el nivel del inventario, sin embargo en la industria de la construcción parece que los *costos del inventario* no se perciben de manera clara, o bien se consideran menos importantes que los costos asociados al riesgo de no tener el material en el momento oportuno; esta última situación ocasiona a su vez otros costos asociados a la demora en la ejecución de la obra, tales como: recurso humano desocupado o subocupado, incremento en los costos indirectos, sanciones contractuales, etc. Al respecto, en el estudio realizado por Alcludia (2002) las empresas constructoras manifestaron que, históricamente, sólo en el 11% de los casos no tuvieron problemas en la ejecución de sus proyectos por no tener el material disponible en forma oportuna.
- g) **Pago:** Cuando un proveedor recibe una *orden de compra* y la surte, emite una o varias *notas de remisión* que amparan las diferentes entregas. Posteriormente elabora y entrega a la empresa constructora un documento con valor contable y fiscal en donde se registra la cantidad y el valor del material que está vendiendo; este documento se denomina la

factura del material y se entrega a un *repcionista* de la oficina central de la empresa constructora, acompañada de la(s) *nota(s) de remisión* que amparan la(s) entrega(s).

- h) **Control:** El control consiste en el establecimiento de sistemas que permiten comparar lo ejecutado con lo planeado, detectar errores, desviaciones, así como las causas y posibles soluciones, todo lo cual permite decidir oportunamente las acciones correctivas para mejorar o conservar el buen desempeño del proyecto (Isidore y Back, 2002).

Cabe resaltar que, los pasos que completan el proceso administrativo de la gestión de la cadena de suministro no son efectivos, si no se aplican políticas adecuadas de revisión en el quehacer de la actividad logística interna empresarial.

DIAGNÓSTICO SITUACIONAL DEL SECTOR CONSTRUCTOR

CARACTERIZACIÓN ECONÓMICA DEL SECTOR CONSTRUCTOR COLOMBIANO (2001-2015)

En Colombia, desde el inicio del nuevo milenio, el sector constructor es considerado importante para el crecimiento económico, puesto que en el periodo comprendido desde el año 2002 al año 2007, aportó 0,8 puntos porcentuales al crecimiento del producto interno bruto, ocupando el cuarto lugar como sector económico por debajo de la industria manufacturera, el comercio y el transporte, los cuales aportaron en el mismo periodo: 1,8; 1,3 y 1,0 respectivamente.

Respecto a la producción interna bruta del sector constructor colombiano, la Cámara Colombiana de la Construcción (Camacol) establece que desde 1980 hasta 2006, se han tenido dos ciclos, uno recesivo y otro expansivo. Este último ciclo registra sus inicios desde el año 2000, donde la producción autónoma del sector ha llegado al 13,2% como máximo nivel.

Sin embargo, tal como lo señala la Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) (2013), para los periodos 2009 y 2010 hubo una disminución de la participación en el producto interno bruto del sector constructor. Ya para el año 2011, específicamente la SIC reporta las siguientes cifras. Al cierre del año 2011, el PIB del sector de la construcción registró un crecimiento anual de 5.5% representando el 6.1% dentro del PIB, el subsector de la construcción de edificaciones un crecimiento anual de 4.8%, lo cual representa una participación del 2.9% en el PIB y el subsector

de obras civiles registró un aumento del 6.2% con una contribución de 3.2% en el PIB total del país.

Continuando, para los años venideros, teniendo en cuenta el 2014, se tiene que el sector constructor fue líder en el aporte al producto interno bruto, debido a que aportó el 12,7% del total, como se muestra en la Tabla4.

TABLA 4. Información económica del aporte al PIB por sector en el año 2014

PIB	4,2 %
Construcción	12,7 %
Sectores Financieros	4,4 %
Actividades sociales	4,7 %
Comercio	4,8 %
Transporte	4,3 %
Servicios Públicos	3,9 %
Agricultura	3,4 %
Industria	-0,3 %
Minería	-1,0 %

Nota. Adaptado de Análisis Sector Construcción en Colombia. Fuente: Vargas et al., (s.f.). URL: <http://www.pmicolombia.org/wpcontent/uploads/2015/08/PMIBogota-Analisis-sector-construccion-en-Colombia.pdf>

Según Vargas *et al.* (s.f., p.6), el sector constructor para el año 2015 tendrá las siguientes proyecciones:

- a) Cada año la Construcción crea alrededor de 80.000 nuevos puestos de trabajo. El sector aporta 1.308.327 empleos al país.
- b) Los empresarios siguen invirtiendo en proyectos y en la ejecución de la política de vivienda social; en 2014 realizaron el lanzamiento de 134.463 unidades de vivienda con una variación del 16,3% con respecto al año 2013.
- c) Los proyectos no residenciales siguen siendo un segmento de gran generación de valor agregado. Hoy crecen a tasas superiores al 10 %.
- d) \$25 billones anuales, demanda el sector constructor en insumos y servicios. Durante el último año se despacharon 7.9 millones de m³ de concreto (7% más que en 2013). En lo corrido de 2014 se desem-

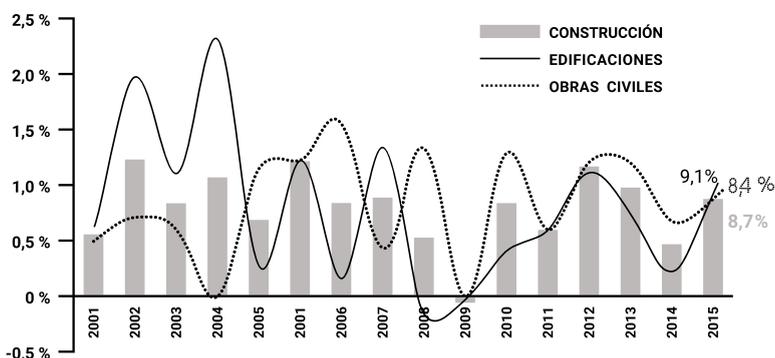
bolsaron créditos hipotecarios por \$7.7 billones (8% más frente a 2013). A septiembre de 2014, las ventas minoristas de ferreterías y la producción de insumos para la actividad habían crecido en 10% y 2% respectivamente.

- e) La proyección 2015 registra que el sector edificador crecerá el 9,7%.
- f) El aporte de los programas de vivienda social anunciados sería de 3,8 puntos porcentuales adicionales en el crecimiento del sector para 2015; por lo tanto, la proyección 2015 queda en 13.5% más.

Con relación a las cifras exactas, se tiene que Camacol y el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) realizaron para el año 2015 un estudio denominado *Proyecto de Investigación del sector de la construcción de edificaciones en Colombia*, donde se destaca que el aporte del sector constructor en el segundo trimestre de 2015 fue del 8,7%, siendo el sector líder en el sistema económico nacional. Así mismo, este proyecto de investigación realizado por Camacol y SENA, establece tres ciclos para el sector constructor desde el 2001 para Colombia:

Al analizar el comportamiento de las series del PIB de la construcción se observa que entre los años 2001 a 2004 las edificaciones sostuvieron la dinámica de la construcción en dicho período, posteriormente el liderato fue tomado por las obras civiles (2005 – 2007). En los años más recientes (2012 – 2015) los dos subsectores han estado alineados en el incremento de su producción, logrando así que el sector de la construcción se mantenga en niveles de crecimientos muy positivos, (Ver Imagen 2). (p.15)

ILUSTRACIÓN 4. Variación PIB-construcción y subsectores (2001-2015)



Nota. Adaptado de Proyecto de Investigación del sector de la construcción de edificaciones en Colombia. Fuente: Camacol y SENA, (2015). URL: <http://www.camacol.co/sites/default/files/proyecto-de-investigacion-del-sector-de-la-construccion-de-edificaciones-en-Colombia.pdf>

Para los próximos años, se espera que siga el sector construcción siendo importante para la economía nacional, puesto que se tendrán inversiones desde el sector público para la construcción de infraestructuras y viviendas de interés social. Además, el sector privado cuenta con inversiones de origen nacional y extranjero dirigidas a la construcción de viviendas y otras obras de ingeniería civil.

TIPOLOGÍA DE INSUMOS USADOS PARA LA CONSTRUCCIÓN EN LA CIUDAD DE CARTAGENA

El sector minero es el principal proveedor de insumos para la construcción en Cartagena y las ciudades capitales de Colombia. Es así como para el año 2019 está previsto que el sector minero colombiano aportará una variedad de insumos para la construcción, que para 2009 se estima en una participación del 5,3%, del total producido.

Por lo tanto, los insumos usados en el sector constructor cartagenero pueden ser clasificados, según Ulloa (2009, pp. 44-45), así:

- a) Acorde a las formas y dimensiones del material.

Material amorfo: No tiene forma geométrica definida. Por ejemplo: el agua, el cemento, los agregados.

Material semielaborado: Son materiales procesados con forma definida y dimensiones de uso por determinar. Por ejemplo: el mortero, el concreto.

Elemento simple: Tiene una forma y dimensiones de uso determinados. Por ejemplo: ladrillos, cerámicos.

Elemento compuesto: Constituido por elementos simples o de estos con materiales amorfos. Por ejemplo: viguetas prefabricadas o prensadas.

- b) Acorde al nivel de personalización.

Este tipo de materiales son aquellos capaces de ser transformados según las peticiones del cliente. Esta tipología es propuesta por la

filosofía o enfoque del Lean Construction. A continuación, se describen los materiales o insumos usados en el sector constructor según el nivel de personalización:

Made-to-stock: Son productos básicos o estándar, es decir que no necesitan que el cliente defina sus características para que puedan fabricarse. Estos siempre se podrán encontrar en stock. Por ejemplo: los ladrillos, el cemento, los clavos.

Made-to-order: Si bien también son productos estándar, necesitan una orden previa del cliente para poder fabricarse. En este orden se indican las características que el producto debe tener. Por ejemplo: el concreto premezclado, las viguetas prefabricadas o pretensadas, el acero dimensionado.

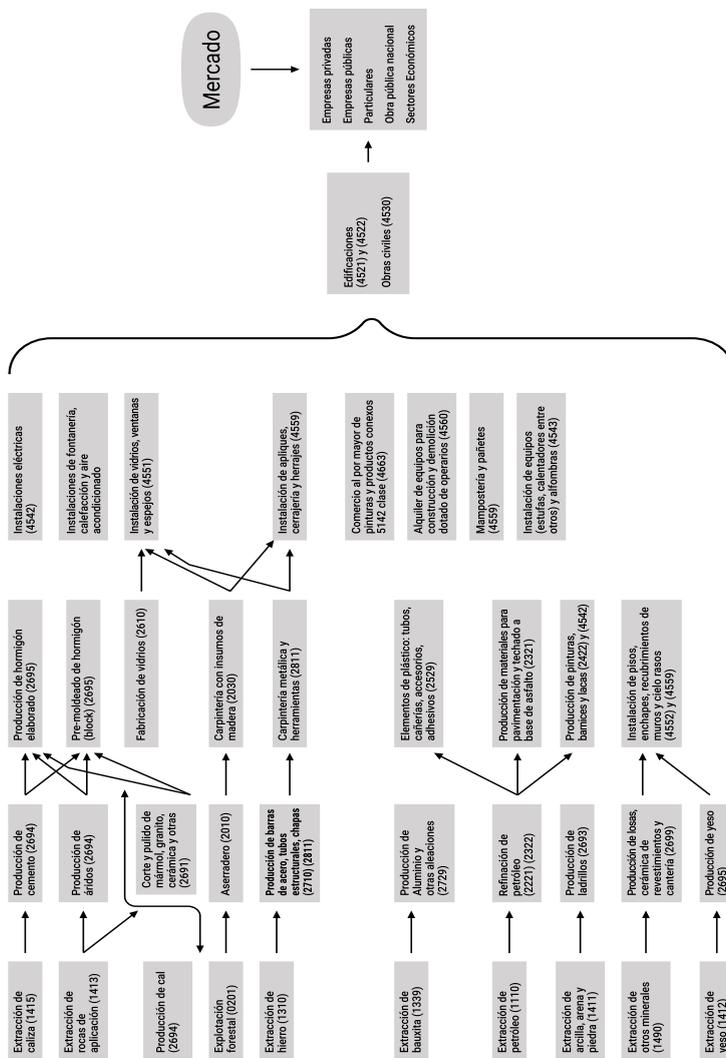
Engineered-to-order: Son diseñados y fabricados de acuerdo a las especificaciones del cliente especialmente para el proyecto. Por ejemplo: una baranda metálica, los reposteros de cocina.

Ahora bien, todos los insumos aplicados en las obras civiles, cualquiera sea su dimensión o clasificación, son transferidos desde su punto de origen hasta las obras en construcción a través de una cadena productiva, la cual es definida por el Instituto de Desarrollo Industrial, Tecnológico y de Servicios (IDITS), citado por el Observatorio del Mercado Laboral de Cartagena y Bolívar (OML, 2012) como:

El conjunto de agentes económicos interactivos que participan directamente en la producción, transformación y traslado de un producto. Por lo tanto, intervienen: los proveedores de insumos, servicios y bienes de capital; la unidad de producción de materias prima; la industria del procesamiento y de la transformación (empresas constructoras); la red de distribución constituida por mayoristas y minoristas; el mercado consumidor, compuesto por los individuos que consumen el producto final y/o industrias intermedias para las cuales el producto constituye una materia prima o insumo. (p. 47)

Así mismo, en la investigación denominada *Perfiles ocupacionales y demanda de bienes y servicios del sector constructor de Cartagena de Indias*, realizada por el OML (2012), se detalla la cadena productiva del sector constructor con la siguiente representación gráfica, (Ver Imagen 3):

ILUSTRACIÓN 5. Cadena productiva del sector construcción de la ciudad de Cartagena de Indias



Nota. Adaptado de Perfiles ocupacionales y demanda de bienes y servicios de Cartagena de Indias. Sector Construcción. Fuente: Observatorio del Mercado Laboral de Cartagena y Bolívar, (2012). URL: <http://www.omlcartagenaybolivar.org/index.php/produccion/boletines-2>.

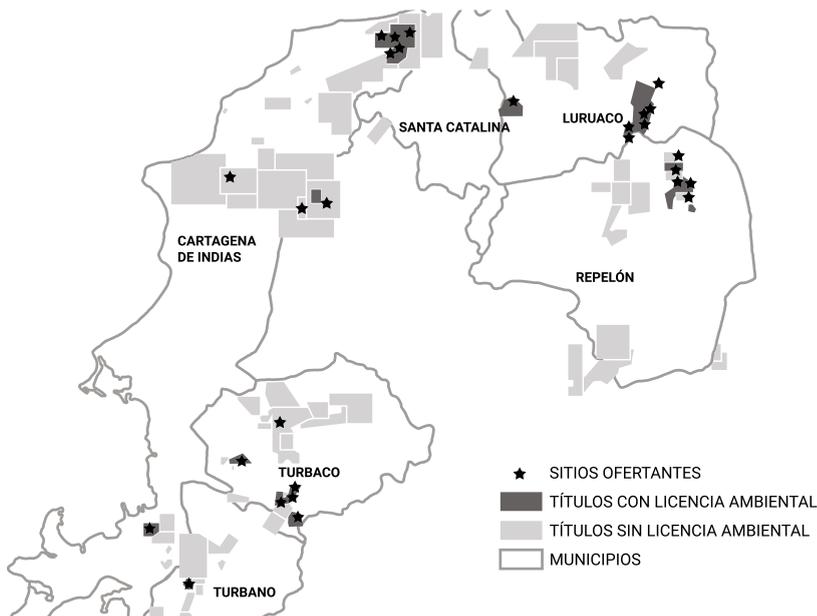
Respecto a la cadena productiva del sector constructor, en la primera columna de la Imagen 4 se encuentran las actividades que brindan materiales al sector objeto de estudio para llevar a cabo las obras. Entonces, se tiene que los materiales usados por las empresas constructoras de la ciudad de Cartagena son: caliza, rocas de aplicación, cal, madera, hierro, bauxita, petróleo y sus derivados; arcilla, arena y piedras; otros minerales y yeso.

Los materiales mencionados contribuyen a su vez a la generación de otros productos usados en construcción como lo es el cemento, los mármoles, las cerámicas, las barras de acero, la tubería, el aluminio y los ladrillos. También se tienen otros productos como el hormigón, el vidrio, el plástico, la carpintería metálica, el asfalto, las pinturas, el barniz y las lacas.

Además, para la aplicación en los proyectos de las empresas constructoras de los productos mencionados, se tiene en la cadena productiva la disponibilidad de acceder a servicios de ingeniería eléctrica, instalación y calibración de aire acondicionado; instalación de vidrios, ventanas y espejos; instalación de cerrajería y herrajes; mampostería y pañetes; instalación de otros equipos, además de todo lo relacionado con alquiler de aparatos y el sector comercio.

Ahora bien, el sostenimiento de la cadena productiva según la Unidad de Planeación Minero Energética (2014), se encuentra garantizado hasta el año 2024, porque la industria extractiva, ubicada en la primera columna de la imagen, tiene un alto nivel de demanda generado por los altos niveles de construcción de la ciudad en los últimos años.

ILUSTRACIÓN 6. Sitios ofertantes de materiales para la construcción



Nota. Adaptado de Evaluación de la situación actual y de los escenarios futuros del mercado de los materiales de la construcción y arcillas en las ciudades de Cali, Cúcuta, Villavicencio, Cartagena, Sincelejo, Yopal, Valledupar y Montería. Fuente: Unidad de Planeación Minero – Energética, (2014). URL: [http://www.upme.gov.co/SeccionMineria_sp/EVALUACION_DE_LA_SITUACION_ACTUAL_DE_LOS_ESCENARIOS_FUTUROS_MATERIALES_CONSTRUCCION_\(II\).pdf](http://www.upme.gov.co/SeccionMineria_sp/EVALUACION_DE_LA_SITUACION_ACTUAL_DE_LOS_ESCENARIOS_FUTUROS_MATERIALES_CONSTRUCCION_(II).pdf)

Es preciso indicar que, los materiales para la construcción obtenidos de la industria minera o extractiva, tienen como fuente los lugares aprobados por títulos mineros, los cuales son formales, y también son originados en sitios sin aprobación estatal. Por lo tanto, a continuación se detallan los lugares geográficos ofertantes de materiales para el sector constructor cartagenero .

Los sitios enmarcados en la Imagen 6 son:

En el área de influencia de 0 - 20 km se identifican dos zonas con potencial geoquímico bajo: la primera, Turbaco, cuyos elementos principales son calizas, arenas y recebos; y la segunda, Santa Catalina, cuyos elementos principales son calizas, gravas, arenas y arcillas industriales.

En el área de influencia entre 20 – 40 km se identificó a Santa Catalina y Manatí, cuyo elemento principal son las calizas.

Finalmente, en el área de influencia entre 40 – 60 km se identificaron dos zonas más: la primera, Arroyohondo, cuyo elemento principal son las calizas y la segunda, San Jacinto, cuyo elemento principal son las arcillas industriales.

El análisis realizado permite establecer que en el área de influencia del municipio de Cartagena, geológicamente se cuenta con una potencialidad importante, que puede cubrir la demanda de los materiales de construcción y arcillas. (Unidad de Producción Minero Energética, 2014, p. 29)

Así mismo, en el departamento del Atlántico, municipios como Luruaco y Repelón también surten la demanda de la ciudad de Cartagena con relación a materiales fundamentales para la construcción. Pese de haber suficiente oferta para garantizar la demanda del sector constructor de la ciudad de Cartagena de Indias, las empresas pymes constructoras no utilizan ningún modelo teórico para el control de los inventarios y su aprovisionamiento, puesto que solo se tiene en dichas empresas control de las entradas y salidas de materiales.

De ahí que, se tome como referencia la investigación realizada por Arce (2009), donde se establece que el único modelo teórico que conocen las empresas constructoras es el sistema ABC, y solo tienen una fundamentación al respecto el 29% de las empresas constructoras, lo cual no indica que ese sistema se esté aplicando en ellas. Arce en su investigación no detalla de manera precisa que

cantidad de empresas aplican modelos de aprovisionamiento; establece solo que el 41% en promedio de las empresas constructoras tienen interrupciones en sus proyectos por no contar con un sistema de aprovisionamiento capaz de prever los niveles de materiales.

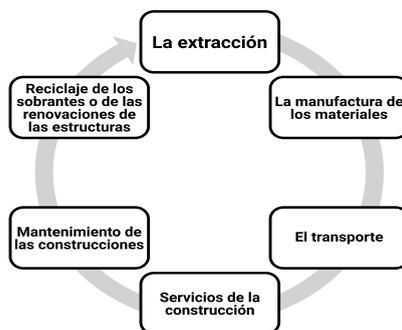
Si bien, solo el 13% de las empresas constructoras de la ciudad tienen algún tipo de certificación, lo cual establece que estas poseen procesos y procedimientos establecidos en sus organizaciones, sin embargo, esto no garantiza que sean contextualizados a las necesidades logísticas de las empresas mencionadas.

FASES DE LA CADENA PRODUCTIVA, CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN Y EL APROVISIONAMIENTO DE LOS MISMOS POR LAS PYMES DEL SECTOR

Las tendencias anteriormente mencionadas exigen que las calidades de los proyectos de construcción cumplan con todos los parámetros deseados por el cliente, por lo tanto, se requiere de las organizaciones que sean más eficientes y competitivas en la gestión de la cadena de suministro, de allí que sea de vital importancia identificar y conocer detalladamente las fases y/o etapas de la gestión.

En Colombia, la cadena productiva del sector de la construcción se encuentra definida por seis fases:

ILUSTRACIÓN 7. Fases de la cadena productiva del sector constructor de la ciudad de Cartagena



Nota. Adaptado de El mercado de materiales construcción en Colombia. Fuente: Pablo Arce Gálvez y Álvaro Serrano López bajo la supervisión de la oficina económica y comercial de la embajada de España en la ciudad de Bogotá, octubre, 2015.

Cada fase presenta las siguientes observaciones:

- a) La extracción: Comprende la explotación de las materias primas necesarias para la segunda fase.
- b) La manufactura de los materiales: Procesos técnicos vigilados para lograr el nivel de calidad adecuado para satisfacer las necesidades de las estructuras.
- c) El transporte: Es la etapa que conjuga a los fabricantes de los materiales y los comercializadores; estos últimos se concentran en la cuarta fase, tanto mayoristas como minoristas.
- d) Los servicios de la construcción: Ingeniería, diseño y especialistas en obras.
- e) El mantenimiento de las construcciones: Creando un microciclo de demanda de materiales de construcción.
- f) El reciclaje de los sobrantes o de las renovaciones de las estructuras: De acuerdo a todas las legislaciones que se generan para reducir el impacto ambiental, se incluye esta etapa adicional, lo cual genera un mercado subterráneo del procesamiento de estos productos.

El flujo de información en la cadena productiva se basa fundamentalmente en las operaciones que se realicen con cada uno de los actores de cada fase.

CARACTERÍSTICAS DE LOS MATERIALES PARA CONSTRUCCIÓN

En este siglo las inversiones en infraestructura y proyectos de construcción en Colombia han sido significativas, por lo cual el uso de materiales de construcción se ha convertido en un pilar fundamental dentro de este proceso. Los materiales de construcción definen a todos los elementos físicos que componen las obras de construcción independiente de cuales sean sus propiedades físicas y químicas, con tal que cumplan los requerimientos mínimos de calidad.

La industria de los materiales de construcción se encuentra directamente relacionada con los proyectos de construcción, los costos y de los requerimientos

de los clientes, entre otros factores. De acuerdo con lo anterior, la producción de materiales de construcción ha presentado una evolución muy similar a la evidenciada por el sector de la construcción.

Colombia se ha convertido en una potencia en insumos y materiales de construcción de acuerdo con la reciente XXI Feria Internacional de la Construcción, la Arquitectura, y el Diseño que realizará la Cámara Colombiana de la Construcción (Camacol). Teniendo en cuenta, las últimas cifras, el país exporta anualmente US\$320 millones en insumos y materiales de construcción con los que se proveen a los mercados, principalmente de Estados Unidos, Venezuela, Ecuador, Perú, Centroamérica y las Islas del Caribe.

A continuación, se detalla los productos usados en el mercado nacional e internacional por el sector constructor.

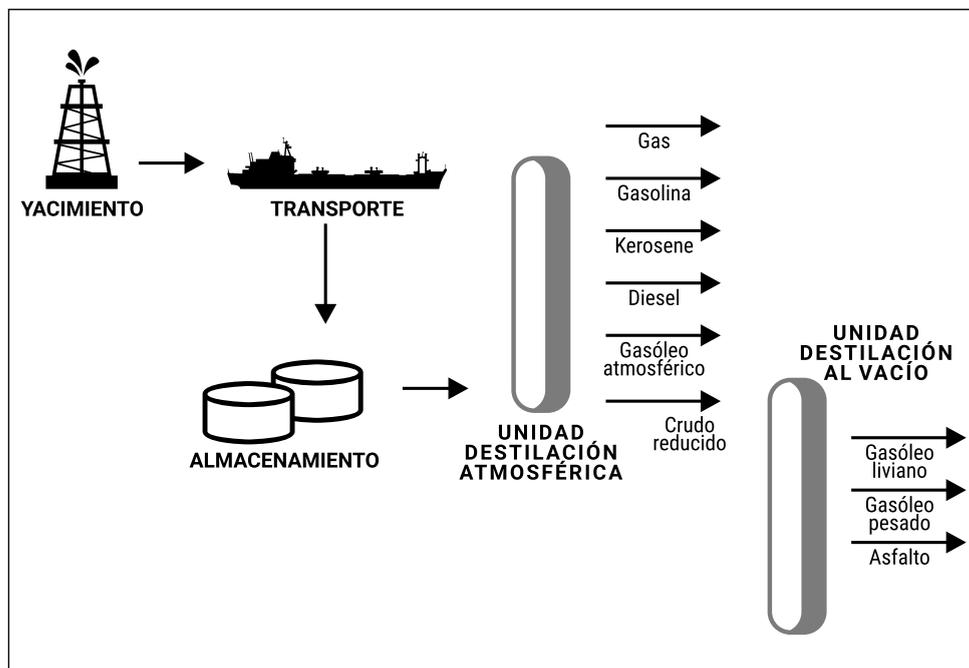
a) ASFALTO

El asfalto es un componente natural de la mayor parte los petróleos. La palabra asfalto deriva de la lengua que se hablaba en las orillas del Tigris superior de Asia entre los años 1400 y 600 a.C. En esta zona se encuentra la palabra **sphalto**, que significa **durable**. Después el vocablo fue adoptado por el griego, luego pasó al latín y más adelante al francés (*asphalte*), al español (*asfalto*) y al inglés (*asphalt*).

El asfalto es uno de los materiales de construcción más antiguos que el hombre ha utilizado, ya que desde épocas remotas se apreciaron rápidamente las excelentes propiedades impermeabilizantes, adhesivas y de preservación que tenía.

Aunque la primera planta de producción de asfalto se abrió a principios del siglo XX en Cambridge (Reino Unido), el ritmo de las obras viales y la necesidad de mejorar los trabajos y reducir costes hizo que se convirtiera en unos de los productos con mayor versatilidad y manejo en el mercado con poco tiempo de incursión. Solo en Europa actualmente existen más de 4.000 plantas de mezcla asfáltica alrededor de dieciséis países (España se encuentra entre los principales fabricantes), que producen aproximadamente 300 millones de toneladas al año. El asfalto es totalmente reciclable y su reutilización ha aumentado considerablemente en los últimos años, llegando hasta el 70%.

ILUSTRACIÓN 8. Proceso productivo del asfalto



Fuente: Repsol Perú. URL: <https://www.repsol.pe/es/index.cshtml>

Con relación a la situación del asfalto en el departamento de Bolívar, se tienen distintos proveedores que suministran al sector constructor dicho material. Por lo tanto, se detallan a continuación las empresas oferentes, sus tiempos de entrega y la cantidad de productos que tiene disponible para el mercado.

TABLA 5. Empresas ofertantes de asfalto en la ciudad de Cartagena

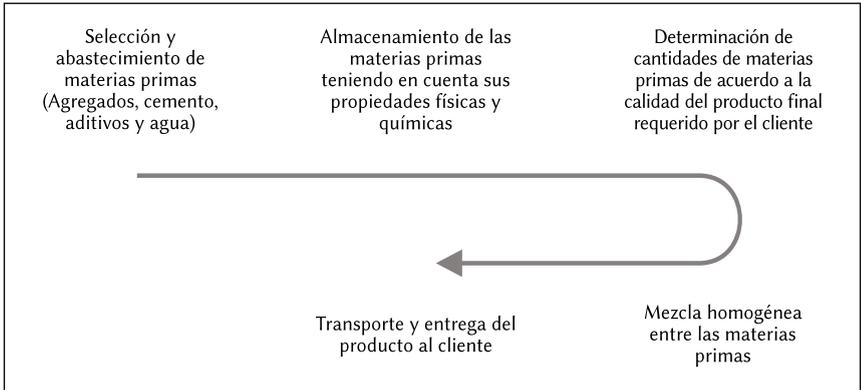
Empresa	Tiempo promedio de entrega (días)	Categorías de productos
Álvarez y Collen	8	4
Asfalto de la Costa	6	3
Construcciones y vías Stevhenav y Cía.	10	4

Fuente: Elaboración propia.

b) CONCRETO

El concreto u hormigón es una mezcla de cemento, agua, arena y grava que se endurece o fragua espontáneamente en contacto con el aire o por transformación química interna hasta lograr consistencia pétreo. Por su durabilidad, resistencia a la compresión e impermeabilidad se emplea para levantar edificaciones, y pegar o revestir superficies y protegerlas de la acción de sustancias químicas.

ILUSTRACIÓN 9. Proceso productivo del concreto



Fuente: Cementos Argos. URL: <https://argos.co/>

Respecto a los proveedores de cemento de la ciudad de Cartagena, se tienen los siguientes:

TABLA 6. Empresas ofertantes de concreto en la ciudad de Cartagena

Empresa	Tiempo promedio de entrega (días)	Categorías de productos
Cemex	3	3
Argos	8	3
Holcim	4	2
Premezclados	3	1
Concreto	3	2

Fuente: Elaboración propia.

c) ARENA

La arena es un agregado fino de uso extendido y frecuente en la construcción. La arena, en virtud de su composición, tendrá diferentes características:

- Cuando la arena está constituida por partículas pequeñas de rocas trituradas, en especial cuando se trata de rocas silíceas, su uso frecuente será para la elaboración de mortero y concreto.
- Cuando la arena es gruesa se utiliza con gravilla para la fabricación del concreto para pisos.
- Y si la arena es fina, el uso más común es para los trabajos generales de construcción o albañilería, y trabajos de mampostería.

El principal componente de la arena es la sílice o dióxido de silicio (SiO_2), y su origen es muy variado; puede extraerse de los ríos o lagos, en lagunas ocasiones se encuentra en los depósitos volcánicos, o puede provenir a partir de roca triturada por medios mecánicos, cuando el hombre simula las fuerzas que provocan la desintegración química y mecánica de las rocas bajo meteorización y abrasión.

En general, la propiedad fundamental de la arena proviene de su capacidad para reducir las fisuras que aparecen en la mezcla al endurecerse.

TABLA 7. Empresas ofertantes de arena en la ciudad de Cartagena

Empresa	Tiempo promedio de entrega (días)	Categorías de productos
Cantera de Mana	1	2
Palmarito	1	4

Fuente: Elaboración propia.

d) ZAHORRA

Las zahorras son capas de material de granulometría continua, en las que el árido está constituido por partículas de todos los tamaños. Esto hace posible, en estas capas, obtener una compacidad elevada, aumentar los puntos de contacto de las partículas entre sí y disminuir el riesgo de atrición (desgaste por contacto entre las partículas). Además, resulta fácilmente mecanizable la

puesta en obra en capas de espesor importante, lo que conlleva una reducción del coste de operación.

Tipos de zavorras

Se pueden distinguir entre las zavorras naturales y las artificiales. Las primeras son áridos rodados extraídos de graveras y se utilizan tal cual o con una pequeña reconstitución granulométrica, en la que se eliminan las partículas más gruesas o parte de las más finas. Se emplean a menudo en espesores de 20-50 cm para sub-bases, y en casos de carreteras con baja intensidad de tráfico, también como bases.

Las zavorras artificiales están compuestas por áridos de cantera o de gravera sometidos a un proceso de machaqueo, para conseguir una alta capacidad de soporte logrando un alto rozamiento interno.

TABLA 8. Empresas ofertantes de zavorra en la ciudad de Cartagena

Empresa	Tiempo promedio de entrega (días)	Categorías de productos
Cimaco S.A.S.	1	3

Fuente: Elaboración propia.

e) TRITURADO O GRAVA

La grava es un agregado grueso de uso común y generalizado, es uno de los principales componentes del concreto; por este motivo, la calidad de la grava triturada es de vital importancia para asegurar que la estructura de concreto cumpla con su propósito.

La grava es un material que se extrae de rocas de cantera, triturados o procesados a partir de procedimientos mecánicos. El proceso de producción de la grava es tal que debe asegurar que las partículas constitutivas tengan un rango de tamaño de 3/4 de pulgada aproximadamente.

Por sus propiedades, es necesario que la grava provenga de materiales de amplia vida útil, resistentes y sólidos mecánicamente, completamente libre de partículas contaminantes que pudieran afectar el tiempo y la calidad de fraguado del concreto.

TABLA 9. Empresas ofertantes de triturado o grava de la ciudad de Cartagena

Empresa	Tiempo promedio de entrega (días)	Categorías de productos
Cimaco S.A.S.	2	3

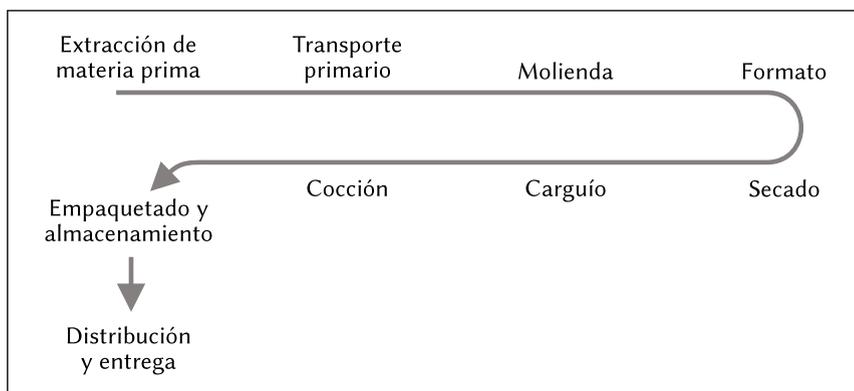
Fuente: Elaboración propia.

f) LADRILLO ROJO

El ladrillo es una pieza de cerámica de forma ortoédrica y de poco grosor, formada a partir de arcilla amasada, secada y cocida, que se utiliza para construir muros, pavimentos, etc.

El proceso productivo del ladrillo rojo es el siguiente:

ILUSTRACIÓN 10. Proceso productivo del ladrillo rojo



Nota. Adaptado de Asociación española de fabricantes de ladrillos y de tejas de arcilla cocida.
URL: <https://www.hispalyt.es/es>.

Los productores de ladrillo rojo en la ciudad de Cartagena de Indias son:

TABLA 10. Empresas ofertantes de ladrillo rojo en la ciudad de Cartagena

Empresa	Tiempo promedio de entrega (días)	Categorías de productos
Ladrillera La Clay	5	11
Ladrillera Bayunca	4	3

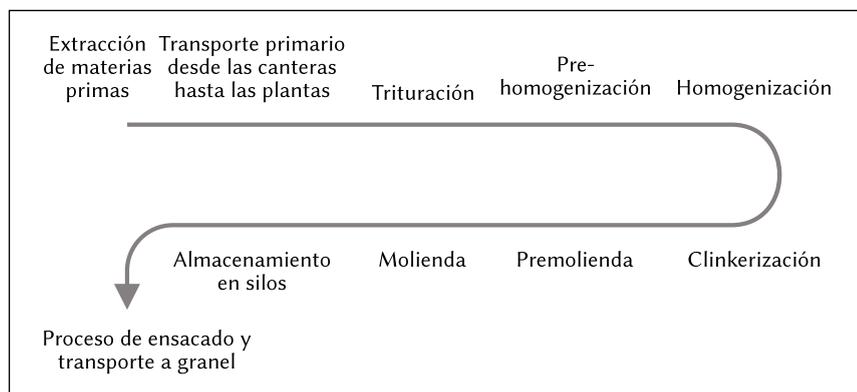
Fuente: Elaboración propia.

g) CEMENTO

El cemento es un polvo fino que se obtiene al someter a temperaturas muy altas una mezcla de piedra caliza, arcilla y otras sustancias.

Es un material que reacciona con el agua y que actúa como aglutinante, presenta propiedades de adherencia y cohesión, produciendo compuestos que son muy resistentes.

ILUSTRACIÓN 11. Proceso productivo del cemento



Fuente: Cementos Argos. URL: <https://argos.co/>

En la ciudad de Cartagena, las empresas ofertantes de cemento son:

TABLA 11. Empresas ofertantes de cemento en la ciudad de Cartagena

Empresa	Tiempo promedio de entrega (días)	Categorías de productos
Cemex	2	1
Argos	5	2
Holcim	6	4

Fuente: Elaboración propia.

h) VARILLA DE HIERRO PARA CONSTRUCCIÓN

El acero corrugado, varilla corrugada o tetracero, es una clase de metal laminado diseñado especialmente para construir elementos estructurales de hormigón

armado. Se trata de barras de acero que presentan resaltos o corrugas que mejoran la adherencia con el hormigón. Poseen una gran ductilidad, la cual permite que las barras se puedan cortar y doblar con mayor facilidad.

Se llama armadura a un conjunto de barras de acero corrugado que forman un conjunto funcionalmente homogéneo, es decir, que trabajan conjuntamente para resistir cierto tipo de esfuerzo en combinación con el hormigón. Las armaduras también pueden cumplir una función de montaje o constructiva, y también se utilizan para evitar la fisuración del hormigón.

Para referirse al conjunto, no necesariamente formando armadura, se utiliza el término ferralla.

TABLA 12. Empresas ofertantes de varilla en la ciudad de Cartagena

Empresa	Tiempo promedio de entrega (días)	Categorías de productos
Steckerl Aceros S.A.S.	1	6
Agofer	1	4
Almacén el Constructor	1	2
Central de Hierros	4	4
Constructor - Sodimac Colombia	1	3

Fuente: Elaboración propia.

j) BLOQUE DE CEMENTO

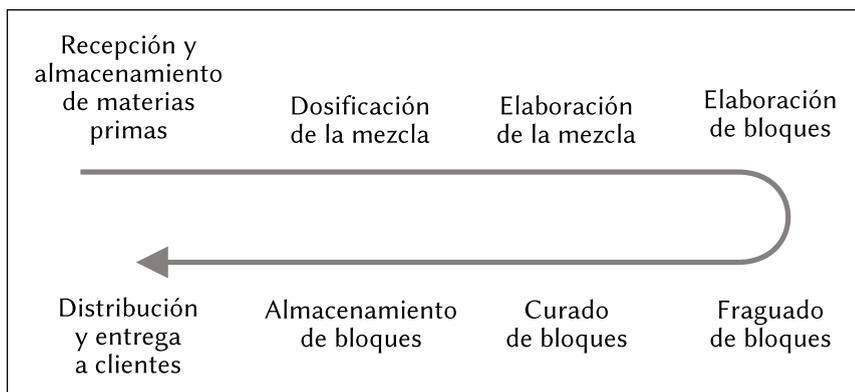
De acuerdo al Instituto del Cemento Portland Argentino, el bloque de cemento es un elemento premoldeado de hormigón de cemento portland, destinado a la construcción de mampostería. Si bien, su tamaño es mayor que el del ladrillo común, sus dimensiones permiten su fácil transporte, almacenaje, manipuleo y colocación en forma manual y sin el auxilio de equipos o instalaciones especiales. Su puesta en obra es similar a la empleada en la mampostería de ladrillos.

Los agujeros de los bloques se corresponden verticalmente en la mampostería, de hilada en hilada, lo que da lugar a la formación de conductos que se usan con distintas finalidades. En unos casos se los emplea para la formación de columnas resistentes, introduciendo en ellos armadura y luego rellenándolos

con hormigón. También se los usa para la instalación de cañerías, o bien se los rellena con material atómico para mejorar el aislamiento de las paredes.

El bloque se fabrica con moldes, lo que asegura la constancia de sus dimensiones; el hecho de estar producido en forma industrial, facilita el control de la calidad y uniformidad de las mezclas empleadas y la realización de ensayos de resistencia del producto terminado antes de incorporarlo a la obra.

ILUSTRACIÓN 12. Proceso productivo del bloque de cemento



Nota. Adaptado de Optimización del proceso de fabricación de bloques de concreto del estándar 15x20x40 cm con grado de resistencia 28 kg/cm², caso específico fuerte-block máquinas #1 y #2. Fuente: Otto Efraín Gamboa de León Régil, (2005). URL: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1468_IN.pdf

En la ciudad de Cartagena de Indias, las empresas ofertantes de bloques de cemento son:

TABLA 13. Empresas ofertantes de bloque de cemento de la ciudad de Cartagena

Empresa	Tiempo promedio de entrega (días)	Categorías de productos
Prefabrecol	3	2
Probloques	4	2
Postec	3	1

Fuente: Elaboración propia.

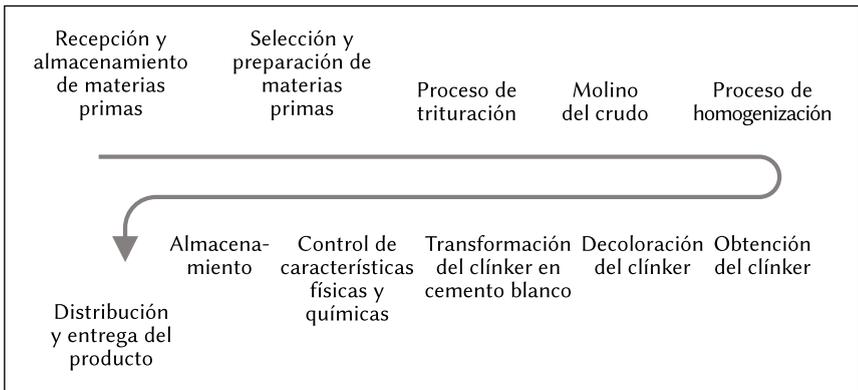
j) CEMENTO BLANCO

Es un cemento especialmente producido para obras que deben cumplir especificaciones estructurales y arquitectónicas, puede ser utilizado a la vista en todo tipo de elementos. Este producto permite una amplia posibilidad en combinación con pigmentos, obtener diferentes colores, acabados, formas y texturas. Es ampliamente usado en la fabricación de elementos prefabricados y en la fabricación de lechadas, emboquillados y rellenos de juntas rígidas, claras o pigmentadas.

De acuerdo al estudio realizado por José Arrey Díaz (2006) en su trabajo de grado, el cemento blanco:

Es un producto que difiere notablemente del cemento gris, en los aspectos relacionados con sus costos de elaboración (mucho más altos que los del cemento gris tradicional), y el mercado al cual está dirigido. Así las cosas, por su precio, características y usos, los cementos blancos no resultan sustitutos de los cementos grises. (p. 24)

ILUSTRACIÓN 13. Proceso productivo del cemento blanco



Nota. Adaptado de Caracterización del cemento blanco. Fuente: José Arrey Díaz, (2006). URL:<http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/bmfcin321c/doc/bmfcin321c.pdf>

En cuanto a las empresas que brindan este material en la ciudad de Cartagena, se tienen las siguientes:

TABLA 14. Empresas ofertantes de cemento blanco en la ciudad de Cartagena

Empresa	Tiempo promedio de entrega (días)	Categorías de productos
Argos	3	2
Sisecol	2	1
Cemex	4	1

Fuente: Elaboración propia.

k) Aditivos para cemento

Los aditivos son sustancias químicas naturales o manufacturadas que se adicionan al concreto antes de, o durante, su mezclado. Los aditivos más frecuentemente utilizados son los agentes incorporadores de aire, reductores de agua, retardantes y acelerantes.

Los aditivos se utilizan para aportarle propiedades especiales al concreto fresco o endurecido. Los aditivos contribuyen al mejoramiento de las características de resistencia y durabilidad.

A continuación se mencionarán algunas mejoras significativas que aporta el uso de los aditivos en el concreto:

- 1) Incrementa la manejabilidad.
- 2) Incremento de resistencia técnica.
- 3) Fraguados programados.
- 4) Disminución de la porosidad.

De acuerdo a la norma ASTM C-494, se especifican a continuación los tipos de aditivos:

Tipo A: Aditivos reductores de agua o plastificantes: Gracias a los compuestos orgánicos, los plastificantes logran optimizar los diseños de concreto disminuyendo las necesidades de agua y cemento para alcanzar las propiedades exigidas. El costo de un plastificante es en general más bajo que el de agua y cemento que permite ahorrar, es allí donde se logra un concreto optimizado. La disminución de la pasta de cemento en el concreto, además de un beneficio económico, implica: disminución de la retracción del concreto, disminución de la cantidad

de calor generado, disminución de la fluencia, disminución de la permeabilidad a los líquidos y un aumento en la resistencia a la abrasión, un ligero aumento en el módulo elástico y en general una mayor durabilidad del material.

Los plastificantes se dosifican entre 0.2% al 0.7% del peso del cementante. Estas dosificaciones pueden aumentar incluso duplicándose para ciertas condiciones especiales como en el concreto compactado con rodillo o en el concreto con bajos contenidos de pasta.

Tipo B: Aditivos retardadores: Al igual que los plastificantes puros, los aditivos exclusivamente retardantes son más bien poco usados en la construcción. Sin embargo, en algunos casos si se requieren tiempos de transporte extremadamente largos, si la temperatura ambiente o del concreto son muy altas o si se trata de disminuir el calor de hidratación del concreto (como es el caso de concretos masivos), el uso de retardantes aislados o dosificados de manera individual permite una mayor versatilidad al momento de regular los tiempos de fraguado. El uso combinado de un plastificante (reductor de cemento y agua) y un retardante de fraguado, permite así cambiar en el tiempo el ritmo de hidratación.

Tipo C: Aditivos aceleradores: La velocidad de las reacciones entre el clinker con el agua, es denominada con frecuencia como la tasa de hidratación de un cemento que puede ser modificada adicionando pequeñas cantidades de sustancias químicas en la mezcla. Estas sustancias alteran la tasa de hidratación incrementando el número de hidratos que nacen para un tiempo determinado dando un efecto general de aceleramiento del proceso, las cuales sustancias se conocen como acelerantes.

Tipo D: Aditivos reductores de agua y retardadores: Los plastificantes-retardantes (Tipo D) son los más usados en la fabricación de concreto premezclado puesto que aprovechan las ventajas de reducción de cemento y agua y, al mismo tiempo, tienen un efecto sobre los lapsos de fraguado que facilita su transporte sobre todo en climas cálidos. La temperatura es en general un catalizador de las reacciones químicas y la hidratación del cemento no es una excepción. El uso de plastificantes-retardantes es prácticamente indispensable en el transporte, la colocación y el terminado de concretos en climas de alta temperatura puesto que le permite al material no fraguar antes de haber sido consolidado. Los plastificantes están constituidos en general por compuestos orgánicos como carbohidratos, aminas en cierta medida y otros compuestos para regular su estabilidad.

Tipo E: Aditivos reductores de agua y aceleradores: Resulta de la combinación de compuestos acelerantes y reductores de agua. Mejora las propiedades plásticas y de endurecimiento del concreto tales como la trabajabilidad, la resistencia a la compresión y a la flexión.

Tipo F: Aditivos reductores de agua, de alto rango: Son una clase especial de aditivos reductores de agua. Frecuentemente denominados superplastificantes. Estos aditivos, como su nombre los describe, cumplen una función similar a los plastificantes, es decir aumentan la manejabilidad de las pastas de cemento y por lo tanto la manejabilidad del concreto.

Este incremento en la manejabilidad hace posible disminuir el contenido de agua y de cemento (son ahorradores de pasta), manteniendo la fluidez del material y su resistencia. Los superplastificantes se emplean una vez que la capacidad de los plastificantes ha llegado a su máximo. Son especialmente eficientes en concretos con altos asentamientos, o concretos de altas resistencias que implican, en ambos casos, contenidos elevados de pasta.

Tipo G: Aditivos reductores de agua, de alto rango, y retardador: Es un aditivo líquido que imparte al concreto fresco una alta reducción de agua, obteniéndose altas resistencias a cualquier lapso de tiempo, o bien, una consistencia fluida para lograr una alta trabajabilidad. Es también un retardante de fragua del concreto. Como plastificante, incrementa notablemente el revenimiento de una mezcla con consistencia normal, facilitando el transporte y la colocación, y siendo una excelente opción para concretos prefabricados. Como reductor de agua, reduce hasta un 12% el agua de mezclado manteniendo el asentamiento y logrando altas resistencias en todos los tiempos. Como economizador de cemento, reduce la cantidad de agua necesaria y hace más económico el diseño de mezcla. El tipo G incrementa la impermeabilidad y durabilidad de los concretos.

Tipo S: Los estabilizadores: Son un tipo de aditivo cuyo efecto sobre el concreto se concentra en estado fresco, más específicamente sobre la fluidez del concreto en el tiempo. Los estabilizantes o estabilizadores permiten disminuir o anular la pérdida de manejabilidad del concreto durante horas, sin que esto signifique aumentar considerablemente los tiempos de fraguado. Los estabilizadores hacen posible mantener una manejabilidad prácticamente constante para que el material pueda ser transportado, bombeado, manipulado y consolidado en tiempos extendidos e incluso a altas temperaturas.

TABLA 15. Empresas ofertantes de aditivos para cemento en la ciudad de Cartagena

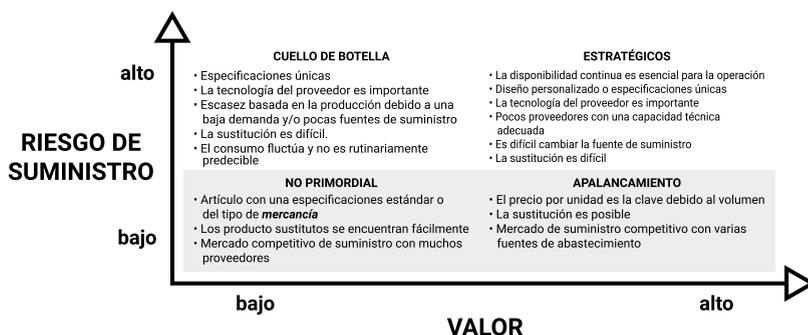
Empresa	Tiempo promedio de entrega (días)	Categorías de productos
Sika Colombia	4	4
Coveco	3	14

Fuente: Elaboración propia.

ANÁLISIS DE SEGMENTACIÓN DE PROVEEDORES DE MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

La matriz Kraljic es una de las herramientas más importantes y poderosas para la gestión estratégica de compras. Consiste en identificar los riesgos del suministro de cada producto versus el valor que aporta a la organización tan solo requiriendo una calificación de alto o bajo. El concepto inicial de este modelo fue desarrollado por Markowitz (1952), quien lo utilizó como un instrumento de control para la gestión de inversiones de capital en la bolsa de valores. Kraljic (1983) fue el primero que utilizó este modelo en el área de compras. En la Imagen 12 se detallan las características de cada segmentación:

ILUSTRACIÓN 14. Matriz de Kraljic



Nota. Adaptado de: 1) Purchasing must become supply chain management, en Harvard Business Review, por Peter Kraljic, septiembre – octubre de 1983, y 2) Administración de compras y abastecimientos, por Johnson, Leenders y Flynn, 2012. Mc Graw Hill

De acuerdo con la segmentación de los proveedores realizada anteriormente, se recomienda tener en cuenta las siguientes estrategias para cada cuadrante de

la matriz de Kraljic, con el fin de emplear una buena gestión de abastecimiento a la empresa Explanaciones y Construcciones S.A.

TABLA 16. Estrategias para la gestión de compras y abastecimiento teniendo en cuenta la segmentación de proveedores en la matriz de Kraljic

MATRIZ KRALJIC	ESTRATEGIAS
NO PRIMORDIAL	Reducción de tiempo y dinero dedicado a esta segmentación. Realización de estandarización de los productos. Busqueda de sistemas de contratación que agilicen los procesos (ejemplo: catálogos electrónicos). Reducción de costos.
APALANCAMIENTO	Generación de nuevas oportunidades para lograr reducción en costos. Reducción de numeros de proveedores según lo indique el perfil de riesgo. Precios presupuestados.
CUELLO DE BOTELLA	Trabajo constante a nivel interfuncional e interorganizacional para determinar el nivel y el tipo apropiado de producto que se requiere para satisfacer las necesidades del cliente final. Análisis e ingeniería de valor. Formación de modelos de costo total. Administración de la relación con el proveedor. Contratos de volumen asegurado. Busqueda de proveedores potenciales.
ESTRATÉGICOS	Enfoque de valor a largo plazo. Alianzas estratégicas. Modelos VMI (Vendor Managed Inventory). Reuniones constantes para revision de indicadores. Proyectos colaborativos.

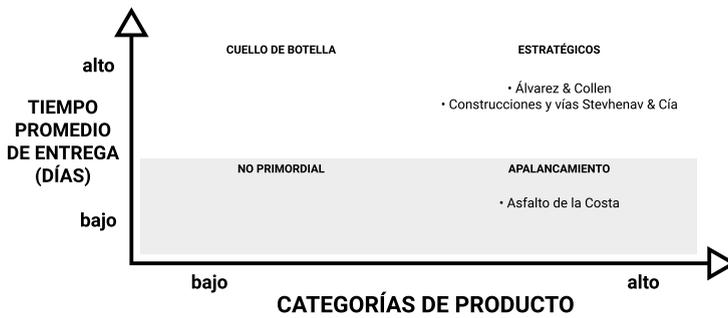
La segmentación de proveedores para los productos mencionados anteriormente para la empresa Explanaciones y Construcciones S.A., se realizará bajo los siguientes parámetros:

Eje Y: Tiempo promedio de entrega del proveedor.

Eje X: Categorías de productos.

A continuación, se presenta la segmentación de proveedores de los materiales de construcción adquiridos por la empresa objeto de estudio:

ILUSTRACIÓN 15. Segmentación de los proveedores de asfalto



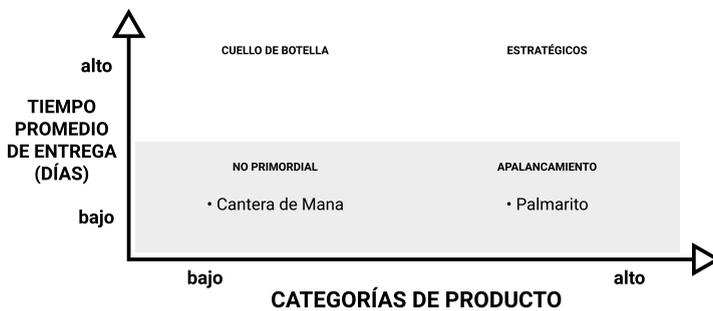
Fuente: Elaboración propia.

ILUSTRACIÓN 16. Segmentación de los proveedores de concreto



Fuente: Elaboración propia.

ILUSTRACIÓN 17. Segmentación de los proveedores de arena



Fuente: Elaboración propia.

ILUSTRACIÓN 18. Segmentación de los proveedores de zahorra



Fuente: Elaboración propia.

ILUSTRACIÓN 19. Segmentación de los proveedores de triturado



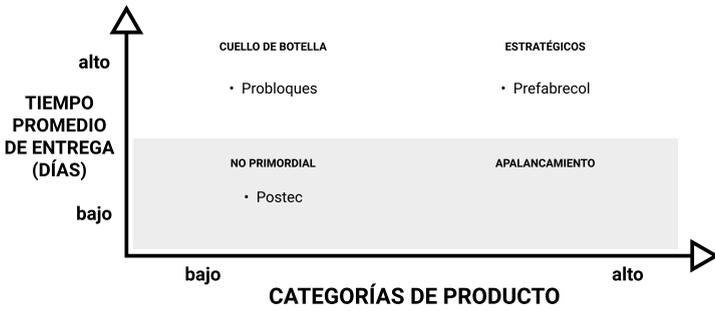
Fuente: Elaboración propia.

ILUSTRACIÓN 20. Segmentación de los proveedores de ladrillo rojo



Fuente: Elaboración propia.

ILUSTRACIÓN 21. Segmentación de los proveedores de bloques de cemento



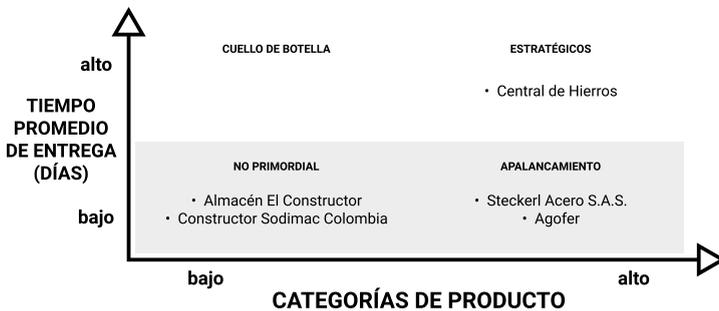
Fuente: Elaboración propia.

ILUSTRACIÓN 22. Segmentación de los proveedores de cemento



Fuente: Elaboración propia.

ILUSTRACIÓN 23. Segmentación de los proveedores de varillas



Fuente: Elaboración propia.

ILUSTRACIÓN 24. Segmentación de los proveedores de cemento blanco



Fuente: Elaboración propia.

ILUSTRACIÓN 25. Segmentación de los proveedores de aditivos para cemento



Fuente: Elaboración propia.

Teniendo claridad sobre las prioridades en el abastecimiento de materiales de construcción acorde a sus tiempos de entrega y ubicación geográfica de extracción, además de conocer el comportamiento de la cadena productiva y sus fases, es posible detallar en el próximo capítulo, lo concerniente al nuevo modelo de abastecimiento para las pymes del sector constructor de la ciudad de Cartagena.

ANÁLISIS DE COMPETITIVIDAD DEL SECTOR CONSTRUCTOR CARTAGENERO

Referirse al término *competitividad* es una tarea ardua, puesto que posee múltiples definiciones originadas desde distintas concepciones o puntos de

vista. Es así como desde la Política Nacional de Productividad y Competitividad, regulada en el documento Conpes 3527 de 2008, la competitividad es vista desde la óptica del Estado como una variable analizada de manera sencilla a partir de la productividad, y desde allí debe reconocerse como generadora de todas las condiciones necesarias para organizar un entorno de crecimiento. Y respecto al entorno de crecimiento, este podrá darse solo si existe seguridad física y jurídica, además de estabilidad macroeconómica.

Así mismo, el OML (2012) se refiere a la competitividad como

La capacidad que tiene una empresa de mantener o penetrar nuevos mercados. En la industria es un factor muy importante para mantener la vigencia y no caducidad en un mercado cada día más exigente en cuanto a los productos y servicios que estas ofrecen tendientes a satisfacer las necesidades de sus clientes. (p. 63)

Continuando con lo indicado en la Política Nacional de Productividad y Competitividad, sus lineamientos orientan a los entes territoriales a la adopción de las directrices enmarcadas en el documento Conpes 3527, a nivel regional, por lo que para el año 2009 se diseñó el Plan Regional de Competitividad de Cartagena y Bolívar, con una proyección hasta el 2032, la cual es la siguiente:

En 2032 Bolívar es uno de los cinco departamentos más competitivos de Colombia, el primero en la región Caribe colombiana. Cartagena es el principal centro logístico del país, su industria turística, naval, marítima y fluvial es reconocida a nivel mundial por sus altos estándares de calidad y servicio, y está posicionada como una de las tres ciudades más competitivas del Caribe. La población bolivarense tiene con un nivel de ingresos por habitante igual o superior al de un país de ingresos medios altos, caracterizado por su alto nivel de desarrollo humano, económico y social convergente territorialmente, a través de un ambiente de negocios que incentiva la inversión productiva de alto valor agregado e innovación, principalmente a través de su industria petroquímica- plástica y agroindustrial, la formalización empresarial y la generación de empleo, con énfasis en la exportación de bienes y servicios.

Teniendo en cuenta lo anterior, el sector constructor, desde el Observatorio Industrial de la Construcción, citado por el OML (2012), indica lo siguiente respecto a la competitividad:

Es por ello, que el significado de competitividad se ha abordado desde diferentes estancias, según la Comisión Europea: «Una economía es competitiva en la medida en que crece el nivel de productividad, relacionando esto con la actuación de las pequeñas y medianas empresas que alimentan la industria de una economía». (p. 63)

Ahora bien, el sector constructor cartagenero aporta una gran producción al PIB regional, sin embargo, en materia de competitividad solo el 6% del total de la población de empresas constructoras concentra un porcentaje importante de los activos, siendo estas empresas medianas y grandes. Es así como, estas empresas tienen posibilidades de aplicar investigación e innovaciones a sus procesos para el diseño de modelos como el presentado en el siguiente capítulo.

De la misma manera, un referente de competitividad a nivel organizacional corresponde a las certificaciones de calidad de procesos, indicando el OML (2012) que para las empresas constructoras del sector solo el 13%, tiene alguna certificación relacionada con la calidad de sus procesos. Es pertinente indicar que la muestra sobre la cual el OML (2012) realizó el último análisis de competitividad en el sector constructor, es de 453 empresas, entre los distintos tamaños indicados en la Ley 590 del 2000.

CAPÍTULO 5.

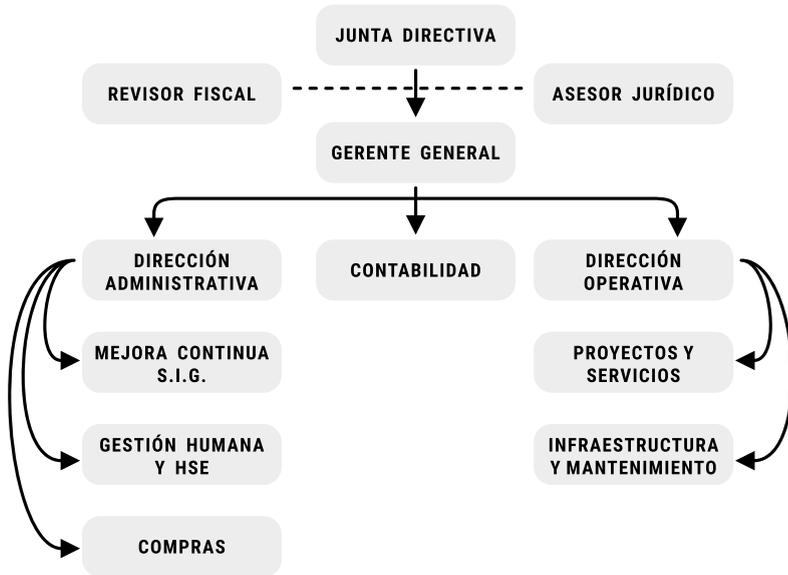
CASO DE ESTUDIO: EXPLANACIONES Y CONSTRUCCIONES S. A.

RESEÑA HISTÓRICA Y SITUACIÓN ACTUAL DE LA EMPRESA EXPLANACIONES Y CONSTRUCCIONES S.A.

Explanaciones y Construcciones S.A., es una empresa cartagenera con dieciséis años de experiencia en la prestación de servicios de construcción de obras de infraestructura, *box culvert*, movimiento de tierra como adecuación de terrenos, preparación de suelos y dragado mecánico; construcción de obras de urbanismo: cerramientos, sardineles, andenes; construcción de redes de acueducto: excavaciones, instalación de tuberías, accesorios, rellenos y obras de urbanismo relacionadas. Es así como en la actualidad, la empresa cuenta con la siguiente estructura organizacional (Ver figura 2).

Por lo tanto, los empleados adscritos a los departamentos visualizados en el organigrama de Explanaciones y Construcciones, ejecutan a diario sus actividades orientados por las disposiciones del sistema integrado de gestión, el cual está integrado por el Sistema de Gestión de la Calidad (ISO 9001:2008; OSHAS 18001:2007), el Sistema de Gestión en Seguridad y Salud Ocupacional y salud ocupacional (ISO 14001:2004) y el Sistema de Gestión Ambiental.

ILUSTRACIÓN 26. Organigrama de Explanaciones y Construcciones S.A.



Fuente: Adaptado de Manual del sistema integrado de gestión de la empresa Explanaciones y Construcciones S.A., 2015.

Es así como la empresa pretende, con la aplicación de procesos y procedimientos, brindar servicios de calidad que la consoliden para el año 2018, según la visión estratégica, como:

Una empresa líder prestadora de excelentes servicios para los sectores de infraestructura petrolera, la construcción, la agroindustria y las empresas prestadoras de servicios públicos. Reafirmando día a día –obra a obra– nuestros valores corporativos y principios éticos, buscando siempre afianzar un bienestar adecuado de la fuerza laboral, prevenir la contaminación ambiental y alcanzar el mayor índice de satisfacción en nuestros clientes.

Sin embargo, el logro de la visión estratégica de la empresa Explanaciones y Construcciones podrá ser alcanzado aplicando procesos en todos los niveles de la organización. Estos procesos se clasifican, en la compañía, como estratégicos, operacionales y de apoyo.

Los procesos estratégicos incluyen lo relativo al establecimiento de políticas y estrategias, fijación de objetivos, provisión de comunicación, aseguramiento de disponibilidad de recursos necesarios y revisiones por la dirección. Sus resultados proporcionan direccionamiento al mantenimiento y mejoramiento al sistema integrado de gestión.

TABLA 17. Proceso: Gestión estratégica

PROCESO	OBJETO DEL PROCESO
GESTIÓN ESTRATÉGICA	Direccionar la empresa hacia la calidad, mediante la planificación, la asignación de recursos y el sistema integrado de gestión, para asegurar el mantenimiento, la adecuación y la mejora continua.

Fuente: Adaptado de Manual del sistema integrado de gestión de la empresa Explanaciones y Construcciones S.A., 2015.

Respecto a los procesos operacionales, son todos aquellos realizados para la prestación del servicio y que le agregan valor a la organización para proporcionar los resultados previstos. Estos son:

TABLA 18. Proceso: Contratación de servicios y ejecución del servicio

PROCESO	OBJETO DEL PROCESO
CONTRATACIÓN DE SERVICIOS	Asegurar que las propuestas y cotizaciones se preparen de acuerdo a los requisitos establecidos por el cliente y permitan obtener negocios rentables para la organización.
EJECUCIÓN DEL SERVICIO	Identificar los recursos necesarios para la ejecución de los proyectos y solicitudes de servicios requeridos por el cliente, estableciendo los controles necesarios para asegurar que se cumpla con lo propuesto tanto en la orden de servicio como en el contrato, asegurando la calidad, programación del servicio y su entrega.

Fuente: Adaptado de Manual del sistema integrado de gestión de la empresa Explanaciones y Construcciones S.A., 2015.

Continuando, se tienen los procesos de apoyo que funcionan de soporte para que los procesos anteriormente mencionados cumplan sus propósitos. Estos procesos son:

TABLA 19. Procesos: Compras, infraestructura y mantenimiento, gestión humana y HSE, mejora continua

PROCESO	OBJETO DEL PROCESO
COMPRAS	Planear y programar las compras, de tal forma que se disponga de los recursos necesarios para la ejecución de los proyectos y la prestación de servicios, asegurando que estos elementos se encuentren fácilmente identificables y en buenas condiciones para su utilización, además de controlar adecuadamente los proveedores a través de actividades de evaluación, reevaluación y promoción de acciones de mejora sobre su desempeño.
INFRAESTRUCTURA Y MANTENIMIENTO	Garantizar que las instalaciones y los equipos operativos de la empresa se mantengan en buen estado para su funcionamiento.
GESTIÓN HUMANA Y HSE	Asegurar que el personal seleccionado para realizar las actividades, tenga el perfil establecido, reciba el entrenamiento necesario y presente un desempeño adecuado para cumplir con los requerimientos de la empresa y del cliente, y velar por el cumplimiento de la normatividad de HSE.
MEJORA CONTINUA (SIG)	<p>Evaluar el desempeño y funcionamiento de todos los procesos que hacen parte de la empresa y de esta manera establecer oportunidades de mejora, aportado al mejoramiento continuo del sistema integrado de gestión.</p> <p>Planear y ejecutar actividades de medicina, seguridad e higiene industrial para mantener y mejorar la salud de los trabajadores de la empresa, todo con el fin de mejorar la calidad del ambiente laboral, lograr satisfacción en el personal y directamente mejorar la calidad de los servicios ofrecidos por la empresa.</p>

Fuente: Adaptado de Manual del sistema integrado de gestión de la empresa Explanaciones y Construcciones S.A., 2015.

Ahora bien, la compañía tiene procedimientos para la evaluación de cada uno de sus procesos, además de ejecutar actividades con fines de retroalimentar el sistema integrado de gestión para la mejora continua. Además, el control sobre los productos y cumplimiento de requisitos legales y de calidad por cuenta de sus proveedores, es constante.

Entonces, es pertinente indicar que la empresa Explanaciones y Construcciones S.A., ejecuta en sus actividades diarias el modelo de transformación – flujo –

valor, el cual según Ulloa (2009), brindó las bases teóricas para el nacimiento del *Lean Construction* como una filosofía moderna para unos autores, y para otros, el modelo es tratado como un enfoque.

Lo anterior se ha inferido a partir de la revisión bibliográfica de los procesos de la compañía, donde uno de sus objetivos es brindar valor añadido en la prestación de su portafolio de servicios. Sin embargo, el modelo mencionado desde la concepción pragmática no tiene una extensión hacia las actividades de la compañía, inicialmente porque se aplica sin la articulación de técnicas para el manejo de inventarios.

Para la administración el modelo es desconocido, y solo se aplica por disposiciones reglamentarias contenidas en las normas que constituyen el sistema integrado de gestión, donde se pretende la obtención de la mejora continua a través de la añadidura de valor. Es decir, la aplicación del modelo transformación – flujo – valor en la empresa objeto de estudio, se encuentra adherido por la ejecución de principios de calidad en la explotación del objeto social.

También es pertinente indicar que, el modelo descrito tiene un alcance endógeno hasta ahora en la compañía, porque este tendrá efectividad siempre y cuando las partes interesadas (clientes y proveedores) mantengan las praxis administrativas y operativas de añadidura de valor, además de mantener un flujo de comunicación asertivo con Explanaciones y Construcciones S.A.; puesto que la gerencia de la compañía manifestó en una entrevista realizada, que más del 90% de los inconvenientes presentados en las obras civiles y demás actividades realizadas por la empresa provienen de una comunicación tardía y fallida por cuenta de los clientes o proveedores, generándose también del total de los costos incurridos para la obtención de los ingresos, cargos por el 11%, lo cual es significativo, porque para la vigencia 2015, la compañía presentó en sus estados financieros un total de costos por valor de \$ 3.898.126.765 (tres mil millones ochocientos noventa y ocho millones ciento veintiséis mil setecientos sesenta y cinco millones de pesos Mcte), según información de la Cámara de Comercio de Cartagena (2020).

Por lo tanto, se hace necesario realizar un modelo de aprovisionamiento de materiales contextualizado, colaborativo e integrador, el cual se definirá desde su concepción.

PROCESOS LOGÍSTICOS Y MÉTODOS DE ABASTECIMIENTO

La empresa Explanaciones y Construcciones S.A. es una compañía que desarrolla sus actividades logísticas, sus procesos y procedimientos para el

cumplimiento de las normas, las expectativas de clientes y para mantener sus activos y recurso humano a salvo.

Por tal motivo, los procesos logísticos relacionados con el abastecimiento de materiales para la construcción, se inician con la evaluación y selección de proveedores, procedimiento elaborado a partir de esta investigación y que podrá encontrarse en los anexos.

Posteriormente se solicitan administrativamente las compras, acorde al cronograma de obras, y en el área de almacén dotado de *racks* y demás elementos pertinentes se cuentan los inventarios por sus unidades de medida y se aplica el método del promedio ponderado para el cálculo de su costo.

Respecto a las prioridades en la adquisición de materiales, se tiene que la compañía para la gestión de inventarios usa el método ABC para la clasificación de los mismos.

Ahora bien, la empresa adquiere los materiales para la construcción anteriormente mencionados en proporción a las exigencias de cada proyecto, y realizan las compras a entidades con el licenciamiento ambiental otorgado, del mismo modo los proveedores deben contar con el título minero.

Con relación a la frecuencia de compra, esta es establecida por el almacenista, quien monitorea a diario los niveles de inventarios.

CONFIGURACIÓN CONCEPTUAL DEL MODELO COLABORATIVO, CONTEXTUALIZADO E INTEGRADOR

Con posterioridad a la revisión bibliográfica relacionada con la temática de estudio, además de aplicar y consultar la información de los procesos y procedimientos de la compañía, se tiene que el modelo a proponer en esta investigación es de características híbridas y cualitativas, es decir, en la aplicabilidad del modelo de aprovisionamiento se le dará prioridad al análisis de información histórica y vigente, por lo cual se da el enfoque connotativo al modelo cualitativo. Es pertinente indicar que el modelo será aplicado a obras de ingeniería civil, consideradas como megaproyectos de gran envergadura y con disposición de presupuesto alto en términos financieros, además de tener una ejecución en el mediano y largo plazo.

Respecto a sus características híbridas, el modelo tendrá en su componente práctico la aplicación de técnicas para el control de inventarios procedentes de distintos enfoques.

Entonces, el modelo será denominado *colaborativo, contextualizado e integrador*, porque se pretende configurar y gestionar la cadena de suministro en el sector constructor como una que sea capaz de generar flujos de información entre las compañías del sector y sus proveedores, con el propósito de obtener ambas partes la consecución de sus objetivos estratégicos institucionales. Y es así como se podrá brindar al cliente, tiempos menores en la entrega de sus servicios y productos.

En este sentido, Alarcón, Lario, Bozá y Pérez (2007) indican como apoyo a lo mencionado, que los distintos procesos, que se realizaban de una forma centralizada y atendiendo a los objetivos de una única empresa, deberán ahora desarrollarse teniendo en cuenta los objetivos de varias empresas simultáneamente.

Es así como, el aspecto colaborativo del modelo se enfoca sobre la *planificación colaborativa de operaciones*, como uno de sus pilares fundamentales. El propósito es minimizar los tiempos de entrega en un 80% y la disminución de los costos en un 50% en promedio según lo establecido por Carbonell (2012).

En la práctica, las actividades de planificación colaborativa se realizan entre una o varias empresas en la cadena productiva del sector y pretenden, en el corto plazo, el alcance de objetivos relacionados con la satisfacción del cliente, sin necesidad de ser este su enfoque principal.

Ahora bien, según indican Ribas y Companys (2007):

El proceso de planificación colaborativa pretende extender la planificación entre múltiples dominios de planificación. La idea es conectar el dominio de planificación de cada una de las organizaciones para intercambiar la información relevante para el proceso de planificación global. De esta forma, los datos necesarios para la planificación se actualizan ágilmente pudiendo obtener resultados más precisos. (p. 95)

Es decir, el proceso de planificación de cada empresa deberá conectarse con el propósito de compartir información en tiempos prudenciales, para tomar ventaja de los riesgos y las situaciones no detectadas, con fines de obtener resultados detallados. De esta manera el proceso de planificación colaborativa puede dirigirse hacia los clientes o proveedores, o ambos a la vez.

También, Ribas y Companys (2007) establecen dos formas de ejecutar la planificación colaborativa, siendo la primera de carácter vertical, donde se generan directrices desde una de las compañías miembro de la cadena productiva, lo cual le da un posicionamiento de líder. Como segunda opción se encuentra

la colaboración horizontal, donde todas las compañías participes coordinan en simultaneo, comparten la información y generan procesos de negociación colectivos.

Por lo tanto, el propósito de tener como base fundamental a la planificación colaborativa en la construcción de un modelo de aprovisionamiento de materiales, es acceder a información valiosa para ajustar en tiempo real los planes de suministro de las distintas obras ejecutadas por Explanaciones y Construcciones S.A.

El proceso, entonces, de planificación colaborativa estará compuesto por las siguientes etapas, sugeridas por Ribas y Companys:

- a) Definición del tipo de colaboración.
- b) Planificación en el dominio local.
- c) Plan de intercambio.
- d) Negociación y manejo de excepciones.
- e) Ejecución.
- f) Medidas de los resultados.

Todas las etapas anteriores funcionan como un engranaje, con el cual se pretende inicialmente establecer el tipo de colaboración, siendo horizontal para el caso de las empresas constructoras de la ciudad de Cartagena. Definido el tipo de colaboración, se procede internamente en cada compañía, adherida al modelo, a realizar un proceso de planificación administrativa y operativa; porque seguido a esto, se deberá acordar entre los socios (empresas colaboradoras) el plan de intercambio de información.

Continuando con las siguientes etapas, Ribas y Companys (2007) las definen de la siguiente manera:

El proceso de intercambio de información permite a los socios tener una visión global del proceso de planificación e identificar si se consiguen los objetivos predefinidos. Esta situación requiere un escenario común de planificación en el que los objetivos comunes y las condiciones se puedan medir mediante indicadores. El análisis de desviaciones de los objetivos marcados permite identificar caminos de mejora en planes futuros. Las desviaciones pueden producirse a causa de decisiones tomadas al nivel local, que provocan una desalineación de los planes y que, al detectarse, debe llevar a un proceso de negociación

que restablezca la sincronización. Una vez los planes están alineados se debe proceder a su ejecución, y medir los resultados alcanzados. Si la relación entre los socios es «win-win» —todos salen ganando—, los resultados son fácilmente aceptables. Cuando uno de los miembros acuerda «perder» para el beneficio global de la cadena, se puede pactar un desembolso compensatorio. La medida de esta pérdida se puede valorar a través de la desviación sufrida respecto al plan de su dominio local. (p. 100)

Para culminar lo relacionado con la planificación colaborativa en el modelo de aprovisionamiento de materiales para las empresas pymes del sector constructor de la ciudad de Cartagena, se tiene que se desarrollarán los procesos de planificación a nivel de operaciones, donde se compartirá información para el cálculo de las necesidades de suministro.

Teniendo en cuenta la configuración teórica del modelo a partir de su arista contextualizadora, se tiene que la concepción contextual del modelo se refiere al manejo de información fiel y razonable de los hechos que han sucedido y suceden en el sector, por lo tanto no se podrá utilizar información bajo supuestos sin base histórica contextualizada, es decir, sin tener datos históricos relacionados con el quehacer constructor de las pymes de la Ciudad de Cartagena.

De la misma manera, la contextualización en el modelo es el puente entre la planificación colaborativa de actividades y la integración de información. Con mayor especificidad, entonces, se puede definir a la contextualización, de manera autónoma, en este modelo, de la siguiente manera:

La contextualización es el pilar fundamental del modelo de aprovisionamiento de las empresas constructoras pymes de la Ciudad de Cartagena, dedicado al intercambio de información (de origen local, nacional e internacional), en tiempo real con propósitos de prevenir riesgos y hechos que desequilibren los planes de suministro y los tiempos de entrega al cliente, a partir de una mirada prospectiva, obtenida de la correlación entre los hechos sucedidos a nivel local y global.

Es decir, la contextualización en el modelo es la herramienta que facilitará el intercambio de información entre las empresas colaboradoras y su análisis para la toma acertada de decisiones.

Por otra parte, la integración como pieza conceptual del modelo de aprovisionamiento de materiales a proponer para las empresas constructoras pymes de la ciudad de Cartagena, es definida por Capó-Vicedo, Lario y Ortiz (2003) como un instrumento avanzado de gestión adaptado a la realidad del mismo. Estos autores indican que la integración permite facilitar los flujos de materiales,

información, decisiones y control a través de la Organización, ligando las funciones con la información, los recursos, las aplicaciones y las personas, con la finalidad de mejorar la comunicación, la cooperación y la coordinación en la empresa, de tal forma que ésta se comporte como un todo, y que funcione alineada con la estrategia de la Empresa. (p. 5)

Mientras que Gutiérrez, Fuquen y Abril (2010) establecen que en el contexto de las empresas constructoras la integración es ideal para la consolidación de los distintos eslabones que conforman el abastecimiento, a fin de coordinar las actividades de los mismos, minimizando costos y aportando valor a los productos. Así mismo, se puede ampliar la ventaja competitiva porque la integración empresarial exige coordinación y optimización de los procesos, por lo cual cada empresa miembro de la cadena productiva colaborativa, deberá mantener altos niveles de formalización administrativa.

Aún más, Quayle (2003), citado por Carbonell (2012), plantea que las pequeñas y medianas empresas tendrán mejoras significativas al momento de realizar un tipo de trabajo colaborativo y aplicar prácticas de integración empresarial.

Sin embargo, la integración empresarial de la cadena productiva del sector constructor solo se podrá realizar si las empresas que colaboran cumplen con los aspectos mencionados por Briscoe y Dainty (2005), citado por Carbonell (2012, p.86), los cuales son:

- a) Gestión de la comunicación: Establecer caminos directos de comunicación con los contratistas principales y los segundos contratistas son críticos para el éxito de los proyectos.
- b) Gestión de los flujos de información: Donde la confianza en las relaciones de trabajo entre el cliente y el contratista, a veces hacen que el intercambio de información sea muy pobre.
- c) Mecanismos para la solución de problemas: La rápida acción es requerida para minimizar los problemas de la cadena de suministro en un estadio inicial.
- d) La ingeniería como valor añadido de los proyectos: Existe un gran conocimiento especializado que si es involucrado desde el inicio en el proyecto puede darle al cliente mucho más valor añadido.

- e) El alineamiento de los sistemas de la cadena de suministro: Es muy importante para la eficacia de la gestión de la cadena de suministro que los principales contratistas y sus proveedores gestionen sus sistemas de información en línea unos con otros.
- f) Asegurando estándares de calidad elevada: Siempre se está buscando hacer mejoras en la calidad, pero a veces esto es demasiado caro para pequeñas organizaciones, así es que se depende de los clientes y de su iniciativa para encontrar estas inversiones de calidad.
- g) Asegurar el compromiso del cliente y los objetivos del proyecto: Donde se ha sido capaz de construir asociaciones a largo plazo con clientes particulares, con un número importante de contratos, que han desarrollado una fuerte lealtad hacia el cliente y han conseguido hacer un buen trabajo en todos los proyectos.
- h) Establecer relaciones de suministro en la cadena a largo plazo: En muchas ocasiones se tiene miedo de establecer relaciones a largo plazo con los proveedores siendo éstas mucho más prestigiosas y beneficiosas en términos globales.

Es necesario recalcar que los aspectos mencionados conllevan a la competitividad de las empresas, por la exigencia de procesos de calidad para ser parte de la integración empresarial de la cadena productiva del sector constructor.

Todavía cabe señalar otras definiciones sobre la integración empresarial, tal como la que expone Sempere Ripoll (2002), citado por Carbonell (2012):

Que cuando dos empresas se asocian o se fusionan, se deben al menos conectar y en la mayoría de los casos integrar sus sistemas de información y coordinar sus procesos de negocio. La modelización empresarial se entiende como un facilitador de la Integración Empresarial, para construir el acuerdo general y la visión común de representación de conocimiento, las tecnologías de la información y las operaciones del negocio. (p. 88)

Entonces, el modelo colaborativo, contextualizado e integrador propuesto para las empresas pymes del sector constructor cartagenero, pretende la generación de ventajas competitivas para el cumplimiento de los servicios y productos a partir de una base administrativa con procesos estandarizados.

CONFIGURACIÓN PRÁCTICA DEL MODELO COLABORATIVO, CONTEXTUALIZADO E INTEGRADOR

Posterior a la creación del marco conceptual del modelo para las empresas pymes del sector constructor cartagenero, es necesario establecer cómo desde la práctica diaria, el modelo podrá tener efectividad. Por tal motivo, las técnicas y metodologías descritas a continuación facilitarán la gestión de los materiales al interior de Explicaciones y Construcciones S.A., con el fin de articular la planificación colaborativa, la contextualización y la integración empresarial a la explotación del objeto social.

Inicialmente se tendrán en cuenta la técnica del Justo a Tiempo (JIT, por sus siglas en ingles), como un modelo parcial de aleatoriedad de los tiempos de reposición de los inventarios, con el propósito de no tener inconvenientes con faltas o *sobrestocks* de materiales, además de inconvenientes con el almacenamiento.

En este sentido, Pérez (2011) indica que el Justo a Tiempo es una metodología productiva por la cual se pretende la obtención de las materias primas en el momento preciso de fabricar, así como en el momento preciso de prestar el servicio al cliente. De modo que, se pretenden disminuir los inventarios aplicando un proceso donde se establezcan prioridades en las actividades realizadas.

En términos generales, el JIT es una metodología usada en la era moderna por las empresas para predecir el tiempo adecuado de adquisición de materiales, generándose reducción de costos de producción, por lo que este método permite optimizar los sistemas de producción y consiste básicamente en hacer entrega de las materias primas a las líneas de producción en el tiempo adecuado y a medida que se van necesitando, siendo de esta forma una filosofía de producción orientada a la demanda.

Entre los beneficios del Just In Time más sobresalientes y aplicativos al tema tratado en esta investigación se encuentran la disminución de las inversiones que se deben hacer para mantener el *stock* de inventario, la reducción de la pérdida de material, la reducción de los costos financieros, el ahorro en los costos de producción, la disminución del espacio de almacenamiento, así se obtienen pocos desperdicios y lo más importante es que cada operación produce solo lo necesario para satisfacer la demanda del producto.

Si bien, el JIT permite tener claridad sobre los tiempos adecuados para adquirir materiales para el cumplimiento de los requerimientos de los clientes, sin

embargo, el modelo cuantitativo del Lote Óptimo Económico (EOQ, por sus siglas en inglés), según Kuster (2013), permite estipular la cantidad de unidades que deben solicitarse al proveedor en cada pedido, de manera que se logre minimizar el costo asociado a la compra y al mantenimiento de las unidades en inventario. Cabe resaltar que, las compras que efectúa la empresa para la producción de un bien se encuentran estrechamente vinculadas con la demanda del mismo, por lo que para el uso del Lote Óptimo Económico es necesario aplicarlo de manera probabilística (demanda flexible: suministro incierto), o determinística (demanda constante: suministro instantáneo), siendo estos modelos usados bajo demandas supuestas.

Es preciso indicar que el modelo colaborativo, contextualizado e integrador a aplicar en Explanaciones y Construcciones S.A., usará el método determinístico del EOQ, porque la compañía produce sus bienes y servicios por procesos. Específicamente, el método determinístico será aplicado bajo el uso de cantidades fijas de inventarios, los cuales serán adquiridos por la empresa acorde a un punto de reorden preestablecido, el cual dependerá de la demanda. También es pertinente indicar que el EOQ de cantidades fijas se combinará con la aplicación sin ruptura, donde la satisfacción de la demanda se presenta de forma inmediata.

Continuando con lo expuesto, se tiene que mediante la aplicación del JIT y EOQ, de manera integrada la empresa Explanaciones y Construcciones S.A. establecerá los tiempos y cantidades pertinentes a adquirir para los proyectos que ejecuta en el sector construcción. Pero no basta solo con saber de tiempos y cantidades, también en la administración y gestión de los inventarios para la construcción deben aplicarse metodologías para determinar el impacto de los materiales en los proyectos que se ejecutan.

Es así como, se usará en la configuración práctica del modelo para las empresas pymes del sector constructor, la metodología propuesta por Kraljic en el año de 1983, donde, según Ubiratan (2013), se pretende la clasificación de los artículos a adquirir acorde a sus impactos en la renta de la empresa y los riesgos de suministro. Posteriormente, se analiza el mercado de suministros de los materiales para definir su posición estratégica en el suministro total obtenido por la organización.

Por tanto, la metodología de Kraljic se encuentra dividida en cuatro etapas: clasificación, análisis de mercado, posicionamiento estratégico y planes de acción. Con relación a la clasificación de los materiales, estos se categorizan acorde a características similares, ya sea por usabilidad, precios, proveedores,

volumen de compras, impacto en calidad del producto o el crecimiento empresarial. La empresa será autónoma en tomar el concepto sobre el cual clasificará los materiales.

Respecto al análisis del mercado, la empresa deberá revisar de manera sistemática el mercado de proveedores, la evaluación de la calidad y cantidad de la oferta, teniendo en cuenta su capacidad de negociación para establecer la estrategia adecuada de suministros.

Cumplida las dos etapas iniciales, el posicionamiento estratégico consistirá en ubicar en una matriz acorde, a tres categorías: *descubrir*, *diversificar* y *equilibrar*, para los productos y proveedores estudiados, lo cual permitirá la organización de la información y la toma de decisiones. El plan de acción consiste en representar de manera clara la idoneidad de la compra de materiales, teniendo en cuenta su peso estratégico, además de otras características como el volumen, precio, proveedores, la sustitución de políticas de inventario de material y demás.

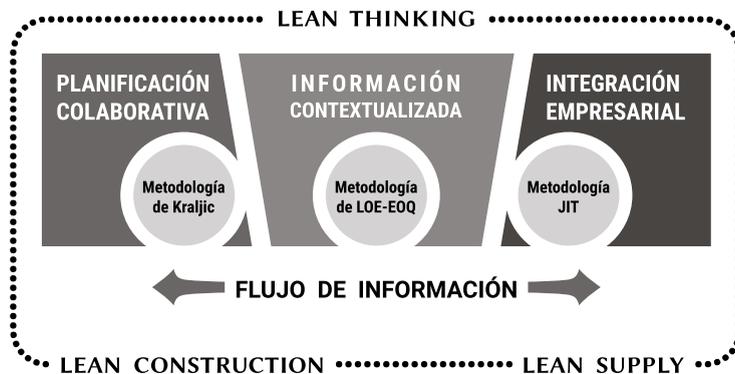
Acorde con lo anterior, se tiene que el modelo colaborativo, contextualizado e integrador (PCCI) propuesto para las empresas del sector constructor de Cartagena, es puesto en funcionamiento con la aplicación de las metodologías del Justo a Tiempo, Lote Óptimo Económico y Kraljic, siendo la interacción entre estas el haz fundamental para controlar el aprovisionamiento de materiales en la empresa con relación a la importancia crítica del inventario, los tiempos y las cantidades, con fines de cumplir los plazos de entrega al cliente.

CONFIGURACIÓN PROCEDIMENTAL DEL MODELO COLABORATIVO, CONTEXTUALIZADO E INTEGRADOR

Teniendo en cuenta que el modelo se encuentra configurado inicialmente desde la concepción teórica, con el propósito de brindar las bases para su desarrollo práctico, se da paso a la configuración procedimental del modelo colaborativo, contextualizado e integrador.

Esta configuración pretende articular todas las teorías y metodologías explicadas en las anteriores configuraciones e indicar los procedimientos a tener claros para ejecutar el modelo. Es así como en la Ilustración 4, se detalla cómo se articula el modelo.

ILUSTRACIÓN 27. Articulación del modelo colaborativo, contextualizado e integrador



Fuente: Elaboración propia.

Conociendo la articulación del modelo, es necesario indicar los procedimientos para su aplicación:

- Realizar las alianzas estratégicas con otras compañías con las mismas características (pymes, sector constructor, otras variables homogeneizadoras).
- Vincular al proceso de planificación colaborativa a los proveedores. Cada empresa miembro que participe, lo hará desde sus procesos organizacionales.
- Establecer las variables para el intercambio de información.
- Organizar un equipo de vigilancia integral, donde se obtenga información para análisis prospectivo de la situación del sector.
- Plantear un conjunto de procesos y procedimientos que regulen el actuar de las empresas al momento de aplicar el modelo en la cadena productiva colaborativa.

Los anteriores pasos están relacionados con la configuración teórica del modelo, siendo los literales a) y b) asignados para iniciar la planificación colaborativa entre las empresas. Continuando, los literales c) y d) conducen a la facilitación de información contextualizada para el logro de decisiones acertadas.

Mientras que los literales d) y e) generan la integración empresarial, donde las compañías que participan del proceso podrán en conjunto promover estrategias para la minimización de costos y el cumplimiento a los clientes.

Con relación a la configuración práctica del modelo, se deberá tener en cuenta los siguientes procedimientos para ejecutarlo.

- a) Clasificar los inventarios de materiales e insumos adquiridos para los proyectos de construcción, según su importancia, escasez y ubicación geográfica de los proveedores.
- b) Determinar las cantidades a adquirir de acuerdo con los tiempos de cumplimiento con el cliente, los presupuestos de obra y la liquidez de la empresa, aplicando la metodología del Lote Óptimo Económico.
- c) Calcular, conforme a los cronogramas y flujogramas de cada proyecto, las necesidades de insumos y materiales en correspondencia con las directrices de la metodología Justo a Tiempo.

Ahora bien, los procedimientos anteriores completan la configuración práctica del modelo, pretendiendo con estos, la minimización de costes y el cumplimiento al cliente. Es preciso indicar que, para la ejecución de los procedimientos prácticos, la compañía deberá integrar sus procesos administrativos, como lo son compras, contabilidad y tesorería, puesto que estas áreas suministrarán la información requerida.

Así pues, es prudente mencionar que el *Lean Construction* y el *Lean Supply* son las metodologías que soportan el modelo desde la concepción práctica, y estas se integran al *Lean Thinking* o *Pensamiento Lean*, para fusionar lo teórico y lo práctico.

En términos generales, se pretende que el modelo tenga una jerarquización cognoscitiva, facilitadora del entendimiento para los lectores y quienes pretendan implementar el modelo.

PROCEDIMIENTOS PARA LA EJECUCIÓN DEL MODELO COLABORATIVO, CONTEXTUALIZADO E INTEGRADOR

Como se evidenció anteriormente, se deberán ejecutar varios procedimientos para configurar teórica y prácticamente el modelo. Sin embargo, estos solo están relacionados con la puesta en marcha del mismo, por lo que a continuación se establecen todos los procedimientos necesarios para aplicar el modelo en la cotidianidad de las empresas.

Así, se toma como punto de referencia a las etapas del proceso administrativo, para proponer los procedimientos del modelo planteado. En esta ocasión se brindará los lineamientos bases para la construcción de los procedimientos operacionales del modelo colaborativo, contextualizado e integrador, tomando en consideración que habrá procedimientos desde la planeación, ejecución, verificación y control.

Desde la planeación

- a) Realizar el cronograma y presupuesto de obra, previo a la realización de cualquier proyecto de construcción.
- b) Establecer el portafolio de compras para cada proyecto, usando la matriz de Kraljic.
- c) Verificar la disponibilidad de los materiales con los proveedores.
- d) Establecer la capacidad de bodegaje y los requerimientos del cliente para la aplicación de la metodología del Lote Óptimo Económico y Justo a Tiempo.

Desde la ejecución

- a) Seccionar el proyecto en áreas o partes, a fin de asignar tiempos de construcción para cada una, lo cual permitirá tener al detalle los tiempos y la ejecución presupuestal de los proyectos.
- b) Elaborar informes periódicamente para la construcción de datos estadísticos, a fin de gestionar la toma de decisiones.
- c) Medir las mermas en los materiales obtenidos, además de controlar el tempario de los obreros, para determinar costos adicionales.

Desde la verificación

- a) Constatar las solicitudes de compras realizadas versus lo recibido.
- b) Estimar tiempo de usabilidad de los materiales de acuerdo con las cantidades presupuestadas, a fin de tener un plan de aprovisionamiento basado en las variables de tiempo y cantidad.
- c) Verificar el cronograma y presupuesto de la obra.
- d) Actualizar el portafolio de compras según los costos adicionales y siguiendo la metodología de Kraljic.

- e) Establecer la efectividad de la aplicación de la metodología del Justo a Tiempo, de la mano con los proveedores, es decir, monitorear los tiempos de solicitud y llegada de los materiales.

Desde el control

- a) Generar informes de obra, teniendo en cuenta el modelo propuesto.
- b) Elaborar indicadores del modelo por cada obra.
- c) Retroalimentar a la cadena productiva del sector que participa en el proyecto.

Con relación a los procedimientos mencionados, se debe tener en cuenta que estos serán incorporados al sistema de gestión de calidad de la organización que aplique el modelo presentado, y de no tener sistema de gestión, se considera que emplear los procedimientos es el primer paso para obtenerlo.

De la misma manera, estos procedimientos podrán ser adaptados a la estructura organizacional de cada empresa, al proyecto en ejecución e incluso a la cadena productiva existente en la ciudad o región, puesto que el modelo es flexible desde su concepción teórica y práctica.

INDICADORES PARA EL MODELO COLABORATIVO, CONTEXTUALIZADO E INTEGRADOR

Como todo proceso, este debe ser evaluado. Es necesario tener indicadores desde los cuales la evaluación del modelo sea ágil y rápida. Por lo tanto, los indicadores del modelo colaborativo, contextualizado e integrador son propios, creados a partir de la propuesta señalada por Zuluaga, Gómez y Fernández (2014), denominada *Indicadores logísticos en la cadena de suministro como apoyo al modelo SCOR*, donde se establecen indicadores alineados a las configuraciones realizadas en el modelo.

Los indicadores tenidos en cuenta son:

TABLA 20. Indicadores de desempeño en el proceso de aprovisionamiento y compras

RUBRO	OBJETIVO
Costos de compras.	Medir los costos de compras relacionados con los procesos internos y gestión de proveedores.
Tiempo de entrega del proveedor por pedido.	Medir el tiempo desde que se envía la orden de pedido al proveedor hasta que este entrega el producto en las instalaciones.
Porcentaje de quejas sobre productos adquiridos y entregas perfectas.	Determinar el % de quejas respecto a la cantidad de pedidos realizados por la empresa. Además, se incluye entrega perfecta en cantidad, referencia y tiempo.
Número de compras a proveedores certificados.	Medir la cantidad de compras que se realizan a proveedores certificados como estrategia de competitividad.

Nota. Adaptado de Indicadores logísticos en la cadena de suministro como apoyo al modelo SCOR. Fuente: Zuluaga, Gómez y Fernández, 2014, Clío América, 8 (15). URL: <http://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/clioamerica/article/view/832>

Ahora bien, los indicadores del modelo PCCI para la obtención de las cifras en el proceso de aprovisionamiento y compras son:

TABLA 21. Indicadores de desempeño en el proceso de aprovisionamiento y compras del modelo PCCI

RUBRO	INDICADOR
Costos de compras.	Total de costos incurridos en obra / Total de costos de ventas y prestación de servicios: El resultado podrá darse en % o decimales.
Tiempo de entrega del proveedor por pedido.	Fecha de recepción de la petición / Fecha de entrega de lo pedido: El resultado deberá darse en días.
Porcentaje de quejas sobre productos solicitados y entregas perfectas.	Productos solicitados / Entregas perfectas: El resultado debe darse en %.
Número de compras a proveedores certificados.	Total de compras / Total de compras a proveedores certificados: El resultado deberá darse en unidades.

Fuente: Elaboración propia.

Los indicadores mencionados pretenden medir la gestión interna realizada por las áreas administrativas y operativas de la empresa.

Continuando, los indicadores para la gestión de inventarios son los siguientes:

TABLA 22. Indicadores de gestión de inventarios

INDICADOR	OBJETIVO
Rotación de inventarios.	Medir el número de veces que un inventario gira o se renueva en un período de tiempo. Se calcula como ventas sobre inventario promedio del período.
Cobertura de inventario.	Tiempo que la cantidad de inventario permite cubrir las necesidades de los clientes. Se calcula como 1 dividido la rotación por 365 días.
Inventario dañado y obsoleto.	Mide la cantidad de inventario dañado sobre el inventario total. Este valor se puede considerar en costos o unidades según la necesidad de la empresa.
Costo del inventario.	Costo de inventario considerando productos, recursos para gestión, obsolescencia, mermas. Para medir el % de participación del inventario, se divide la cantidad de este sobre los ingresos.

Nota. Adaptado de Indicadores logísticos en la cadena de suministro como apoyo al modelo SCOR. Fuente: Zuluaga, Gómez y Fernández, 2014, Clío América, 8 (15). URL: <http://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/clioamerica/article/view/832>

Tomando en consideración los rubros y objetivos mencionados en la Tabla 20, se tiene que los indicadores del modelo PCCI para la gestión de inventarios son:

TABLA 23. Indicadores de desempeño en el proceso de gestión de inventarios del modelo PCCI

RUBRO	INDICADOR
Rotación de inventarios.	Ventas totales del producto / Inventarios totales del producto: El resultado deberá expresarse en porcentaje.
Cobertura de inventario.	Tiempo de entrega del producto / 365 días: El resultado debe expresarse en días.

Inventario dañado y obsoleto.	Total de inventario / Total de inventario dañado u obsoleto: El resultado debe darse en porcentaje.
Costo del inventario.	Total de la valorización del inventario / Total de ingresos obtenidos: El resultado debe expresarse en %.

Fuente: Elaboración propia.

Son muy importantes los indicadores de los inventarios porque facilitan su administración en los almacenes, los cuales también tienen sus propios indicadores, como se muestra en la siguiente tabla:

TABLA 24. Indicadores de desempeño en la gestión de almacenes

RUBRO	OBJETIVO
Tiempo de ciclo en la recepción.	Medir el tiempo desde que se descarga el camión hasta que este se inspecciona y registra en el sistema de información.
% de utilización de espacio o posiciones de almacenamiento.	Medir la utilización de espacio de almacenamiento a través de la división de la utilización actual (m ² o posiciones) sobre su capacidad.
Eficiencia de los equipos de manejo de materiales.	Se calcula como el tiempo de utilización de los equipos sobre el tiempo total disponible o utilización actual (Kg, cajas, pallets, entre otras unidades de carga) sobre la capacidad disponible.
Exactitud de la preparación de pedidos.	Determinar los porcentajes de órdenes de pedidos preparadas correctas, dividido con el total de órdenes preparadas.
Nivel de servicio de inventario para pedidos.	Medir el porcentaje de órdenes de pedidos que son atendidas con el inventario disponible en la empresa, dividido el número de órdenes totales despachadas.
Cantidad de productos no despachados.	Medir los productos que no son enviados a los clientes por pedido respecto al total de productos solicitados.
Productividad del almacén y costos.	Medir la cantidad de órdenes atendidas por el almacén dividido el costo del personal del almacén por un período de tiempo. Además, se sugiere la medición de costos.

Nota. Adaptado de Indicadores logísticos en la cadena de suministro como apoyo al modelo SCOR. Fuente: Zuluaga, Gómez y Fernández, 2014, Clío América, 8 (15). URL: <http://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/clioamerica/article/view/832>

Los indicadores en la gestión de almacenes del modelo PCCI son:

TABLA 25. Indicadores de desempeño en el proceso de gestión de almacenes del modelo PCCI

RUBRO	INDICADOR
Tiempo de ciclo en la recepción.	Tiempo de llegada de la mercancía / Tiempo de registro de la información contable: Debe expresarse el resultado en horas.
% de utilización de espacio o posiciones de almacenamiento.	Utilización actual del espacio / Capacidad del espacio: El resultado debe darse en las unidades de medida del espacio.
Eficiencia de los equipos de manejo de materiales.	Horas de utilización / Capacidad de carga: El resultado debe expresarse en %.
Exactitud de la preparación de pedidos,	Órdenes de pedidos preparadas correctas / El total de órdenes preparadas: El resultado debe expresarse en %.
Nivel de servicio de inventario para pedidos.	Ordenes atendidas / Inventario disponible: El resultado debe expresarse en %.
Cantidad de productos no despachados.	Productos solicitados/Productos enviados: El resultado debe expresarse en %.
Productividad del almacén y costos.	Cantidad de órdenes atendidas por el almacén/ Dividido el costo del personal del almacén *tiempo: El resultado debe darse en porcentaje.

Fuente: Elaboración propia.

La administración del almacén es importante porque una de las dificultades que afrontan las pymes del sector constructor de la ciudad de Cartagena, con relación al flujo de materiales, es el poco espacio para el almacenamiento.

Y por último, la correcta aplicación del modelo se reflejará en los clientes, por lo que para la medición de la satisfacción de los mismos, se presentan los siguientes indicadores:

TABLA 26. Indicadores de servicio al cliente

RUBRO	OBJETIVO
Confiabilidad de los pedidos para atender al cliente.	Medir el porcentaje de los pedidos entregados con las condiciones negociadas (empaque, cantidad) sobre el total de envíos.
Tiempo de respuesta a la solicitud del cliente.	Evaluar el tiempo que transcurre desde que el cliente envía una solicitud de información de un pedido hasta que se le entrega la respuesta.
Respuesta a modificaciones de los clientes.	Medir el número de pedidos atendidos a tiempo con modificaciones en los pedidos al cliente.
Costo promedio del servicio al cliente.	Determinar el costo total de los recursos que participan en el servicio al cliente sobre el número de los pedidos atendidos.

Nota. Adaptado de Indicadores logísticos en la cadena de suministro como apoyo al modelo SCOR. Fuente: Zuluaga, Gómez y Fernández, 2014, Clío América, 8 (15). URL: <http://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/clioamerica/article/view/832>

Respecto a los indicadores de servicio al cliente del modelo PCCI, se tiene la siguiente tabla:

TABLA 27. Indicadores de desempeño en el proceso de servicio al cliente del modelo PCCI

RUBRO	INDICADOR
Confiabilidad de los pedidos para atender al cliente.	Medir el porcentaje de los pedidos entregados con las condiciones negociadas (empaque, cantidad) / total de envíos: El resultado debe darse en unidades.
Tiempo de respuesta a la solicitud del cliente.	Fecha de petición del cliente / Fecha de respuesta al cliente: Debe expresarse el resultado en días.
Respuesta a modificaciones de los clientes.	Número de pedidos atendidos a tiempo con modificaciones en los pedidos al cliente: El resultado debe expresarse en unidades.
Costo promedio del servicio al cliente.	Costo de mantener área de servicio al cliente / Número de solicitudes atendidas: El resultado debe expresarse en %.

Fuente: Elaboración propia.

Con los indicadores aportados por Zuluaga, Gómez y Fernández, se pudo establecer la estimación aritmética para obtener datos cuantitativos capaces de permitir la evaluación periódica del modelo colaborativo, contextualizado e integrador, para así ejercer acciones preventivas en el marco de un proceso de control.

CONCLUSIONES

La administración de inventarios es un eje coyuntural en toda organización, sin embargo, muchas empresas no contemplan en las actividades diarias, la usabilidad de filosofías, enfoques, modelos, métodos y técnicas que faciliten un aprovisionamiento de materiales en niveles adecuados a las necesidades de la demanda, afectándose de esta manera recursos significativos para la empresa, como los financieros.

De tal manera, se presenta entonces la necesidad de construir a partir de la realidad social y económica afrontada por las pymes del sector constructor de Cartagena, un modelo de aprovisionamiento de materiales, con características de integración, información y colaboración entre las partes interesadas de manera consciente y sin jerarquización, con el propósito de generar ventajas competitivas fuertes.

Es pertinente recalcar que, la contextualización de las necesidades del sector y la aplicación de metodologías prácticas, de origen moderno y enmarcadas en el *Pensamiento Lean*, facilitan la interacción de los colaboradores o aliados.

También es prudente señalar que el modelo se aplicará en el mediano y largo plazo, y su ejecución no solo pretende un aprovisionamiento eficiente de materiales, de forma intrínseca busca el orden y la formalización de las pymes cartageneras, puesto que el modelo es riguroso y será efectivo siempre y cuando existan niveles de organización estandarizados en las compañías que participan del modelo.

Por último, se evidencia en el proceso investigativo que el pilar del fracaso o éxito de los proyectos de construcción es la comunicación, porque la empresa objeto de estudio, según la gerencia de la misma, se ha visto afectada en sus recursos financieros al no existir una integración de la cadena productiva del sector.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acevedo, Luis (2013). *Situación y perspectiva de la infraestructura en Colombia*. Disponible en: <http://www.serfinco.com.co/site/Portals/0/Coyuntura/An%C3%A1lisis%20y%20perspectiva%20de%20la%20infraestructura%20en%20Colombia.pdf>
- Acevedo, Harlem; Vásquez, Alejandro y Ramírez, Diego (2012). *Sostenibilidad: Actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia*, p. 106. Disponible en: <http://www.bdigital.unal.edu.co/31618/1/30825-111602-1-PB.pdf>
- Administración Nacional de Combustibles, Alcohol y Portland (ANCAP) de Uruguay (s.f.). *Gestión de materiales e inventarios*, pp.17-18. Disponible en: www.ancap.com.uy
- Alarcón, Faustino; Lario, Francisco; Boza, Andrés y Pérez, David (2007). *Propuesta de marco conceptual para el modelo del proceso de planificación colaborativa de operaciones en contextos de redes de suministro/distribución*. Disponible en: <https://red.uao.edu.co/bitstream/10614/5330/1/TML01711.pdf>
- Arango, Isabel y Zuluaga, Abdul (2014). *Modelo de gestión para el suministro de materiales e insumos basado en la demanda*. Ing. USBMed, 5 (2), julio-diciembre. Disponible en: http://web.usbmed.edu.co/usbmed/fing/v5n2/pdf/Articulo_Modelo_Gestion_Suministro_Materiales
- Arango, M. D.; Adarme, W. y Zapata, J. A. (2010). *Gestión cadena de abastecimiento- logística con indicadores bajo incertidumbre. Caso aplicado sector panificador Palmira. Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 20(1), pp. 97-115. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/305304473_Gestion_cadena_de_abastecimiento_-_logistica_con_indicadores_bajo_incetidumbre_caso_aplicado_sector_panificador_Palmira
- Arce, Santiago (2009). *Identificación de los principales problemas en la logística de abastecimiento de las empresas constructoras bogotanas y propuestas de mejora*. Disponible en: <http://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/9110/1/tesis189.pdf>
- Arrey, José (2006). *Caracterización del cemento blanco*. Disponible en: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2006/bmfcin321c/doc/bmfcin321c.pdf>

- Asociación Nacional de Instituciones Financieras (2014). *Reporte ANIF. Sector construcción*. Disponible en: <http://anif.co/sites/default/files/uploads/Rasec155.pdf>
- Barbero, José (2010). *La logística de cargas en América Latina y el Caribe: Una agenda para mejorar su desempeño*. Disponible en: <https://publications.iadb.org/bitstream/handle/11319/6269/La%20log%C3%ADstica%20de%20cargas%20en%20Am%C3%A9rica%20Latina%20y%20el%20Caribe%3a%20una%20agenda%20para%20mejorar%20su%20desempe%C3%B1o.pdf?sequence=1>
- Cámara Colombiana de la Construcción (2015). *Tendencias de la construcción: Economía y coyuntura sectorial*, quinta edición. Disponible en: <http://camacol.co/sites/default/files/IE-Tendencias/TENDENCIAS%20DE%20LA%20CONSTRUCCION%20N.%205-%20OCTUBRE%2026%20DE%202015%20-%20PARA%20WEB-.pdf>
- Cámara Colombiana de la Construcción y SENA (2015). *Proyecto de investigación del sector de la construcción de edificaciones en Colombia*, p.15. Disponible en: <http://www.camacol.co/sites/default/files/proyecto-de-investigacion-del-sector-de-la-construccion-de-edificaciones-en-Colombia.pdf>
- Cámara Colombiana de la Construcción (2014). *Prospectiva edificadora, una visión de corto y mediano plazo*. Disponible en: <http://camacol.co/sites/default/files/Prospectiva/ProspectivaEdificadora.html#p=3>
- Camacol (2008). *El sector construcción en Colombia: Hechos esterilizados y principales determinantes del nivel de actividad*. Disponible en: http://camacol.co/sites/default/files/secciones_internas/EE_Inv20081119101141_0.pdf
- Cámara de Comercio de Cartagena (2020). *Informe económico de los municipios de la jurisdicción de la Cámara de Comercio de Cartagena*. Disponible en: <http://www.cccartagena.org.co/investigaciones.php?c=3>
- Campistany, Silvia; Campos, José; Robusté, Francesc; Urarte, Jesús y Quintana, Eloy (2002). *Competitividad logística de La Rioja: Modelo para la determinación del nivel de implantación de la logística en sectores industriales y viabilidad de un centro de transporte*. V Congreso de Ingeniería de Transporte. Recuperado de: https://www.researchgate.net/profile/Francesc_Robuste/publication/239531476_Competitividad_logstica_de_La_Rioja_Modelo_para_la_determinacin_del_nivel_de_implantacin_de_la_logstica_en_sectores_industriales_y_viabilidad_de_un_centro_de_transporte/links/02e7e52851e0979d62000000.pdf
- Carbonell, Juan (2012). *Propuesta de un modelo de integración para la gestión de la cadena de suministro en el sector de la construcción*, p. 35. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/14719>

- Carcaño, Solís; Zaragoza, Grife y González, Fajardo (2009). *La administración de los materiales en la construcción*. Ingeniería 13 (3). Disponible en: http://www.revista.ingenieria.uady.mx/volumen13/administracion_materiales.pdf
- Capó-Vicedo, Josep; Lario, Francisco y Ortiz, Ángel (2003). *Integración empresarial y redes interorganizacionales en la gestión de la cadena de suministro. Aplicación al sector de la construcción*. Disponible en: <http://adingor.es/congresos/web/articulo/detalle/a/1278>
- CAPO-VICEDO, Josep; TOMÁS-MIQUEL, José V y EXPÓSITO-LANGA, Manuel (2007). *La gestión del conocimiento en la cadena de suministro. Análisis de la influencia del contexto organizativo*. Información Tecnológica, 18 (1), 127-135. Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/infotec/v18n1/art17.pdf>
- Cemiot Internacional (2013). *La matriz de Kraljic en la gestión de compras*. Recuperado de: <http://www.cemiot.com/inicio/la-matriz-de-kraljic/>
- Consejo Nacional de Política Económica y Social (2008). *Política nacional de competitividad y productividad*. Disponible en: <http://www.colombiacompetitiva.gov.co/sneci/Documents/Conpes-3527-de-2008.pdf>
- Correa, Alexander y Gómez, Rodrigo (2009). *Cadena de suministro en el sector minero como estrategia para su productividad*. Boletín Ciencias de la Tierra, 25, p. 96 Disponible en: <http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/rbct/rt/printer-Friendly/10863/11345>
- De La Hoz, E; Fontalvo, T y Morelos, J (2011). *Modelos de evaluación de cadenas de suministro en el sector confecciones de Barranquilla*. INGENIARE, Universidad Libre-Barranquilla, 6 (11), p. 84. Disponible en: www.unilibrebaq.edu.co/ojsinvestigacion/index.php/ingeniare
- Dzul, Marisela (s.f.). *Diseño no experimental*. Disponible en: http://www.uaeh.edu.mx/docencia/VI_Presentaciones/licenciatura_en_mercadotecnia/fundamentos_de_metodologia_investigacion/PRES38.pdf
- Explicaciones y Construcciones S.A. (2015). *Estados financieros*.
- Explicaciones y Construcciones S.A. (2015). *Manual del sistema integrado de gestión*.
- Gamboa de León Régil, Otto Efraín (2005). *Optimización del proceso de fabricación de bloques de concreto estándar 15x20x40 cms con grado de resistencia 28 KG/CM2, caso específico fuerte-block máquinas # 1 y # 2*. Recuperado de: http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1468_IN.pdf

- Gobernación de Bolívar, Alcaldía de Cartagena y Cámara de Comercio de Cartagena (2008). *Plan regional de competitividad Cartagena y Bolívar: 2008-2032*, p.18. Disponible en: www.bolivar.gov.co
- Granda, Leonel y Sornoza, Ana (2015). *Implementación de un nuevo modelo operacional en la distribución de materiales para la construcción*. Recuperado de: <http://www.dspace.espol.edu.ec/xmlui/handle/123456789/30464>
- Gutiérrez, Edgar; Fuquen, Hermann y Abril, Danilo (2010). *Planificación integrada de producción y distribución para un conglomerado industrial*. Disponible en: <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/ingenieria/article/view/14736>
- Gutiérrez, Valentina y Julio, Carlos (2008). *Modelos de gestión de inventarios en cadenas de abastecimiento: Revisión de la literatura*. Revista Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquía. 43, p. 145-147. Disponible en <http://www.scielo.org.co/pdf/rfiua/n43/n43a12.pdf>
- Hernández, Martín (2010). *Innovación de procesos*. Disponible en: http://www.fpnt.org.mx/boletin/Septiembre_2010/Pdf/Innovacion_de_Procesos.pdf
- Herrera, Germán (2013). *Diseño de un modelo de planificación colaborativa para la cadena de suministro agroindustrial del cacao, bajo un enfoque de programación binivel (BPL) y valor de shapley (Shapley Value)*. Disponible en: <http://biblioteca.unitecnologica.edu.co/notas/tesis/0064423.pdf>
- Hurtado de Barrera, Jacqueline (2010). *Guía para la investigación holística de la ciencia*. Disponible en: <http://dip.una.edu.ve/mpe/017metodologial/paginas/Hurtado,%20Guia%20para%20la%20comprension%20holistica%20de%20la%20ciencia%20Unidad%20III.pdf>
- Instituto del Cemento Portland Argentino (1975). *Construcciones con bloques de hormigón*.
- Johnson, Leenders y Flynn (2012). *Administración de compras y abastecimientos*. Mc Graw Hill.
- Kraljic, Peter (1983). *Purchasing must become supply chain management*, Harvard Business Review, septiembre-octubre.
- Kuster, Christian (2013). *Aplicabilidad de las herramientas de determinación de lotes óptimos de compra en las importaciones de insumos de la industria lanera con énfasis en el impacto del costo financiero*. Disponible en: <http://www.ccee.edu.uy/jacad/2013/file/CONTABILIDAD/Aplicabilidad%20de%20las%20herramientas%20de%20determinacion%20de%20lotes%20optimos.pdf>

- Larios, Francisco y Vicens, Eduardo (2006). *Modelos conceptuales en planificación colaborativa de la red/cadena de suministros (R/CdS) en un contexto de modelado de procesos de negocio*. Recuperado de: http://adingor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2006/cadena_suministros_logistica//000222_final.pdf
- López, Mendaña y Rodríguez (s.f.). *La gestión de inventarios con algoritmos genéticos*, p. 2. Disponible en: <http://docplayer.es/16581375-La-gestion-de-inventarios-con-algoritmos-geneticos.html>
- Martínez, Jorge (2011). *Métodos de investigación cualitativa*. Silogismo, 8 (1), julio-diciembre. Disponible en: <http://www.cide.edu.co/ojs/index.php/silogismo/article/viewFile/64/53>
- Martínez, Piedad (2006). *El método de estudio de caso: Estrategia metodológica de la investigación científica*. *Pensamiento y gestión*, 20. Disponible en: http://ciruelo.uninorte.edu.co/pdf/pensamiento_gestion/20/5_El_metodo_de_estudio_de_caso.pdf
- Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (2019). *Decreto 957*. Recuperado de: <https://dapre.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%20957%20DEL%2005%20DE%20JUNIO%20DE%202019.pdf>
- Ministerio de Hacienda y Crédito Público (2019). *Crecimiento económico y sector de la construcción*. Recuperado de: https://camacol.co/sites/default/files/Crecimiento%20Econ%C3%B3mico%20y%20Sector%20de%20la%20Construcci%C3%B3n_0.pdf
- Observatorio del Mercado Laboral de Cartagena y Bolívar (2012). *Perfiles ocupacionales y demanda de bienes y servicios de Cartagena de Indias. Sector construcción*. p. 45. Disponible en: <http://www.omlcartagenaybolivar.org/index.php/produccion/boletines-2>
- Pérez, Raúl (2011). *Desarrollo de un simulador conductual para la formación en gestión empresarial basada en Lean*. Disponible en: http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/12316/PFC_Raul_Perez_Velazquez.pdf
- Ponce, Eva y Prida, Bernardo (s. f). *Nuevos modelos de gestión de aprovisionamientos basados en las tecnologías de la información*. E-procurement. Disponible en: <http://adingor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2001/tic/UC3M-2.pdf>
- Revista Dinero (2014). *Colombia es potencia en insumos y materiales de construcción*. Disponible en: <http://www.dinero.com/empresas/articulo/exportaciones-insumos-materiales-construccion-colombia/199790>

- Ribas, Imma y Companys, Ramón (2007). *Estado del arte de la planificación colaborativa en la cadena de suministro: Contexto determinista e incierto*. Disponible en: http://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/3911/planificacion_colaborativa.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Rivas, Helena y Loras, Joaquín (2014). *Análisis del sector de la construcción a escala internacional. Caso de Estados Unidos*. Recuperado de: <https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/38120/%C2%BFAn%C3%A1lisis%20del%20Sector%20de%20la%20Construcci%C3%B3n%20a%20escala%20Internacional.%20Caso%20de%20Estados%20Unidos%C2%BF.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Sahid, Feres (1987). *Logística*. Revista de la Escuela de Administración de Negocios. Disponible en: <http://journal.ean.edu.co/index.php/Revista/article/view/934/901>
- Servera-francés, David (2010). *Concepto y evolución de la función logística*. Revista Innovar Journal. Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf/inno/v20n38/20n38a16.pdf>
- Superintendencia de Industria y Comercio (2013). *Estudios de mercado: La construcción en Colombia (2009-2012)*, p. 8. Disponible en: www.sic.gov.co
- Vargas, Espinosa, Díaz, Correa y Pinilla (s.f.). *Análisis sector construcción en Colombia*, p. 6. Disponible en: <http://www.pmicolombia.org/wp-content/uploads/2015/08/PMIBogota-Analisis-sector-construccion-en-Colombia.pdf>
- Ubiratan, Sardinha (2013). *Aplicabilidade e do Modelo de Portfólio de Kraljic, adaptado por Gelderman e Van Weele, na aquisição de bens e serviços na Indústria de Óleo e Gás, Estudo de Caso TBG*. Disponible en: http://www2.dbd.puc-rio.br/pergamum/tesesabertas/1022123_2013_completo.pdf
- Ulloa, Karem (2009). *Técnicas y herramientas para la gestión del abastecimiento*. Disponible en: http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/123456789/187/ULLOA_KAREM_TECNICAS_HERRAMIENTAS_GESTION_ABASTECIMIENTO.pdf?sequence=1
- Unidad de Producción Minero Energética (2014). *Evaluación de la situación actual y de los escenarios futuros del mercado de los materiales de la construcción y arcillas en las ciudades de Cali, Cúcuta, Villavicencio, Cartagena, Sincelejo, Yopal, Valledupar y Montería*. Recuperado de: [http://www.upme.gov.co/SeccionMineria_sp/EVALUACION_DE_LA_SITUACION_ACTUAL_DE_LOS_ESCENARIOS_FUTUROS_MATERIALES_CONSTRUCCION_\(II\).pdf](http://www.upme.gov.co/SeccionMineria_sp/EVALUACION_DE_LA_SITUACION_ACTUAL_DE_LOS_ESCENARIOS_FUTUROS_MATERIALES_CONSTRUCCION_(II).pdf)

- Vergel, Grace (2016). *Diseño de un sistema de control interno para la gestión de los materiales e insumos en Mototierra S.A.S, bajo el modelo COSO 2013*. Trabajo de grado no publicado.
- Viancha, Zulma (2014). *Modelos y configuraciones de cadenas de suministro en productos perecederos*. *Ingeniería y desarrollo*, 32 (1). Disponible en: <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/ingenieria/rt/printerFriendly/4577/5046>
- Zuluaga, M. A; Gómez, M. R. y Fernández, H. S. (2014). *Indicadores logísticos en la cadena de suministro como apoyo al modelo SCOR*. *Clío América*, 8 (15), 90-110. Disponible en: <http://revistas.unimagdalena.edu.co/index.php/clioamerica/article/view/832>

Este libro se terminó de imprimir
en diciembre de 2021, en los talleres
de la EDITORIAL ARETEUS
de la Universidad del Sinú,
Cartagena, Colombia.
Las tipografías utilizadas fueron
Ivy Mode, Roboto, Lato
y Linux Biolinum.

