

Revista de Ingenierías

Interfaces

Universidad
Libre
Seccional
Cúcuta

Revista
Interfaces

Publicación
Semestral

ISSN:
2619-4473
ISSN-E:
2619-4465

Año 3
Nº 1
2020

Enero
-
Junio

Pág
106

Centro
Seccional de
Investigaciones

Facultad
de Ingenierías

Contenido Revista de Ingenierías Interfaces Vol. 3 (1):

Análisis de la conveniencia de sustitución de vehículos de combustión por tecnologías alternativas en el transporte público del área metropolitana de Cúcuta

Conveniencia de la inclusión de criterios de sostenibilidad en empresas constructoras de Cúcuta.

El Lean Construcción como estrategia de mejora continua en empresas dedicadas a la construcción de infraestructura vial en la ciudad de Cúcuta

Influencia de la metodología PERT/CPM en los proyectos de contratación estatal en el Norte de Santander.

Determinación del riesgo psicosocial y su afectación familiar y personal de los trabajadores de la IPS centro de formación el Reneuenteo de la ciudad de Cúcuta

Universidad Libre
www.unilibrecucuta.edu.co
Facultad de Ingenierías
Centro Seccional de Investigaciones





UNIVERSIDAD LIBRE SECCIONAL CÚCUTA
FACULTAD DE INGENIERÍAS
CENTRO SECCIONAL DE INVESTIGACIONES

Contenido Revista Interfaces Vol. 3 (1):

- *Análisis de la conveniencia de sustitución de vehículos de combustión por tecnologías alternativas en el transporte público del área metropolitana de Cúcuta.*
- *Conveniencia de la inclusión de criterios de sostenibilidad en empresas constructoras de Cúcuta.*
- *El Lean Construcción como estrategia de mejora continua en empresas dedicadas a la construcción de infraestructura vial en la ciudad de Cúcuta.*
- *Influencia de la metodología PERT/CPM en los proyectos de contratación estatal en el Norte de Santander.*
- *Determinación del riesgo psicosocial y su afectación familiar y personal de los trabajadores de la IPS centro de formación el Rencuentro de la ciudad de Cúcuta.*

Universidad Libre Seccional Cúcuta	Revista Interfaces	Publicación Semestral	ISSN: 2619-4473 ISSN-E: 2619-4465	Año 3 Nº 1 2020	Enero - Junio	Pág 106	Centro Seccional de Investigaciones	Facultad de Ingenierías
------------------------------------	--------------------	-----------------------	--	-----------------------	---------------------	------------	-------------------------------------	-------------------------



DEFINICIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LA REVISTA DE INGENIERIAS INTERFACES

MISIÓN

Ofrecer un espacio académico para la publicación de trabajos de investigación e innovación en diversos campos de la ingeniería a nivel regional, nacional e internacional.

ALCANCE Y POLÍTICA EDITORIAL

Revista de Ingenierías INTERFACES, revista semestral de la Facultad de Ingenierías de la Universidad Libre Seccional Cúcuta, tiene como propósito ofrecer un espacio académico para la publicación de trabajos de investigación e innovación de diversos campos de la ingeniería.

Es una publicación académica de periodicidad semestral, realizada en Colombia, Departamento Norte de Santander, por el Centro Seccional de Investigaciones y la Facultad de Ingeniería, de la Universidad Libre Seccional Cúcuta.

Constituye una revista arbitrada que emplea el sistema de revisión por pares a doble ciego (*double blind review*).

Los juicios presentados por los autores en sus artículos no representan la opinión ni criterio de la Institución que edita la Revista.



DIRECTIVAS NACIONALES

Jorge Alarcón Niño, Presidente Nacional

Fernando D'janon Rodríguez, Rector Nacional

DIRECTIVAS SECCIONALES

Holger Andrés Cáceres Medina, Presidente Seccional

Débora Guerra Moreno, Rector Seccional

Diego Armando Yañez Meza, Director Centro Seccional de Investigaciones

Ana Cecilia Verjel Alvarez, Decana Facultad de Ingenierías

Richard Monroy Sepúlveda, Jefe de Área de Ingeniería Aplicada

Se autoriza la reproducción de los artículos
citando la fuente y los créditos de los autores:

Revista de Ingenierías Interfaces. Universidad Libre Seccional Cúcuta

Entidad Editora: Universidad Libre Seccional Cúcuta

Los conceptos y opiniones expresados en los artículos
son responsabilidad de los autores y no comprometen a la Universidad Libre

Forma de adquisición:
canje, suscripción o entrega gratuita

Revista Interfaces:
<http://www.unilibrecucuta.edu.co/ojs/>

Correspondencia:
Avenida 4 N° 12N-81. Barrio El Bosque
Universidad Libre Seccional Cúcuta
Teléfono: 5 82 98 10. Extensión 104
Correo electrónico: revista.interfaces.cuc@unilibre.edu.co
Formato: 17 cm x 24 cm



EQUIPO EDITORIAL

EDITOR

Yebrail Alexis Romero Arcos, Ingeniero de Producción Industrial, M.Sc (c)
Gerencia de Empresas. Docente Investigador Facultad de Ingenierías,
Universidad Libre Seccional Cúcuta.

COMITÉ EDITORIAL

PhD. Sebastián Robledo Giraldo- Universidad Católica Luis Amigo.
Doctorado en Ingeniería - Industria y Organizaciones- Universidad Nacional de
Colombia Sede Manizales.

Maestría en Administración de Empresas- Universidad Nacional de
Colombia Sede Manizales.

Ingeniería industrial- Universidad Nacional de Colombia Sede Manizales

PhD. Edison Albert Zuluaga Hernández- Universidad Nacional de Colombia.
Doctorado en Ingeniería, Ciencia y tecnología de materiales-
Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.

Ingeniería química- Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín.
Colombia

COMITÉ CIENTÍFICO

PhD. José José Barba Ortega - Universidad Nacional de Colombia.

Doctorado Física- Universidade Federal De Pernambuco Brasil

Física- Universidad Industrial de Santander, Colombia

Colombia

PhD. Henry Acuña Barrantes-Doctorado Ética Global,
Religiones y Negocios Internacionales-Escuela Superior de Negocios
Internacionales (The Global Business School)

Maestría Neuropsicología y Educación- Universidad Internacional de la Rioja, España.

Economista-Universidad Militar Nueva Granada, Colombia. Colombia

PhD. Néstor Darío Duque Méndez

Doctorado En Ingeniería, Universidad Nacional de Colombia.

Ingeniería Mecánica, Universidad Tecnológica de Pereira

Colombia

TABLA DE CONTENIDO

<p>Análisis de la conveniencia de sustitución de vehículos de combustión por tecnologías alternativas en el transporte público del área metropolitana de Cúcuta <i>Analysis of the convenience of replacement of combustion vehicles with alternative technologies in public transport in the metropolitan area of Cucuta</i> Jairo Iván Cañas Martínez Nancy Pérez León</p>	15 - 30
<p>Conveniencia de la inclusión de criterios de sostenibilidad en empresas constructoras de Cúcuta. <i>Convenience of the inclusion of sustainability criteria in construction companies of Cucuta</i> Andrea Vanessa Leal Pérez</p>	31 - 43
<p>El Lean Construcción como estrategia de mejora continua en empresas dedicadas a la construcción de infraestructura vial en la ciudad de Cúcuta <i>Lean construction as a strategy for continuous improvement in companies dedicated to the construction of road infrastructure in the city of Cucuta</i> Diana Carolina Diaz Bateca Olga Paola Rolón Cárdenas</p>	45 - 67
<p>Influencia de la metodología PERT/CPM en los proyectos de contratación estatal en el Norte de Santander. <i>Influence of PERT/ CPM methodology on state contracting projects in the north of Santander</i> Robert Villamizar Toloza Jhon Deivison Peñaranda Pabón</p>	69 - 85

Determinación del riesgo psicosocial y su afectación familiar y personal de los trabajadores de la IPS Centro de formación el Rencuentro de la ciudad de Cúcuta

Determination of the psychosocial risk and its family and personal affectation of the workers of the IPS centro de formacion el Rencuentro of the city of Cucuta

Edgar Alberto Torrado Montagut

Juan Vianney Arias Sánchez 87 - 104

EDITORIAL

M.Sc (c)Yebrail Alexis Romero Arcos
Docente Investigador Facultad de Ingenierías,
Universidad Libre Seccional Cúcuta.

La revista de Ingenierías Interfaces continúa dando espacios a temas de relevancia en la disciplina de Ingenierías. En el Volumen 3, correspondiente a la edición No. 1 de enero a junio de 2020 encontraremos temáticas como: tecnologías alternativas en el transporte; inclusión de criterios de sostenibilidad; lean construction; metodología PERT/CPM en el cumplimiento de los proyectos de infraestructura y riesgo psicosocial. Como se mencionó anteriormente el primer artículo titulado “Análisis de la conveniencia de sustitución de vehículos de combustión por tecnologías alternativas en el transporte público del área metropolitana de Cúcuta” tiene como objetivo el análisis de la conveniencia de sustitución de vehículos de combustión por tecnologías alternativas en el transporte público del área metropolitana de Cúcuta. Por otra parte, el sector construcción se ha enfocado en los últimos años de minimizar el impacto negativo de sus actividades en el medio ambiente; es así que el trabajo denominado “Conveniencia de la inclusión de criterios de sostenibilidad en empresas constructoras de Cúcuta” permitió establecer la aplicabilidad de criterios de sostenibilidad. Continuando con el sector de la construcción como unos motores del desarrollo socioeconómico de la economía el trabajo titulado “El Lean Construcción como estrategia de mejora continua en empresas dedicadas a la construcción de infraestructura vial en la ciudad de Cúcuta” establece los beneficios del método Lean Construction como estrategia de mejora continua en las empresas dedicadas a la construcción. Igualmente, el cuarto artículo “Influencia de la metodología PERT/CPM en los proyectos de contratación estatal en el Norte de Santander” presenta un análisis de la metodología PERT/CPM en el cumplimiento de los proyectos de infraestructura contratados en el Norte de Santander. Finalmente, el artículo “Determinación del riesgo psicosocial y su afectación familiar y personal de los trabajadores de la IPS centro de formación el Rencuentro de la ciudad de Cúcuta” permitió caracterizar el riesgo psicosocial al que están expuestos los trabajadores de una institución prestadora de servicios de salud.

Análisis de la conveniencia de sustitución de vehículos de combustión por tecnologías alternativas en el transporte público del área metropolitana de Cúcuta. *

Analysis of the convenience of replacement of combustion vehicles with alternative technologies in public transport in the metropolitan area of Cúcuta

Recibido: diciembre 10 de 2019 - Evaluado: marzo 23 de 2020- Aceptado: junio 20 de 2020

Jairo Iván Cañas-Martínez **

Nancy Pérez-León ***

Para citar este artículo / To cite this Article

J. I. Cañas-Martínez, N. Pérez-León “Análisis de la conveniencia de sustitución de vehículos de combustión por tecnologías alternativas en el transporte público del área metropolitana de Cúcuta” Revista de Ingenierías Interfaces, vol. 3, no. 1, pp. 15-30, 2020.

Resumen

El objetivo del presente artículo fue analizar la conveniencia de sustitución de vehículos de combustión por tecnologías alternativas en el transporte público del área metropolitana de Cúcuta. Para constituir las situaciones actuales del parque automotor enfocadas en los servicios que prestan los autobuses en la ciudad de Cúcuta, también se estableció por intermedio del inventario vigente que informa en la web del área metropolitana de Cúcuta la cantidad de transporte que transita en la actualidad en el mercado, con metodología descriptiva, documental e investigativa por medio de encuestas. Con estas averiguaciones se constituyó el

*Artículo inédito. Proyecto de investigación “Análisis de la conveniencia de sustitución de vehículos de combustión por tecnologías alternativas en el transporte público del área metropolitana de Cúcuta”.

**Ingeniero Mecatronico, Correo electrónico: jairoKM@outlook.com, <https://orcid.org/0000-0001-5179-2210>

*** Administradora de Empresas, Correo electrónico: nancyperezleon@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-5965-2546>

estado presente de una muestra de vehículos. La utilización de autobuses de uso cotidiano en el área metropolitana de Cúcuta hoy por hoy no son compatibles con las características que muestra la ciudad para mejorar el ambiente por ello se logró identificar que más del 60% de las ventajas se inclinan hacia los vehículos eléctricos ya que los vehículos eco-energéticos no tienen la necesidad de acudir a un centro de suministro, debido a la naturaleza de su fuente de red eléctrica ya establecida para la distribución de esta en toda la ciudad, el usuario puede acceder a la red eléctrica sin ningún tipo de entorpecimiento. Adicionalmente, el nivel de aceptación de ello está en una media equilibrada del 50%, debido a el beneficio económico, medioambiental y social, el vehículo eléctrico es medianamente visto como una oportunidad y revelar adaptación con las políticas de compromiso con la sociedad, con la naturaleza y a la vez originar ideas de incorporación de nuevas y mejores tecnologías de movilidad en área metropolitana de Cúcuta.

Palabras clave: ambiental, contaminación, combustible, energía, vehículo.

Abstract

To analyze the advisability of substituting combustion vehicles for alternative technologies in public transport in the Cucuta metropolitan area. To constitute the current situations of the automotive fleet focused on the services provided by buses in the city of Cucuta, the amount of transport currently transiting in the website of the Cucuta metropolitan area was also established through the current inventory the market, with descriptive, documentary and investigative methodology through surveys. With these inquiries the present state of a sample of vehicles was established. The use of buses for daily use in the metropolitan area of Cucuta today are not compatible with the characteristics shown by the city to improve the environment, so the results confirm that with the implementation of new technologies for electric motors or clean energy for vehicles it will help to the reduction of pollution due to the convenience in the potential particularities in the environment, it also reduces the consumption of materials and energy made in the transportation of gasoline because eco-energy vehicles do not have the need to attend a fuel supply center Since the nature of their electrical network already determined towards the distribution throughout the city, people have access without any complication to the electrical network.

Keywords: environment, fuel, pollution, energy, vehicles.

1. Introducción

La salud esta entrelazada a las condiciones medioambientales por ende el transporte vehicular, es uno de los temas más batallados, ya que es el causante de varios contaminantes atmosféricos como el óxido de nitrógeno e hidrocarburo aromático policíclico entre otros, los cuales son formulados al ambiente originando desvalorización característica en la calidad del aire vital [1].

El transporte vehicular es una importante fuente de emisiones antropogénicas en zonas urbanas que contribuyen en un 60% de las emisiones totales de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos. Ciertos autores han verificado que probablemente la fuente más importante de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos son los escapes de los motores de los vehículos. En la actualidad manifestada. Los procesos de combustión han distinguido a modo de fuente importante de Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos para la atmósfera [2].

Ya producido el Hidrocarburo Aromático Policíclico se puede diseminar pródigamente en el aire por el medioambiente, hasta en el agua y logran almacenarse en los suelos. Los Hidrocarburo Aromático Policíclico (HAP) se intercambian en el aire entre los períodos fluidos y partículas. No obstante, tras el análisis de algunas investigaciones arrojan que estos son fundamentalmente perjudiciales con 5-6 anillos aromáticos se encuentran eminentemente en las partículas y casi en su totalidad por consecuencia de su peso elevado molecularmente y volatilidad baja.

Creando en los organismos una toxicidad, al toparse con el contexto del revestimiento celuloso y los métodos articulatorios de catalizadores, el Hidrocarburo Aromático Policíclico en sus metabolitos se pueden acoplar en el ADN produciendo dificultades bioquímicas y los organismos en el daño celular. Diversos Hidrocarburos Aromáticos Policíclicos individuales, cada uno podría ser mutagénico, citotóxico, y potencial carcinógeno para las personas [3].

Debido a esto surge la necesidad de buscar opciones alternativas para enfrentar estos problemas que se han venido acrecentando al pasar del tiempo. Se sabe que desde hace más de diez años que en el país la política

nacional de transporte urbano consignado a la optimización del servicio de transporte público de pasajeros con proyectos gobernados con los principios de seguridad, eficiencia, imparcialidad, compromiso, competencia y sostenibilidad ambiental.

El régimen integrado de transporte masivo en el metropolitana de Cúcuta con población de 682.130 personas y el sistema público estratégico de transporte para los que tienen población entre 250.000 y 600.000 personas. En un contenido local, la situación difiere de lo precedentemente puntualizado, en el área metropolitana de Cúcuta la contaminación es debida primariamente a los altos agentes contaminantes que son emitidos diariamente por los varios medios de transportes [4].

Por lo que se puede decir que la implantación de estas tecnologías implica que a mediano plazo encontrar fuentes de energía alternativas no solo se mudará para beneficios sino en una necesidad. En la alternativa participada en este momento es la eléctrica, puesto que esta se utiliza combustible auxiliado para su generación, ya que puede ser generada de forma sostenible y continua por energía hidráulica, eólica, solar las cuales son fuentes renovales. Distintas elecciones como la alimentación a través de alternativas basadas en hidrógeno todavía no tienen un nivel de madurez necesario para su implementación inmediata a gran escala. Por ello hay que considerar que la tecnología propuesta se encuentra en una transición de tecnología pueda ser realizada de manera local.

2. Materiales y métodos

El tipo de investigación del presente trabajo corresponde a un estudio descriptivo, con diseño documental y de campo.

Las fases de la investigación fueron las siguientes:

Condiciones actuales de trabajo del parque automotor que presta el servicio del área metropolitana de Cúcuta.

Beneficios económicos y ambientales que generaría la sustitución de los vehículos de combustión por vehículos eléctricos.

Nivel de aceptación por parte de las empresas transportadoras hacia el uso de nuevas tecnologías y a su vez definir los criterios de implementación en el área metropolitana.

El análisis de las condiciones presentes en el campo automotor encaminadas al servicio que suministran los autobuses de Cúcuta; se estableció por medio de una descripción actualizada de la web en el área metropolitana de la ciudad.

Los beneficios económicos y ambientales que generaría la sustitución de los vehículos de combustión por vehículos eléctricos fueron construida a través de una revisión documental.

Por otra, para conocer el nivel de aceptación por parte de las empresas transportadoras hacia el uso de nuevas tecnologías y a su vez definir los criterios de implementación en el área metropolitana; la recolección de información se realizó a través de un cuestionario aplicado a los empresarios y dueños de autobuses en Cúcuta. En las investigaciones de estas entidades fue importante conocer la cantidad de CO₂ emitida por cada motor expulsado y acrecentado con la cantidad de autobuses. Esto permitió establecer la cantidad de contaminación en el ambiente emitida por este tipo de vehículos por combustión.

La cantidad de CO₂ que emite cada motor extraídos del ministerio de transporte y que multiplicado con la cantidad de busetas se pudo determinar la cantidad de contaminación ambiental emitida por este tipo de vehículos por combustión. Del mismo modo con la información que se obtuvo por el CDA se conoció el deterioro del vehículo a través de los años. Además, se presenta el tiempo de vida útil de los repuestos de consumo. Las encuestas determinaron los niveles de aprobación por parte de empresas en la actualidad que son operadas en la región, haciendo un total de 851 vehículos de transporte público trabajando, cuya cantidad referencial determina si quieren reformar el actual sistema por un sistema libre de contaminación en el transporte público eléctrico.

3. Resultados y discusión

Condiciones actuales de trabajo del parque automotor que presta el servicio del área metropolitana de Cúcuta.

El transporte de servicio público de la ciudad de San José de Cúcuta, es un servicio que no satisface las necesidades básicas de sus usuarios y del medio ambiente. Cúcuta es una ciudad que supera los 700.000 habitantes, esto genera un enorme volumen de transitabilidad diaria, que requiere ser atendido no solo con vías de acceso sino con un transporte masivo que reduzca el flujo vehicular particular y permita que las personas puedan llegar rápida y cómodamente a su destino [5].

Cúcuta es una ciudad que no cuenta con diversidad en el servicio de transporte, lo que deja sin alternativas a los transportistas y genera un gasto elevado. Ya que la política de transporte está orientada hacia la creación de un sistema que atiendan las carestías de movilidad básica y antigua. Por lo que se nota la ausencia de una alternativa que tenga como prioridad criterios de eficiencia operante, económica y ambiental, para lograr romper la inercia que ocasiona las preferencias de los transportes convencionales y su poca capacidad de la subestructura delante al amparo de solución activa de bajo costo y mayor impacto.

Según el DANE, el Movimiento del transporte tradicional según áreas metropolitanas, ciudades y nivel de servicio en Cúcuta para el año 2019 y 2020, como señala en la Tabla I, se da a conocer en número del promedio del movimiento del transporte tradicional en servicio y el movimiento del transporte tradicional por nivel de servicio para el área metropolitana. De acuerdo con los resultados obtenidos se registra un significativo incremento en el número de movilidad en el transporte público, inclinado hacia casi un 30% se refleja en la validación de buses por crecimiento anual. Como se puede observar en los tres niveles han ido continuamente incrementando. Por otra parte, el parque automotor para el transporte urbano de pasajeros en la ciudad contó con un promedio mensual de 1.766 vehículos en servicio durante el I trimestre de 2020 y se redujo en 0.7 % con respecto al mismo periodo de 2019[6].

Tabla I. Movimiento del transporte tradicional según áreas metropolitanas, ciudades y nivel de servicio

Áreas Metropolitanas y Ciudades	Promedio mensual de vehículos afiliados			Promedio mensual de vehículos en servicio			Total pasajeros transportados (miles)		
	2019	2020	Validación %	2019	2020	Validación %	2019	2020	Validación %
Área Metropolitana de Cúcuta ⁵	1.778	1.766	-0,7	1.436	1.417	-1,3	77.561	76.809	-1,0
Buses	92	118	29,0	79	96	21,8	4.607	5.661	22,9
Busetas	108	127	17,8	88	104	18,6	4.304	5.629	30,8
Microbuses-Colectivos	1.579	1.521	-3,6	1.270	1.217	-4,1	68.650	65.520	-4,6

Fuente: DANE, 2020.

En Cúcuta el transporte se basa únicamente en el plan de movilidad, el cual engloba estrategias que tiene como objetivos la garantía del sistema de movilidad integrado, eficientemente, competidor, mejorando la repartición metódica en cargas y pasajeros, uniendo técnicas y tecnologías que susciten la sustentabilidad ambiental.

Cúcuta en su condición esencial de la frontera con Venezuela, que, en términos sociales, demográficos y económicos, ha derivado el agravamiento del proceso migratorio de venezolanos y colombianos, como la desaceleración de las indicadores y relaciones económicas, así como de las características de vida y ocupación de la localidad. Existen estructuras prediales rurales que insinúan contextos de terreno y terminologías de subdivisión alrededor del área urbana, lo que demuestra procesos de cambios de usos del suelo y el encarecimiento del suelo suburbano.

Se puede decir que las condiciones actuales de trabajo del parque automotor que presta el servicio del área metropolitana de Cúcuta no cuentan con un estado óptimo para cumplir con el servicio de transporte el bienestar y seguridad del usuario. Por otra parte, es importante tener en cuenta el impacto generado en el medio ambiente con relación a la contaminación, que sin duda por la emisión de gases afecta considerablemente el ecosistema.

Beneficios económicos y ambientales que generaría la sustitución de los vehículos de combustión por vehículos eléctricos

Actualmente, la utilización de motores eléctricos tiene una extensa instancia por los bajos costos operacionales, sencillos métodos para el mantenimiento, niveles de ruido mínimos y proporcionadas asistencias mecánicas que se conciertan a las exigencias de manufactura. Por ello la producción y la exploración de estos motores se deben ejecutar en estándares mecánicos severos, que consientan la obtención de ascendientes asistencias.

Las industrias aeronáutica y automotriz han hallaron que los motores eléctricos son una alternativa que ofrece beneficios de fortaleza iguales o mayores a los conseguidos por los motores de combustión, conjuntamente de simbolizar un inicio de energía limpia y más económica. En el sector automotriz, se han efectuado a numerosas indagaciones con la finalidad de realizar conocimientos de automóviles promovidos por energía eléctrica. Ciertos modelos lo hacen exclusivamente por energía eléctrica y otros de forma híbrida, quiere decir, concertados por motores de combustión y los motores eléctricos.

Los motores alternos que manejan combustible fósil como principal fuente de energía, están especificados por los productores atravesando curvas especiales de potencia y par, empleado en las revoluciones por minuto a un nivel de carga. Por todo esto, la confiabilidad de la utilidad del motor se calculará habiendo una extensa comprensión del desplazamiento de dichos motores.

Para ver el trabajo del motor se monopolizan curvas tipológicas, en las que se recalcan cuantificaciones tales como la velocidad angular o de giro del motor y la potencia. Para el caso de los motores de combustión estas curvas por lo general las entregan los fabricantes, sin embargo, normalmente no se encuentran disponibles. Los parámetros de par y potencia mecánicamente son los más importantes, ya que con ellos se logra estar al corriente del máximo operacional al cual se puede transportar el motor sobre la revolución por minuto, y del mismo modo determinar la aplicación.

Las características de los motores de combustión interna y los eléctricos cuentan con una estructura móvil que accede a ajustar varios métodos de impulso. Es significativo cumplir con la descripción que caracteriza de los motores, porque simplemente de esa manera se logra ver a profundamente puntos máximos o mínimos de par funciones y potencia a diferentes rpm, en dado caso que dichos motores eléctricos posean diferenciaciones de par y potencia con el voltaje en la fuente de energía.

Esto lo reconcilia como un motor muy flexible, en el que la categoría de movimiento es muy constante en gran parte de la guarnición de revoluciones. Los motores turboalimentados están pensados para ser más dóciles que los de épocas pasadas, los cuales eran más violentos a la hora de conceder la potencia.

Colombia siendo un país en vía de desarrollo, por esto, es de vital importancia la ejecución de planes que optimen el transporte masivo en todas las ciudades, entre estos proyectos están los cambios de motores de combustión por motores eléctricos actualmente se desarrollan en varias ciudades del mundo, siendo este uno de los temas metropolitanos que demandan representaciones de innovación y coyuntura entre variados agentes para su gestión, creando un aporte en la globalización para el desarrollo socioeconómico y medioambiental.

En este contexto se puede decir que, los motores eléctricos son intensamente agradables con el medioambiente, ya que contagian pocamente en balance con los motores de combustión y esto es un auxilio en la disminución al calentamiento global y resaltando la vital importancia puesto que por desdicha el mundo está se encuentra en decadencia y cualquier beneficio brindado es un gran paso al futuro.

En la Tabla II, se puede apreciar un cuadro comparativo entre el motor eléctrico y el motor de combustión.

Tabla II. Cuadro comparativo

Motor de combustión vs Motor Eléctrico			
Motor Eléctrico		Motor de Combustión	
Ventajas	Desventajas	Ventajas	Desventajas
No son contaminantes y su tasa de emisión de unos 13 gCO ₂ /km	No tiene caja de cambios ni embrague.	La cámara de compresión mantiene su volumen	Su tasa de emisión de suponen unos 130 gCO ₂ /km. Al emanar partículas en el escape, representa un 50% de la contaminación.
Su tiempo de vida oscila entre los 7 a 14.5 años depende la tecnología del mismo, ahora existen motores de arranque progresivo.	La corriente es demasiado alta en los momentos de encendido	La compresión del combustible y su explosión, utilización de materiales más pesados y resistentes	Su vida útil puede verse reducida a los 200.000 kilómetros
Rendimiento del al 80%, acrecentando el semejante a la medida que se aumenta la potencia	Genera una tensión una polaridad opuesta a la tensión de alimentación.	Consigue energía mecánica concisamente del carácter químico de un combustible	Necesita sobrealimentación para tener buen empuje a medio régimen
El mantenimiento preventivo se puede realizar anualmente	Se debe emplear por expertos especializados en este tipo de motores	Respuesta rápida, alto régimen de vueltas y caballos de fuerza.	la necesidad de soportar mayores presiones también afecta al coste
Son limpios, silenciosos y pobremente vibran, gracias al funcionamiento de la electricidad.	La corriente se destilará al revés y el motor opera como un productor.	Alimentado con combustibles como la gasolina	Por lo cual tiene un costo más elevado, debido al proceso de producción del mismo

Fuente: Elaboración propia

Analizando el cuadro comparativo hacia la comunidad se puede evidenciar que la ciudad de San José de Cúcuta no está implementando un sistema de transporte eficiente, debido a que actualmente no desarrolla las características específicas dirigidas a la comunidad, dentro de estas se puede encontrar la calidad del servicio, la cobertura del servicio, bajos niveles de contaminación, tiempo adecuado en una ruta determinada, costo económico del servicio, lograr mejorar la calidad del servicio, que es “el principal objetivo social de un sistema de transporte.

De igual manera, esta comparación de un motor de combustión versus un motor eléctrico, las ventajas que tiene en cuanto a emisión de gases y micropartículas, frecuencia de mantenimientos correctivos, repuestos, facilidad de reparación, durabilidad, tiempo de vida, expresa los grandes beneficios de los motores eléctricos, se convierte en una atractiva elección

para reorganizar los motores que ahora son utilizados, a pesar que puede hallarse muchas personas que no están al corriente del funcionamiento que poseen, las ventajas y costos del mercado, así como también existen personas no saben que existen.

Nivel de aceptación por parte de las empresas transportadoras hacia el uso de nuevas tecnologías y a su vez definir los criterios de implementación en el área metropolitana

Para el desarrollo de este objetivo se formuló la siguiente encuesta a los empresarios y dueños de autobuses en Cúcuta:

¿Está de acuerdo con que los niveles de ruido y emisiones de material particulado que el sector transporte publico generan son óptimos para el desarrollo y crecimiento de la ciudad y los habitantes?

La continuidad de las operaciones en el escenario de los transportistas abarca un alto porcentaje de la contaminación atmosférica y el exceso de ruido que perjudican a la salud y al medioambiente. Para nadie es un secreto que se incumplen a menudo las normas relativas a la calidad del aire, sobre todo en las zonas urbanas, que es donde mora la mayoría de la población. Los contaminantes más dañinos actualmente son las partículas finas, el dióxido de nitrógeno y el ozono troposférico, asimismo los niveles de ruido ambiental son mayores en dichas zonas, primariamente como resultado de la intensificación de las actividades industriales y el volumen del tráfico, lo cual se ratifica con un 100% de insatisfacción en la población encuestada.

¿Apoyaría usted la innovación para el crecimiento de las nuevas tecnologías que implican tecnologías de movilidad eléctrica cero emisiones de material particulado en el sector automotriz?

El sector automotriz es campo de innovación continua, en el cual las nuevas tecnologías que se desarrollan y sus productos han certificado la fabricación de automóviles más meticulosos con el medioambiente, seguros y transformadores. La calidad de estos nuevos productos está garantizada por los altos estándares de calidad internacionales que han usado unas dinámicas de alta competencia, tanto internacional como nacional. Sin

embargo, aún se puede observar ciertas negativas frente a los cambios en este caso un 30% de la población encuestada aun no acepta estas mudanzas, a pesar de ello la mayoría posee conocimientos representando un 70% de positividad frente a estos escenarios.

¿Estaría dispuesto a instalar este tipo de tecnologías (motores eléctricos)?

Sin duda, hoy por hoy estos motores son unos de los más significativos del sector automotriz mundial, los cuales tienen que ver con el progreso de nuevas tecnologías, mayormente en los aspectos de seguridad y medioambiente. Gracias a ello en todas partes del mundo se han ejecutado inversiones importantes en las grandes empresas automotrices que consienten la disminución de emisión contaminantes y mayor seguridad. Sin embargo, aún el desconocimiento de los beneficios de los mismos el cual abarca un 45% de la población encuestada está en desacuerdo de ello; Por otra parte, el otro 55% conoce los principios para mejorar los sistemas productores de actividad de las unidades, los espacios de seguridad y disminución del impacto al medioambiente.

¿Conoce usted los beneficios medioambientales y económicos de estos sistemas?

El estado colombiano se ha iniciado aceleradamente en resaltar el daño al medioambiente y formulado leyes encaminadas a la inspección de las exposiciones a contaminantes y del ruido. Estos métodos de manufactura e innovaciones de vehículos situadas para compensar las demandas de los consumidores y las propias regulaciones estatales logradas gracias a las nuevas tecnologías, lo cual un 50% de la población toma en cuenta; Sin embargo, como se pudo observar el otro 50% no conoce que estas innovaciones tecnológicas van mucho más allá, las cuales se convertirán en un factor concluyente del curso de esta industria.

Concluyentemente, el desarrollo sostenible tiene una concepción más amplia en la actualidad. Estos procesos pretenden satisfacer las necesidades sociales, económicas y medioambientales en el presente, sin complicar la satisfacción de las futuras generaciones por el contrario garantizar un futuro más estable.

Los proyectos de inversión como el propuesto a análisis para la población encuestada son difíciles de asimilar de un momento a otro como se observó en varias de las respuestas. Sin embargo, es importante hacer saber que estos son los medios que les permiten a los sectores crecer y realizar una adecuada gestión de sus intereses y los del medio ambiente ante una sustentabilidad completa.

La eficacia energética reside en comprimir la cantidad de energía solicitada para suministrar los mismos productos, indagando generalidades a partir de energías renovables y la protección del medio ambiente. Ya que el transporte terrestre es un factor clave para el desarrollo y evolución social y económica del país; Aunque, tiene en contra un elevado consumo energético y altos niveles de emisión de gases, causantes de varios efectos negativos para el medio ambiente.

En el área metropolitana de Cúcuta, y su entorno inmediato sufre por una abundancia de tráfico que no estaba previsto y para el que no están preparados. Es demostrativo, que el transporte público se facilita por medio de autobuses con deficiencia en los procesos de combustión, que adicional al mal estado de la armadura vial del área metropolitana y la utilización de combustible con altos contenidos de plomo, arrojando a la atmósfera altos gases sulfurados, compuestos de plomo y grosores de monóxido de carbono, estableciendo una gran cuantía de suciedad, comprometido con los problemas de material articulado [5].

Por lo que, la ejecución de nuevas tecnologías en el transporte público, en consecuencia, descenderá los sumarios de contaminación del ambiente urbano, así como, la contaminación atmosférica, auditiva en caso de utilizarse de forma intensiva y someter los obstáculos del abastecimiento energético para los vehículos y sus usuarios.

Se puede considerar que la consumación pasiva, planteada para la corriente individual ya que regularmente un elevado número de personas se trasladan a diario solas en un automóvil, acumulando una cantidad del espacio vial y compactando el flujo de vehículos complementario a esto el calentamiento del entorno urbano como consecuencia del aumento de calles, a la detención

térmica formada por el asfalto, por consecuencia tampoco se disipa el contaminante afectando la salud de los habitantes.

Debido a las condiciones actuales de trabajo automotor que presta el servicio del área metropolitana de Cúcuta, estas problemáticas son propias de la ciudad porque en este tipo de situaciones convergen múltiples variables como las características del entorno, los dogmas y experiencias previas de los usuarios, regulaciones establecidas por las entidades gubernamentales hacia los vehículos, tendencia formal y aspiraciones.

Económicamente y ambientalmente los vehículos de combustión por vehículos eléctricos tienen sus pros y contras, los cuales se demuestran en países desarrollados con este tipo de tecnologías y su efectividad ha sido notoria. Concurriendo que una de las ventajas más importantes que posee son los costos de funcionamiento son menores comparando vehículo de motor de combustión ya que el provecho logrado es mayor y la correspondencia costo y beneficio es recíprocamente ajustado, gracias a que con costos bajos se logran enormes provechos no solo por el bienestar que muestran los automóviles, sino por los beneficios que poseen y su aceptación.

Conclusiones

Las condiciones actuales de trabajo del parque automotor han cambiado y se hace ineludible contemplar otros aspectos, además de los económicos; El prolongado uso de combustibles fósiles ha hecho que las reservas de este hayan menguado de manera considerable. Por lo que, la implementación de automóviles de uso diario en el área metropolitana de Cúcuta en la actualidad no es compatible con las características que presenta la ciudad para mejorar ambientalmente, por eso se cree que con la implementación de nuevas tecnologías de motores eléctricos o energía limpia vehículo ayudará a la reducción de la contaminación debido al aprovechamiento de las posibles particularidades del entorno. Según con las estadísticas del DANE se registró un importante registro de movilidad en el transporte público, aproximadamente con un 30% se manifiesta en la validación de buses por crecimiento anual.

Al reconocer los beneficios económicos y ambientales se expresó la reducción del gasto de energía y materiales efectuados para el transporte de combustible ya que los vehículos eco-energéticos no tienen la necesidad de acudir a un centro de suministro ya que, debido a la naturaleza de su fuente de red eléctrica ya establecida para la distribución de esta en toda la ciudad, el usuario puede acceder a la red eléctrica sin ningún tipo de entorpecimiento, se logró identificar que más del 60% de las ventajas se inclinan hacia los vehículos eléctricos.

Por otra parte, se logró determinar el nivel de aceptación de ello está en una media equilibrada del 50%, debido a el beneficio económico, medioambiental y social, el vehículo eléctrico es medianamente visto como una oportunidad y revelar adaptación con las políticas de compromiso con la sociedad, con la naturaleza y a la vez originar ideas de incorporación de nuevas y mejores tecnologías de movilidad en área metropolitana de Cúcuta.

Referencias

- [1] A. Ciria, A. Capote, S. Sardiñas, y A. García, “los procesos sociales y medioambientales en la salud de niños asmáticos: desafíos para la ciencia y la tecnología en Cuba”. Revista Cubana de Medicina General Integral, vol. 32, no 1, pp. 1-10, 2016.
- [2] T. García, “Control de emisiones de hidrocarburos aromáticos policíclicos en generación de energía” (Tesis pregrado). Universidad de Zaragoza, 2002.
- [3] C. Mastandrea, C. Chichizola, B. Ludueña, H. Sánchez, H. Álvarez, y A. Gutiérrez, “Hidrocarburos aromáticos policíclicos. Riesgos para la salud y marcadores biológicos. Acta bioquímica clínica latinoamericana, vol, 39, no. 1, pp. 27-36, 2005.
- [4] N. Suescun, S. Vargas, A. Del Pilar, y C. Parra. “La responsabilidad del estado por la acción u omisión de sus entidades, frente a la contaminación ambiental por emisión de gases en el municipio de San José de Cúcuta” (Tesis Post-grado). Universidad Libre, 2017.

[5] A. Buitrago. Información de Proyectos de la Ciudad, 2020.

[6] DANE. Estadísticas por tema de Transporte, 2020.

[7] J. Vilorio. Motores de corriente continua. Madrid, España: Ediciones Paraninfo S.A., 2014.

Conveniencia de la inclusión de criterios de sostenibilidad en empresas constructoras de Cúcuta. *

Convenience of the inclusion of sustainability criteria in construction companies of Cucuta

Recibido: diciembre 2 de 2019 - Evaluado: febrero 3 de 2020 -

Aceptado: marzo 30 de 2020

Andrea Vanessa Leal-Pérez **

Para citar este artículo / To cite this Article

A. V. Leal-Pérez, “Conveniencia de la inclusión de criterios de sostenibilidad en empresas constructoras de Cúcuta” Revista de Ingenierías Interfaces, vol. 3, no. 1, pp. 31-43, 2020.

Resumen

El sector de la construcción es una de las actividades más dinámicas de la economía, y a su vez, fundamental para el desarrollo y progreso de la sociedad. Asimismo, es el responsable de impactos negativos sobre el ambiente por sus altas emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y consumo de energía. Por consiguiente, el presente artículo tiene por objetivo valorar la conveniencia de la inclusión de criterios de sostenibilidad en empresas constructoras de Cúcuta, así como el interés que tienen los inversores de la región en la evaluación y certificación de sus edificaciones bajo los lineamientos de sostenibilidad contenidos en los sellos de certificación voluntarios disponibles en el mercado nacional a un corto plazo. Para ello, se realizó un proceso de diagnóstico, a partir de la obtención de información primaria mediante encuestas seleccionando la muestra bajo métodos probabilísticos y fuentes de información secundaria disponible. Como resultado se evidenció que actualmente son muy pocas las empresas que aplican conceptos de sostenibilidad en su labor constructiva por desconocimiento y por limitaciones económicas que consideran a la hora de incluir este tipo de sistemas constructivos en el ejercicio de su actividad. Sin embargo, hay un interés de las empresas encuestadas en obtener los beneficios financieros como no financieros ofrecidos por el gobierno nacional,

* Artículo inédito. Proyecto de investigación “Conveniencia de la inclusión de criterios de sostenibilidad en empresas constructoras de Cúcuta”.

**Ingeniera Civil, Correo electrónico: andreal08@gmail.com, ORCID0000-0003-0468-6233

por el uso de criterios de sostenibilidad, así como de la población a adquirir este tipo de proyectos. En conclusión, se muestran algunas estrategias que permiten la inclusión de criterios ambientales en las empresas constructoras, dado que hay un crecimiento en el sector de la construcción especialmente de vivienda en la ciudad de Cúcuta, así como de las políticas públicas que apoyan este tipo de iniciativas.

Palabras clave: edificación sostenible, certificaciones, industria de la construcción, practicas constructivas.

Abstract

The construction sector is one of the most dynamic activities in the economy, and in turn, fundamental for the development and progress of society. Likewise, it is responsible for negative impacts on the environment due to its high greenhouse gas (GEI) emissions and energy consumption. Therefore, the purpose of this article is to assess the convenience of including sustainability criteria in construction companies in Cucuta, as well as the interest investors in the region have in evaluating and certifying their buildings under the sustainability guidelines contained in the voluntary certification seals available in the national market in the short term. For this, a diagnostic process was carried out, based on obtaining primary information through surveys, selecting the sample using probabilistic methods and secondary information sources available. As a result, it was evident that very few companies currently apply sustainability concepts in their construction work due to ignorance and due to economic limitations, that they consider when including this type of construction systems in the exercise of their activity. However, there is an interest of the companies surveyed in obtaining the financial and non-financial benefits offered by the national government, by using sustainability criteria, as well as the population to acquire this type of project. In conclusion, some strategies are shown that allow the inclusion of environmental criteria in construction companies, given that there is growth in the construction sector, especially housing in the city of Cucuta, as well as public policies that support this type of construction initiatives.

Keywords: Sustainable building, certifications, construction industry, construction practices.

1. Introducción

La construcción es uno de los principales sectores que impulsan el desarrollo socioeconómico a nivel global y se convierte en un factor esencial para el progreso y el desarrollo de la sociedad [1]. Por otra parte, produce

considerables efectos al ambiente, los cuales aumentan con solicitudes para la construcción continua de edificaciones [2], simultáneamente es el generador del 40% del consumo de energía a nivel mundial y de más de un tercio de las emisiones mundiales de gases de efecto invernadero (GEI) y, en la mayoría de los países, es la mayor fuente de emisiones [3].

En consecuencia, se genera la premisa de modificar el modo en que las personas edifican, de manera que se formen procesos que proporcionen el flujo de la actividad constructora, con un sentido de preservación del ambiente [1].

Cabe destacar, que en Colombia las reacciones desde el sector público y privado, no se han hecho esperar y ha generado la elaboración de normas para la protección del medio ambiente, articulado con las propuestas jalonadas de las empresas, el cual centran su atención en el equilibrio entre políticas públicas, propuestas gubernamentales, uso de las tecnologías y una sensibilización de los profesionales de la construcción y clientes para bajar el nivel de contaminación del sector de la construcción [1].

En efecto, los compromisos corporativos internos del país son uno de los principales factores que promueven la realización de proyectos sostenibles y a su vez demuestran la importancia de la industria privada en la promoción de dichos proyectos. De hecho, el porcentaje de proyectos sostenibles, que estaban en ejecución en el año 2018 en Colombia fue relativamente bajo con un 19%, pero se espera que incremente en el año 2021 a 46%. [4].

Para entrar en contexto, se define edificación sustentable como la utilización de recursos como el agua, energía e insumos de manera adecuada, en equilibrio con el bienestar y salud de los usuarios. Todo esto como resultados de actividades de diseño en armonía con el ambiente, clima donde se realiza la construcción [2], es decir, la edificación sostenible proporciona ambientes más saludables a sus usuarios en sincronía con el uso racional de los recursos naturales y para ello involucra mejores prácticas con determinaciones responsables de los recursos del medio ambiente, tecnología, maquinaria residuos centrados en el bienestar de las personas. Este tipo de acciones deben implementarse durante el desarrollo o en la etapa de vida de las construcciones, el diseño, la edificación, el proceso y terminación y entrega del proyecto de construcción. [6], es decir, que en

contraste con el modelo de construcción tradicional se da un ciclo continuo que preserva los recursos y permite el desarrollo un flujo renovable de los mismos.

Hoy por hoy, hay diversas formas para evaluar y certificar de manera ambiental proyectos de construcción, que permiten un patrón de medida para la eficiencia de la construcción con base a parámetros de ubicación sostenible, manejo racional del agua, gasto energético, calidad ambiental y diseño e innovación en la etapa de inicio, construcción y utilización de los usuarios del proyecto [1].

En tal sentido el CONPES 3919 se compilan algunos criterios de sostenibilidad social y ambiental, que no son más que el resultado de lineamientos de sostenibilidad reconocidos en los sistemas de certificación para el sector de las edificaciones, reglamentaciones nacionales, normas técnicas sectoriales y guías de implantación de buenas prácticas publicadas en diferentes ministerios y gremios de la construcción, significa entonces que varían dependiendo del sistema que se elija para la evaluación y certificación de las edificaciones.

Igualmente existen diversas maneras de tipo voluntaria para certificar a nivel nacional, las cuales están estandarizadas con relación a otras referencias: Sello Ambiental Colombiano (SAC), Referencial CASA Colombia, The Leadership of Energy and Environmental Design (LEED), Haute Qualité Environnementale (HQE), Excellence in Design for Greater Efficiencies (EDGE), Bogotá Construcción Sostenible, WELL Building Standard, Living Building Challenge, entre otros. Estas certificaciones están alineadas a las políticas públicas, que conceden licenciamiento rápido, exenciones tributarias, exclusión de IVA etc., [6].

Aunque, hoy en día se encuentran incentivos para la inserción de lineamientos de sostenibilidad para usos y fases del desarrollo de los proyectos de construcción, todavía son insuficientes y se crea el documento CONPES 319 de 2018. Con esto se pretende que, a través de modificaciones, herramientas de seguimiento y promoción de incentivos; se contribuya a la reducción de resultados negativos en el desarrollo de proyectos de construcción sobre el medio ambiente, elevar el nivel de habitabilidad y producir empleos.

Igualmente, se aguarda el fortalecimiento del crecimiento sostenible de la actividad económica nacional articulada con el crecimiento verde del PND 2014-2018 y los compromisos de la agenda de París. Por consiguiente, este documento se suma a los criterios o lineamientos del sector de las edificaciones con acciones de corto y mediano tiempo; a una línea de tiempo de siete años [6]. En conclusión, la construcción de edificios sostenibles es una oportunidad para que los empresarios del sector puedan vincularse a la red internacional de la construcción sostenible y puedan incrementar la competitividad en el mercado. A pesar de que un proyecto de construcción sostenible puede valorarse entre 10% y 15% más que un proyecto tradicional [7].

En resumen, en el presente artículo se pretende recolectar información que permita conocer la conveniencia de la inclusión de criterios de sostenibilidad en empresas constructoras de Cúcuta, que se obtendrá a partir de un diagnóstico general de la capacidad de las empresas para el desarrollo de proyectos de construcción sostenible, así como la percepción y disposición de los usuarios u ocupantes finales de las edificaciones a invertir en proyectos de este tipo evaluando los lineamientos anteriormente expuestos, y a su vez será el principio para proponer estrategias encaminadas a cumplir los diferentes estándares

2. Materiales y métodos

En el presente trabajo se determinó la población objeto de estudio, así como el tamaño de la muestra de la siguiente forma:

La población objeto de estudio fueron las empresas dedicadas a la construcción de edificaciones, empleando como base las empresas registradas ante la Cámara de Comercio de Cúcuta en el sistema de consulta (COMPITE360), información Empresarial de Colombia. Así como en el Registro Único Empresarial (RUES), que tuvieran como condición que pertenecieran a la actividad económica de la construcción de edificios residenciales y no residenciales, para luego ser estratificada de la siguiente manera: pequeña (11 a 50 empleados), mediana (51 a 200 empleados) y grande (200 o más empleados).

Se seleccionó la población de los usuarios o personas interesadas en la adquisición de bienes para uso residencial o uso comercial, usando la información del Centro de estudios de la construcción y el desarrollo urbano y regional [8], donde se obtuvo como población el número de hogares que viven en arriendo en la ciudad de Cúcuta, y luego fue dividida por estrato socioeconómico así, estrato 1 (25,4%), estrato 2 (42,1%), estrato 3 (20,8%), estrato 4 (9,9%), estrato 5 (1,8%) y estrato 6 (0,1%).

Para el cálculo de la muestra tanto de las empresas como de los usuarios, se empleó el método de muestreo probabilístico de población finita usando la siguiente fórmula [9]:

Resultando así, una muestra para las empresas y los usuarios, con la siguiente distribución (Tabla I, II):

Tabla I. Muestra de empresas a encuestar.

Empresas				
Tamaño de la empresa	Pequeña	Mediana	Grande	Total
Población (No empresas)	30	4	0	34
Muestra (No. empresas)	28	4	0	32

Fuentes: Autor.

Tabla II. Muestra usuarios a encuestar.

Usuarios							
Estrato socioeconómico	1	2	3	4	5	6	Total
Población (No hogares)	9.337	15.476	7.646	3.639	662	37	36.797
Muestra (No hogares)	24	40	20	10	2	0	96

Fuentes: Autor.

Finalmente, se empleó el método de recolección de datos tipo encuesta, y se aplicó a las muestras derivadas tanto de las empresas como los usuarios, que tuviera como elementos la definición de sellos voluntarios de certificación y los criterios de sostenibilidad establecidos en la Política Nacional de Edificaciones sostenibles, CONPES 3919, entre los que haya los criterios de sostenibilidad social con componentes de planeación incluyente, equidad y accesibilidad y los de sostenibilidad ambiental que incluye criterios de

localización, movilidad, gestión ambiental y resiliencia, eficiencia en agua y de energía.

Dichas encuestas, se efectuaron de manera virtual, para finalmente obtener una base de datos y gráficas en Excel, que se emplearon como base para establecer estrategias que permitan capitalizar los recursos de la empresa, aprovechando sus mejores oportunidades y la proteja de las amenazas, según el modelo de análisis FODA, llamado así porque se trata de las fortalezas y debilidades de los recursos de una empresa, así como sus oportunidades y amenazas [10].

3. Resultados y discusión

Se identificó que el 100% de las empresas encuestadas dedicadas a la construcción de edificaciones de la ciudad de Cúcuta se encuentran interesadas en la implementación de criterios de sostenibilidad en la ejecución de sus proyectos y la certificación de estos, mediante sellos voluntarios de certificación disponibles en el mercado nacional. Sin embargo, el 10% de estas afirmó no tener claridad acerca del término de construcción sostenible, y tan sólo el 55% de éstas estarían dispuestas a invertir entre un 5% y 10% más respecto a la construcción tradicional.

Para incluir criterios de sostenibilidad durante el ciclo de vida del proyecto, en contraposición, la literatura habla que las inversiones necesarias son aproximadamente de un 15% adicional, por lo que este dato se debe analizar con cuidado ya que se pueden hacer mejoras, pero que no se lograría lo que han hecho otras organizaciones.

Por otra parte, a las empresas se les pidió organizar algunos criterios de sostenibilidad incluidos en diferentes sistemas de certificación, de acuerdo con su facilidad e importancia de incorporar dentro de sus proyectos construcción, para ello estableciendo una escala de valoración del 1 al 8, siendo 1 el menos importante y el 8 el más importante. Dando como resultado; en general, que para las empresas son tres los criterios principales de sostenibilidad, de este modo, el primero es reducir el consumo de energía, el segundo respetar las áreas protegidas ambientalmente y el tercero reducir los consumos de agua (Tabla III).

Tabla III. Nivel de importancia de criterios de sostenibilidad.

Nivel de importancia de criterios de sostenibilidad en las empresas constructoras de Cúcuta	
Reducir el consumo de energía, empleando equipos y accesorios energéticamente eficientes y/o emplear fuentes de energía no convencionales o renovables, así como el aprovechamiento de la luz natural.	8
Cumplir con lo establecido en los planes de ordenamiento territorial para no intervenir la estructura ecológica principal y lograr que los nuevos desarrollos no impacten zonas o elementos ambientalmente protegidos.	7
Reducir los consumos de agua.	6
Priorizar el uso de materiales de construcción con bajos consumos de energía (y bajas emisiones) en su proceso de fabricación.	5
Garantizar accesibilidad vial, al transporte público y a la infraestructura de transporte no motorizado (ciclorrutas, pasos peatonales).	5
Implementar sistemas para la recolección y uso de aguas lluvias, y reutilización de aguas grises, y cuando sea posible, negras.	4
Priorizar sitios de estacionamiento para vehículos compartidos y vehículos de bajo impacto ambiental.	3
Aprovechar los residuos de construcción y demolición dentro de la misma obra.	2
Gestionar los residuos de construcción y demolición, mediante sitios de disposición final certificados.	1

Fuentes: Autor.

De igual forma, se priorizo las limitaciones que se consideraban para no incluir criterios de sostenibilidad en sus proyectos, por lo tanto, el resultado determino que el incremento en los costos de inversión y el desconocimiento del mercado son su mayor preocupación (Tabla IV).

Tabla IV. Limitaciones de las empresas.

Limitaciones para la inclusión de criterios de sostenibilidad	
Incremento en los costos del proyecto.	4
Desconocimiento del mercado.	3
Falta de proveedores en la zona nororiental del país	2
Personal no calificado para la evaluación y ejecución de este tipo de proyectos.	1

Fuentes: Autor.

Una vez concluida la etapa de recolección de datos, mediante las encuestas realizadas a las empresas constructoras de Cúcuta y a las personas interesadas en la adquisición de vivienda, así como la revisión en la literatura especializada, se tiene como resultado la matriz FODA (Tabla V).

De la misma manera la identificación de las fortalezas, debilidades, oportunidades y amenazas, que se emplearon para hacer un diagnóstico inicial a las empresas constructoras de Cúcuta y a la vez permitieron la identificación de las estrategias a poner en práctica en las empresas interesadas en implementar sistemas constructivos bajo los lineamientos de sellos voluntarios de certificación (Tabla VI).

Tabla V. Matriz FODA.

FODA	
<p style="text-align: center;">FORTALEZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Reconocimiento de la empresa a nivel regional, nacional e internacional. • Exclusividad y diferenciación de la empresa, respecto a las empresas constructoras de la región, por ofrecer un producto que cuente con certificación ambiental, así como una percepción favorable de los potenciales usuarios. • Creación de una línea de negocio responsable con el ambiente e innovadora para la empresa y la región, que atraiga clientes y genere una percepción positiva en sus competidores y usuarios. • Beneficios tributarios (exclusión del IVA) y tasas preferenciales en líneas de crédito por las entidades financieras para empresas que apliquen criterios de sostenibilidad en sus obras. 	<p style="text-align: center;">DEBILIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Recurso humano no calificado dentro de la empresa, para la evaluación y ejecución de proyectos sostenibles. • Incremento en los costos de inversión de los proyectos sostenibles respecto a la construcción tradicional, lo que puede ocasionar un crecimiento lento en las ventas al ser un producto nuevo. • Carencia de proveedores de materiales que cumplan con los requisitos de sostenibilidad de los diferentes sellos voluntarios de certificación en la región nororiental del país. • Desconocimiento de los procesos administrativos para obtener certificaciones de sellos ambientales.
<p style="text-align: center;">OPORTUNIDADES</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mercado de construcción sostenible en expansión a nivel mundial, así como asistencia técnica ofrecida por entidades del estado a las iniciativas de edificaciones sostenibles. • Ventaja competitiva por falta de empresas en la región que ofrezcan proyectos que cuenten con criterios de sostenibilidad ambiental, que además de la economía circular en expansión en el país. • Fortalecer el crecimiento sostenible de la economía nacional en sintonía con la estrategia de crecimiento verde del PND 2014-2018, los ODS y los compromisos de 63 la Agenda de París, que permita preservar los recursos naturales y generar desarrollo para la sociedad. • Políticas públicas en desarrollo que contemplan la extensión a nivel nacional de beneficios tributarios (deducciones sobre el impuesto de delimitación urbana y el impuesto predial unificado), reducción en los tiempos de trámites y aumento de edificabilidad de los proyectos que apliquen criterios de sostenibilidad en el ciclo de vida de sus proyectos de edificación. 	<p style="text-align: center;">AMENAZAS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Falta de demanda por parte de los usuarios interesados en adquirir vivienda escépticos por desconocimiento de los beneficios de comprar proyectos que cuenten con certificación de sellos ambientales. • Competencia externa a la región que puedan ofrecer productos a un menor valor por disponer de mayor experiencia y mejor tecnología para la ejecución de proyectos bajo los criterios de certificación ambiental. • Preferencia de los usuarios por la construcción tradicional, respecto a la sostenible. • Nuevos participantes del mercado que puedan competir como grandes empresas nacionales como internacionales, que puedan suplir la demanda de proyectos con certificaciones ambientales.

Fuentes: Autor.

Tabla VI. Estrategias.

Estrategias		
Estrategia	Objetivo	Responsables
1. Alinear a los equipos de trabajo de la empresa con la construcción sostenible.	-Capacitar a los equipos directivos, de obra, comerciales, financieros y técnicos de la empresa en construcción sostenible, sistemas de certificación en construcción sostenible y políticas nacionales que permitan la inclusión de criterios de sostenibilidad en la construcción. -Emplear la asistencia técnica ofrecidas por el Gobierno Nacional para iniciativas de construcción sostenibles.	-Universidades nacionales e internacionales. -Alcaldía de Cúcuta. -SGBC. -SENA. -CAMACOL. -CSS. -Área de talento humano.
2. Diversificar las líneas de negocio introduciendo a la empresa en el mercado de la construcción sostenible tanto en la región como a nivel internacional.	-Originar exclusividad y diferenciación de la empresa, respecto a las empresas constructoras de la región. -Crear de una línea de negocio responsable con el ambiente dentro de la empresa. -Generar ventaja competitiva y reconocimiento de la empresa en la región.	-Área comercial y de licitaciones de la empresa.
3. Mejorar el resultado operativo de la empresa por la reducción de las obligaciones tributarias, y así poder reducir los precios de venta respecto a competidores externos que lleguen a la región.	-Reducir los costos de inversión de proyectos sostenibles, buscando descuentos comerciales con proveedores que puedan suministrar los materiales necesarios en este tipo de proyectos. -Acceder a los beneficios tributarios que ofrece el Gobierno Nacional, que permitan la reducción de pago en impuestos y gastos financieros. -Atraer clientes mediante publicidad y capacitación acerca de los beneficios de la construcción sostenible.	-Área directiva, jurídica, provisionamiento, administrativa y financiera de la empresa.
4. Incrementar la experiencia de la empresa en el mercado, para poder competir con las empresas que puedan ofrecer productos con similares propiedades.	-Evitar que la competencia externa sea preferida por los usuarios. -Generar divisas extranjeras licitando internacionalmente.	-Área de licitaciones.
5. Preservar los recursos naturales generando progreso y desarrollo a la sociedad y a la empresa dentro del ciclo de vida de las edificaciones.	-Invitar a licitar y cotizar a proveedores que puedan suministrar materiales que cumplan con criterios de sostenibilidad. Fortalecer el crecimiento sostenible de economía. -Reducir los consumos de energía y agua principalmente en la etapa operativa de las edificaciones.	-Área de aprovisionamiento, administrativa, financiera y técnica.

Fuentes: Autor.

Beneficios de los sistemas de certificación

En contexto, en el mes de abril de 2020 el departamento de norte de Santander ocupa el cuarto lugar en las m² de licencias de construcción aprobadas de 26 departamentos analizados, donde el área de vivienda fue el destino con mayor número de licencias aprobadas con un total de 24.687 m², seguido por comercio con 169 m², en el área licenciada a hospitales

se aprobaron 99 m² y con 25 m² aprobados para oficinas, para un total de 24.980 m², de los cuales corresponden a Cúcuta 23.262 m², es decir un 93% de las licencias aprobadas en el departamento [11].

Por último, la implementación de sistemas sostenibles podría generar beneficios como: 30% de ahorro de energía, 35% de carbono, entre 30 y 50% de agua y entre 50% y 90% de costos de desechos, esto sin contar la mejora en la salud [12]; reducción de costos operativos, comodidad visual y comodidad térmica, mejor calidad del aire, incrementa la vida útil, reducción de residuos, productividad laboral, entre otros [7].

Resulta oportuno indicar que, en una edificación con un sistema constructivo tradicional, el 80-90% de la energía utilizada por el edificio se consume durante la etapa de uso u operación para calefacción, refrigeración, ventilación, iluminación, electrodomésticos, etc., el otro 10-20% (la cifra varía según la vida del edificio), se consume durante la extracción y procesamiento de materias primas, fabricación de productos, construcción y demolición. Además, se utiliza energía significativa en el transporte de ocupantes, bienes y servicios hacia y desde el edificio [3].

Cabe aclarar que, la construcción incluye; 40% del uso de energía, 30% de materias primas, 25% de residuos sólidos, 25% de uso de agua y 12% de uso de la tierra y a pesar de esto, el sector de la construcción es el que tiene más potencial para proporcionar una mitigación de GEI rápida, profunda y rentable que cualquier otro [3].

Por otra parte, a continuación en la Figura 1, se ponderan las razones desde el punto de vista de los usuarios finales o compradores que resultan beneficiosas para adquirir una vivienda con certificación ambiental, de esta manera, se determina que el ahorro de energía es el criterio más favorable con un 63%, seguido del ahorro de agua con un 52%, en tercer lugar la preservación de recursos naturales con un 47%, y por último con un 42% las tasas preferenciales en línea de crédito, que están de acuerdo con los intereses de las empresas presentados anteriormente.



Figura 1. Razones para adquirir viviendas que cuenten con certificación ambiental.

Fuente: Autor.

Conclusiones

Se identificó un alto desconocimiento por el tema tanto en empresas como en los clientes, 10% y 60% respectivamente. Existe un interés del 100% por parte de las empresas constructoras y un 75% de los potenciales usuarios finales o compradores por edificaciones que cuenten con criterios de sostenibilidad en el ciclo de vida de estas, así como una disposición de alrededor 50% de asumir un costo adicional de inversión entre 5% y 10% en edificaciones con certificación ambiental, respecto a los sistemas de construcción tradicional. Por el desconocimiento del tema sería bueno hacer capacitaciones tanto al gremio como de los compradores en materia de legislación nacional sobre construcción sostenible y los diferentes sistemas de certificación, así como sus beneficios económicos, ambientales y sociales.

Referencias

[1] H. Acevedo, A. Vásquez, y D. A. Cardona, “Sostenibilidad: Actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia”. *Gestión y Ambiente*, vol. 15, no. 1, pp. 105 – 118, 2012.

[2] Chau, C. K. Chau, T. Leung, y W. Y. NG, “A review on Life Cycle Assessment, Life Cycle Energy Assessment and Life Cycle Carbon Emissions Assessment on buildings”. *Applied Energy*, vol. 143, pp. 395-413, 2015. DOI: 10.1016/j.apenergy.2015.01.023

[3] UNEP. Common carbon metric for measuring energy use and reporting greenhouse gas emissions from building operations, 2009.

[4] World Green Building Council. World Green Building Trends 2018. Dodge Data & Analytics 2018.

[5] Ministerio de Vivienda, Ciudad y Territorio. Decreto 1285. Decreto único reglamentario del sector vivienda Ciudad y Territorio en lo relacionado con los lineamientos de construcción sostenible para edificaciones, 2015. [En línea]. Disponible en: <http://www.minvivienda.gov.co/Decretos%20Vivienda/1285%20-%202015.pdf>

[6] Consejo Nacional de Política Económica y Social. CONPES 3919. Política nacional de edificaciones sostenibles. Bogotá, Colombia, 2018.

[7] J. M. Susunaga. Construcción sostenible, una alternativa para la edificación de viviendas de interés social y prioritario. Bogotá, Colombia, 2014.

[8] CENAC. Contexto sectorial. Cúcuta, Colombia, 2011.

[9] G. C. Bustamante, “Aproximación al muestreo estadístico en investigaciones científicas”. *Revista de Actualización Clínica*, vol. 10, pp. 476-480, 2011.

[10] A. A. Thompson, J. E. Gamble, M. A. Peteraf, y A. J. Strickland. *Administración estratégica* 8 Edición. México: Mc Graw Hill, 2012.

[11] Observatorio Económico. Construcción. Cúcuta, 2011.

[12] Consejo Colombiano de Construcción Sostenible. *Construcción Sostenible: elemento clave para la nueva economía verde y responsable*. Bogotá, Colombia, 2011.

El Lean Construcción como estrategia de mejora continua en empresas dedicadas a la construcción de infraestructura vial en la ciudad de Cúcuta. *

Lean construction as a strategy for continuous improvement in companies dedicated to the construction of road infrastructure in the city of Cucuta

Recibido: diciembre 2 de 2019 - Evaluado: febrero 3 de 2020 -

Aceptado: marzo 30 de 2020

Diana Carolina Diaz-Bateca**

Olga Paola Rolón-Cárdenas***

Para citar este artículo / To cite this Article

D. C. Diaz-Bateca, O. P. Rolón-Cárdenas “El Lean Construcción como estrategia de mejora continua en empresas dedicadas a la construcción de infraestructura vial en la ciudad de Cúcuta” Revista de Ingenierías Interfaces, vol. 3, no. 1, pp. 45-67, 2020.

Resumen

El Lean Construction se basa en la gestión de proyectos de construcción mediante la aplicación de la mejora continua y el Lean Manufacturing. Este método Lean se fundamenta en la búsqueda que propone la gerencia sobre la mejora continua, en la reducción de pérdidas de materiales y en la generación de valor agregado para el producto final. El objetivo del artículo fue establecer los beneficios que ofrece el Lean Construction como estrategia de mejora continua en las empresas dedicadas a la construcción de infraestructura vial en la ciudad de Cúcuta. La metodología fue cuantitativa y de tipo descriptiva para aplicar y analizar un

* Artículo inédito. Proyecto de investigación “El Lean Construcción como estrategia de mejora continua en empresas dedicadas a la construcción de infraestructura vial en la ciudad de Cúcuta”.

**Ingeniera Civil, Correo electrónico: Carolinad990gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6712-4425>

***Ingeniera Civil, Correo electrónico: paoroca1@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-4384-8987>

cuestionario basado en 10 preguntas de selección múltiple sobre las condiciones de dirección, control y principales fallas de los procesos constructivos. Los resultados demostraron que las empresas tienen un bajo nivel de implementación de la filosofía Lean y no se tienen en cuenta los principios de flexibilidad de procesos, gestión visual o verificación minuciosa del rendimiento de obra. Por lo tanto, se propusieron estrategias que pueden ser adoptadas por las empresas para generar valor agregado, entre las que se cuentan Last Planner System, Value Stream Mapping, Lean Project Delivery System, mediciones de pérdidas, SMED (Single-Minute Exchange of Die) y el método Kanban.

Palabras clave: lean construction, mejora continua, proyecto vial, presupuesto de obra.

Abstract

Lean Construction is based on the construction projects management that applies continuous improvement and Lean Manufacturing. This Lean method is based on the search that management proposes on continuous improvement, on the reduction of material losses and on the generation of added value for the final product. The objective of the article was to establish the benefits that Lean Construction offers as a continuous improvement strategy in companies dedicated to the Cucuta road infrastructure construction. The methodology was quantitative and descriptive to apply and analyze a questionnaire based on 10 multiple-choice questions about the management, control and main construction failures. The results demonstrated that companies have a low level of implementation of the Lean philosophy and do not take into account the principles of process flexibility, visual management or careful verification of work performance. Therefore, strategies that can be adopted by companies to generate added value were proposed, including Last Planner System, Value Stream Mapping, Lean Project Delivery System, loss measurements, SMED (Single-Minute Exchange of Die) and the Kanban method.

Keywords: lean construction, continuous improvement, road project, construction budget.

1. Introducción

Colombia es un país con importantes falencias a nivel de infraestructura vial y estudios como el último Reporte Global de Competitividad del Foro Económico Mundial del año 2016 reveló una mala calificación en el ranking

de calidad de vías respecto al analizado en el año 2007. Los resultados en calidad de vías ubicaron a Colombia en el puesto 86 de un total de 126, mientras que la infraestructura de transporte pasó del puesto 82 al 110 a pesar de las mejoras que se han logrado durante los últimos años. En el caso del departamento de Norte de Santander se cuenta con 8.614 kilómetros de carreteras, de las cuales 736 kilómetros son redes primarias a cargo del Gobierno Nacional con un 84% pavimentada y 16% afirmada. De las vías secundarias el 69% está afirmada, solo el 29% pavimentadas y el 2% sin pavimentar. De la malla terciaria, el 73% está sin pavimentar, apenas el 3% está pavimentada y el 24% afirmada [1].

Por su parte, el Departamento Nacional de Planeación presentó en el Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 que una de las causas de mayor impacto del desarrollo económico y social del país se debe a las deficiencias de infraestructura logística y de transporte [2]. Por estos motivos, los últimos dos Gobiernos han promovido el mejoramiento de la infraestructura vial del país con las vías 4G (cuarta generación) para lograr cambios favorables en el mediano plazo en las condiciones de competitividad vial. En este sentido, el Departamento Nacional de Estadísticas [3] informó que en el año 2018 la construcción de obras civiles ha tenido aumento en las variaciones de pagos con el 5,3% y en la adquisición de obligaciones con el 5,2% frente al cuarto trimestre del año anterior, lo cual indica un incremento en la actividad empresarial del sector de infraestructura.

Por lo tanto, hoy en día se cuenta en diferentes regiones del país con proyectos para la construcción y mejoramiento de la infraestructura vial, pero son innegables las dificultades que se presentan tanto para la ejecución como para la culminación de las obras, que además de la corrupción, el exceso de burocracia y algunas veces, la falta de recursos [4], también se pueden presentar problemas por deficiencias en la calidad de la infraestructura, lo que resulta siendo una desventaja en materia de competitividad cuando se comparan los avances con otros países de la región que ya están a la vanguardia del sector.

En Colombia se requiere asumir una posición gerencial a nivel vial y para lograrlo se debe asumir una planificación a corto y largo plazo que permita atender con rapidez las necesidades de la red que aún tienen funcionalidad y pueden ser reparadas para garantizar un uso entre 25 y 30 años, como

también en la construcción de nuevas carreteras que tomarían más tiempo desde el diseño, cálculo, construcción y la entrega [5].

Para esto, el Gobierno propuso en el año 2016 el Plan Maestro de Transporte Intermodal con diferentes concesiones de cuarta generación para organizar el método de adjudicación vial y para hacer mayores exigencias a los constructores en cuanto al cumplimiento de indicadores claros en seguridad vial y eficiencia de las vías, garantizar a través de asociaciones público-privadas el uso de materiales de alta calidad e incorporar técnicas de gerenciamiento de vías de alta eficiencia como el mantenimiento preventivo [5].

Igualmente, el Gobierno Nacional de Colombia hizo un llamado a la transformación de la forma como se gerencian los proyectos viales, donde todos los actores involucrados, siendo el sector público, los contratistas, los proveedores y la comunidad misma, se coloquen a la altura del reto para mejorar y mantener la infraestructura del país. Tenemos la oportunidad de incorporar a nuestra cultura de tecnologías y procedimientos que, aunque son muchas veces nuevos para nosotros, ya han sido suficientemente aplicados con éxito en otras regiones del mundo [5].

Por lo tanto, se deben incorporar nuevas herramientas de mejora continua que permitan la construcción y la rehabilitación de vías con mejores especificaciones técnicas, y que inclusive a largo plazo tiene mayores beneficios económicos y medio ambientales. Las obras elaboradas con calidad y con buen mantenimiento preventivo reducen el tiempo de uso de equipos y de mano de obra, como también hace que las prácticas sean sostenibles al emplear menos del 50% de energía, materiales y riesgos para los trabajadores [5], siendo un aporte relevante en materia de competitividad empresarial y económica para el país. Por estas razones, en esta investigación se propuso como objetivo establecer los beneficios que ofrece el Lean Construction como estrategia de mejora continua en las empresas dedicadas a la construcción de infraestructura vial en la ciudad de Cúcuta.

Lo anterior, hace que el análisis del Lean Construction como herramienta de mejora continua para los procesos merezca la atención, teniendo en cuenta

que la industria de la construcción es un eslabón fundamental en el aparato económico del país y cualquier esfuerzo que se haga para incorporar los nuevos sistemas de gestión que se implementan en las principales industrias constructoras del mundo, resulta relevante como materia de investigación [6]. El sector de la construcción fundamenta la gestión en los procesos operativos, por lo que se deja de lado el uso de herramientas gerenciales que permitan aumentar la dirección y control de resultados, siendo el principal interés de este trabajo para analizar las opciones de implementación del Lean Construction en las empresas dedicadas a la infraestructura vial.

2. Materiales y métodos

Esta investigación tiene como finalidad establecer los beneficios que tendría la implementación de la filosofía Lean Construction para promover la mejora continua en las empresas dedicadas a la construcción de infraestructura vial en la ciudad de Cúcuta. El tipo de investigación fue descriptivo para comprender el nivel aplicación de herramientas gerenciales, las principales fallas de los procesos constructivos y para establecer oportunidades de mejora por medio del enfoque del Lean Construction [7].

El enfoque del estudio correspondió al cuantitativo, donde [7] recomiendan en los proyectos administrativos y gerenciales para hacer la recolección y procesamiento de datos numéricos y para el uso de técnicas estadísticas.

De acuerdo a lo anterior, la población correspondió al conjunto de empresas que se dedican a la construcción de obras viales y que están domiciliadas en la ciudad de Cúcuta. Según la Cámara de Comercio de Cúcuta en la actualidad se cuenta con 89 empresas dentro de la actividad económica de construcción de obras civiles.

Para la muestra se aplicó una técnica no probabilística para hacer una selección por conveniencia, teniendo en cuenta unos criterios de inclusión, tales como: a) Una trayectoria mayor a 5 años en el mercado para tomar empresas que tengan procesos más estandarizados con mediciones de eficacia en uso de recursos y cumplimiento de cronograma. b) Empresas con una planta de personal mayor a 10 trabajadores y que estén dispuestas de participar en el estudio para asegurar la obtención de información

confiable en la aplicación de la encuesta, c) Empresas que se dediquen y hayan realizado construcción de vías en pavimento rígido y flexible durante el año 2018 y 2019 para obtener datos actualizados sobre los procesos. La muestra estuvo conformada por 18 empresas que cumplieran con los criterios y que aceptaron participar en el estudio sobre Lean Construction en construcción de infraestructura vial.

La investigación se desarrolló en tres fases para: (1) Realizar un diagnóstico sobre los procesos técnicos que se aplican en la construcción de infraestructura vial, teniendo en cuenta los factores que interviene Lean Construction; (2) Identificar las técnicas y herramientas de la filosofía Lean Construction que se pueden utilizar para mejorar la efectividad de los procesos de las empresas analizadas; (3) Proponer estrategias que favorezcan la mejora continua de los procesos constructivos viales (Figura 1).

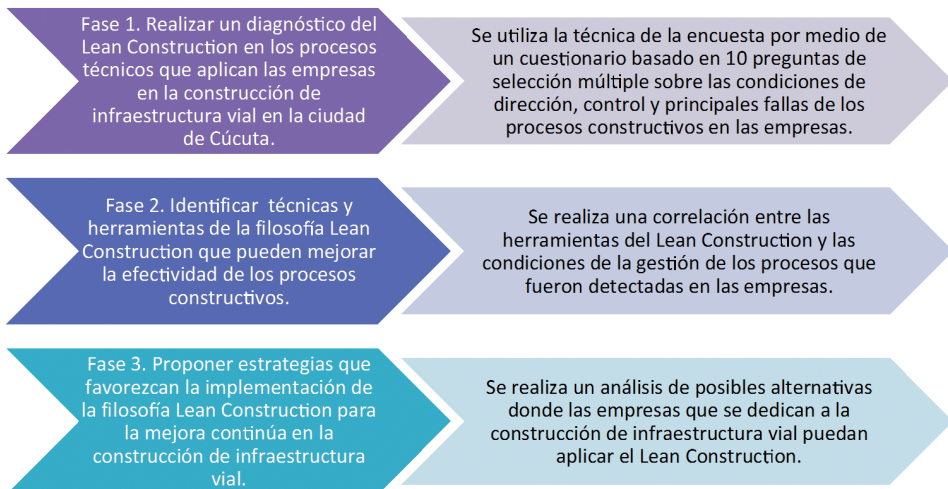


Figura 1. Fases y técnicas de recolección de información.

Fuente: Elaboración propia.

Para dar cumplimiento al objetivo de la investigación, se utilizó la técnica de la encuesta para aplicar un cuestionario de 10 preguntas con opciones de selección múltiple sobre el nivel de implementación del Lean Construction desde los niveles de dirección, control y procesos constructivos. Seguidamente, se diseñó una matriz para correlacionar las herramientas del

Lean Construction con las opciones de mejora que demandan los procesos detectados en las empresas encuestas, lo que finalmente, permitió hacer un análisis de los posibles beneficios que traería la implementación de esta herramienta, considerando aspectos como condiciones de los procesos y de las expectativas gerenciales de crecimiento y competitividad.

3. Resultados y discusión

Diagnóstico sobre los procesos técnicos que se aplican en la construcción de infraestructura vial, teniendo en cuenta los factores que interviene Lean Construction.

Se identificó que el 100% de las empresas encuestadas dedicadas a la construcción de edificaciones de la ciudad de Cúcuta se encuentran interesadas en la implementación de criterios de sostenibilidad en la ejecución de sus proyectos y la certificación de estos, mediante sellos voluntarios de certificación disponibles en el mercado nacional. Sin embargo, el 10% de estas afirmó no tener claridad acerca del término de construcción sostenible, y tan sólo el 55% de éstas estarían dispuestas a invertir entre un 5% y 10% más respecto a la construcción tradicional.

Para conocer la manera como las empresas dedicadas a la construcción vial gestionan sus procesos productivos bajo el enfoque de Lean Construction, se analizaron las encuestas que fueron aplicadas con los gerentes o directores de obra sobre las herramientas de mejora continua que se integran desde el direccionamiento, la planificación y el control de obra. Dentro de las técnicas y herramientas del Lean Construction que se tuvieron en cuenta para el análisis están las definidas en el programa TWI (Training Within Industry ó Entrenamiento en la Industria) que se diseñó para desarrollar en el personal tres habilidades: el Job Instruction (Instrucción del Trabajo), el Job Relations (Relaciones de Trabajo) y el Job Methods (Métodos de Trabajo) [8].

También, se tuvo en cuenta a Koskela [9], quien resalta el logro del éxito en las empresas constructoras por medio de la reducción de las actividades que no generan valor y la simplificación de los procesos o etapas productivas; sumado a los principios de Briosio [8], que propone

el uso de mecanismos más sofisticados y apoyados en el uso de software para lograr mayor flexibilidad y estandarización de los procesos, utilizar el enfoque de control, hacer uso de la gestión visual para el control operativo, la validación en etapas programadas, la toma de decisiones por consenso y establecer alianzas estratégicas o redes de apoyo.

En el primer componente de direccionamiento estratégico se definió que el 61% de las empresas consultadas ha asumido la mejora continua de los procesos en vista a que la trayectoria en el mercado les ha permitido implementar sistemas de gestión de calidad y/o seguridad y salud en el trabajo SGSST, lo que incluye acciones para la mejora y para la revisión de la gerencia. También se vio que únicamente el 28% de las empresas toman medidas para reducir la pérdida de materiales y apenas el 11% ha analizado la generación de valor agregado que se puede dar al producto final, como es el uso de aditivos plastificantes y fibras para acelerar el secado y el refuerzo de la estructura de pavimento rígido y de caucho granulado de reciclaje (GRC) para sumar resistencia y durabilidad al pavimento flexible (Figura 2).

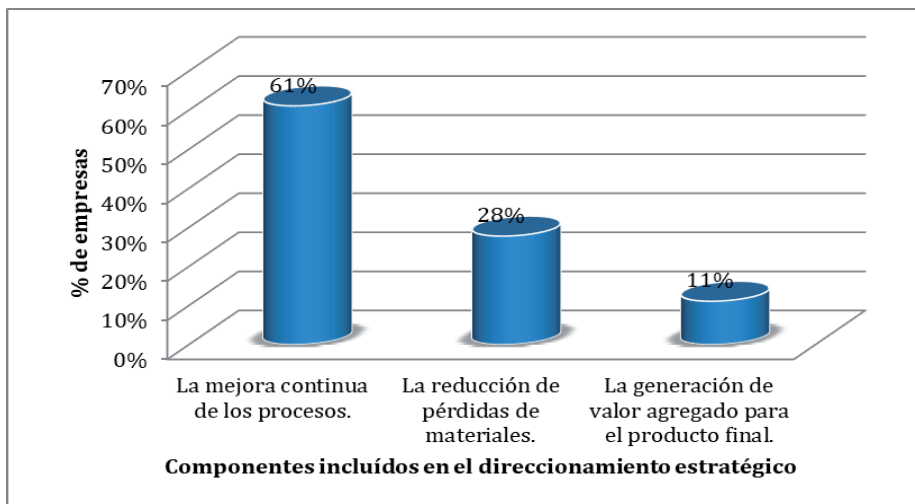


Figura 2. Componentes que integran el direccionamiento estratégico de las empresas.

Fuente: Autores.

En la etapa de planificación se conoció que algunas técnicas de Lean

Construction no se aplican con frecuencia en las empresas consultadas, viendo que solo el 17% se preocupa por el aumento de la flexibilidad de los procesos, aunque el 61% ya tiene acciones para hacer un control de producción apropiado y para mantener procesos estandarizados. El 67% respondió que realiza la toma de decisiones por consenso y consultando al personal (directores de obra, ingenieros residentes e interventores) para considerar todas las alternativas; el 83% utiliza la gestión visual para el control de las obras (software) y el 100% de estas empresas hace la verificación y validación de la calidad de la vía en etapas programadas y hacen uso de redes de contactos o alianzas estratégicas para asegurar el cumplimiento de los resultados en obras (Figura 3).

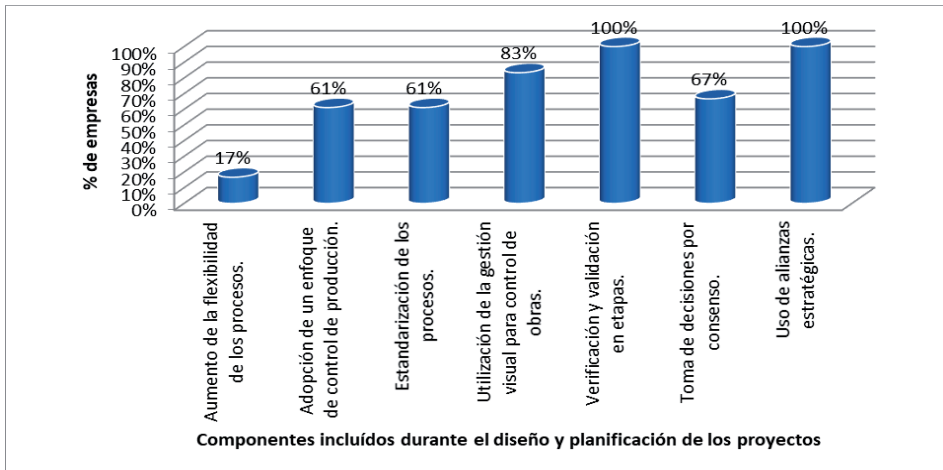


Figura 3. Componentes incluidos durante el diseño y planificación de los proyectos.

Fuente: Autores.

Estos resultados indicaron que las empresas hacen uso de técnicas tradicionales para el diseño y planificación, como es la validación de resultados y el apoyo con otros profesionales en diseño y cálculo de estructuras, pero según Brioso [8], no se cumple con los principios del Lean Construction, entre los que se encuentra la flexibilidad, estandarización, adopción de enfoques de control y toma de decisiones para mejorar la eficacia de los procesos. Igualmente, Porras [6] explica que es muy común el uso de ayudas visuales básicas como es el diagrama de Gantt, pero que se reflejan fallas en un nivel más especializado de planificación por la falta de

mecanismos de control de procesos que permitan coordinar el diseño, los proveedores, los recursos humanos y los requisitos previos para el trabajo de las cuadrillas en obra.

Dentro del Lean Construcción es importante el uso de información veraz para la planificación de los proyectos, por lo que se conoció que la totalidad de empresas utilizan los datos sobre rendimientos mínimos o estándares y sobre la experiencia que logran en proyectos anteriores, aunque el apenas el 83% también tiene en cuenta los aportes de los ingenieros residentes y el 67% la información que consolida el director de obra de cada proyecto (Figura 4), siendo favorable por el uso de información como premisa de la planificación, pero desfavorable por la falta de integración de los responsables de la ejecución del proyecto para identificar posibles fallas o restricciones que pueden retrasar las obras.

Estos resultados concuerdan con lo obtenido por Brioso [8], donde las empresas constructoras normalmente tienen datos acumulados sobre rendimientos de materiales y de mano de obra de proyectos anteriores, pero hace falta aplicar técnicas de planificación colaborativa, donde se integren los especialistas y las áreas de soporte para la identificación de aspectos clave de éxito y de las restricciones de actividades que se puedan presentar durante la etapa de ejecución. También Porras [6], indica que la planificación se debe coordinar con los diferentes involucrados en el proyecto para identificar, filtrar y analizar la información que entra y que sirve para asegurar que las actividades estén libres de restricciones.

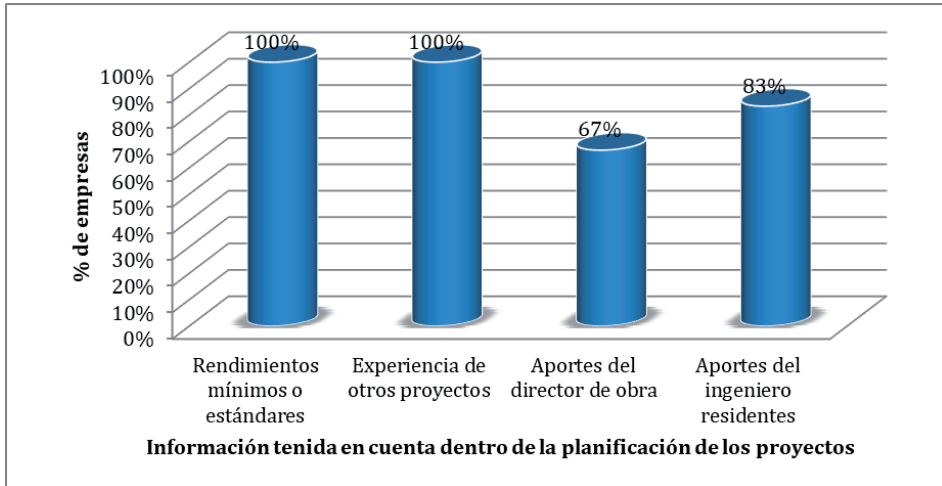


Figura 4. Información tenida en cuenta dentro de la planificación de los proyectos.

Fuente: Autores.

Para analizar la integración tecnológica en la búsqueda de la mejora continua se definieron las principales herramientas de planificación que las empresas utilizan en los procesos productivos, observando que el más común es el presupuesto de obra que se maneja en hojas de cálculo con el 100%, aunque el 83% también utiliza MS Project para organizar las actividades requeridas en cada etapa de construcción vial y el 67% emplea los cronogramas tipo Gantt con indicadores de cumplimiento de avance de obra para hacer el seguimiento. A pesar de lo anterior, otras herramientas más especializadas que recomienda el Lean Cosntruction no se utilizan, tales como el sistema del Último Planificador (Last Planner) (0%), Justo a tiempo (Just in time) (0%), mapas de cadena de valor (Value Stream Mapping) (0%) y el Sistema de Entrega de Proyectos (Lean Project Delivery System) (0%) (Figura 5).

Estos resultados son desfavorables para la eficacia de las empresas constructoras, ya que según Brioso [8], la planificación basada en el uso de estas herramientas es necesaria para aumentar la productividad, lo cual mejora la eliminación de esperas en obra, optimiza las actividades que se realizan en secuencia y se coordina la ejecución de las obras con mayor interdependencia. De forma similar, Porras [6] asegura que estas herramientas de Lean Construction le podrían aportar a las empresas un

enfoque práctico, donde los gerentes y los jefes de equipo pueden asumir una planificación colaborativa para alcanzar un alto grado de confiabilidad en el cumplimiento de las fechas de entrega y en la reducción de pérdidas.

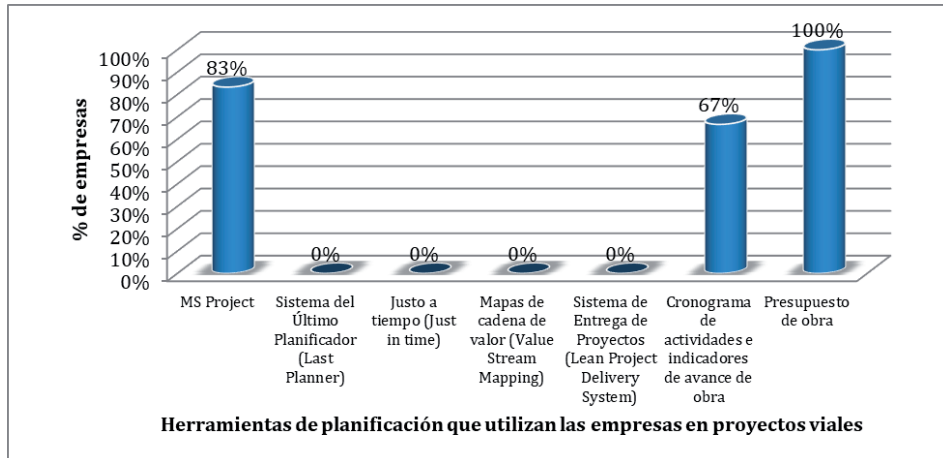


Figura 5. Herramientas de planificación que utilizan las empresas en proyectos viales.

Fuente: Autores.

En el componente de control de gestión, el Lean Construction considera la efectividad de las instrucciones de trabajo (Job Instruction) y los métodos empleados (Job Methods) para reducir las pérdidas de tiempo y recursos, donde el 100% de las empresas relacionaron que se han tomado acciones puntuales para la prevención de accidentes laborales, pero solo el 61% de las mismas hacen control del desperdicio de los materiales y el 78% toma acciones para reducir los tiempos y movimientos del proceso, con el fin de minimizar los desplazamientos de maquinaria, materiales y personal a lo largo de la vía en construcción (Figura 6).

Esta situación indica que las empresas están adoptando medidas de control donde tienen mayores regulaciones, como es el caso del Sistema de Seguridad y Salud en el Trabajo, pero no en campos de mejora continua, como es la producción Lean o producción sin pérdidas [6].

Según Brioso [8], la aplicación de los pilares del Lean relacionados con el programa TWI (Training Within Industry ó Entrenamiento en la Industria),

podrían ayudar a que estas empresas reduzcan el desperdicio de materiales, el rechazo de trabajos hechos, posibles daños en equipos, la incorporación de nuevos trabajadores e incluso la disminución de accidentes de trabajo.

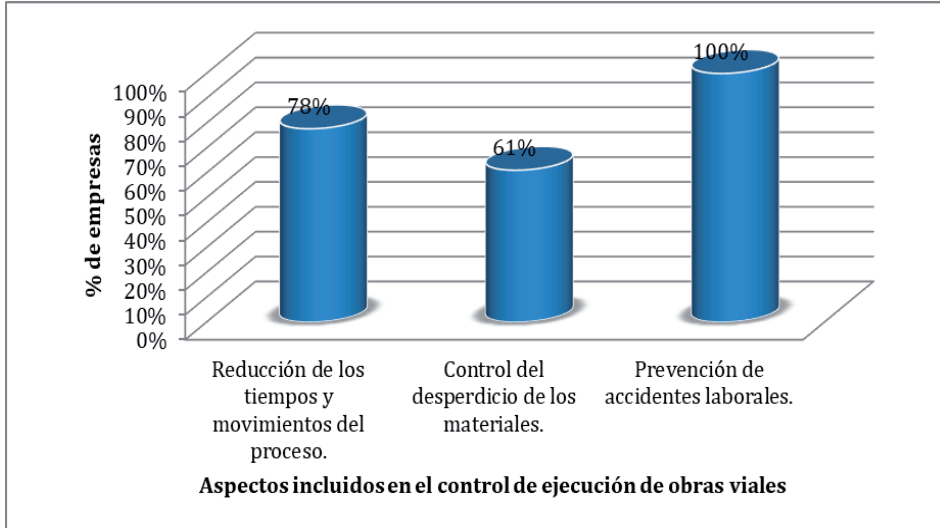


Figura 6. Aspectos incluidos en el control de ejecución de obras viales.

Fuente: Autores.

En la Figura 7 se establecieron las empresas que registran problemas de construcción y que afectan la calidad de las obras viales, como son los defectos con el 83% de las mismas, las demoras en iniciar actividades y cuando se presenta excesos de procesado (asfáltico o cemento) con el 61%, como también cuando se acumulan inventarios en el almacén en terreno con el 39%. No se contaron empresas que midan aspectos como el transporte de materiales innecesario o el movimiento no útil de personal.

Según Brioso [8], esto indica que algunas empresas aplican herramientas del Lean Construction, pero debe generalizarse la detección de los problemas que se pueden presentar durante las obras, teniendo en cuenta el nivel de estandarización y de la exactitud en las instrucciones de trabajo (Job Instruction) y los métodos utilizados (Job Methods).

En el caso específico del transporte de personal y materiales, es necesario revisar la habilidad de dar instrucciones (Job Instruction), teniendo en cuenta la interdependencia y secuenciación de actividades, ya que se

pueden generar reprocesos y sobrecostos en la operación o contratación de vehículos.

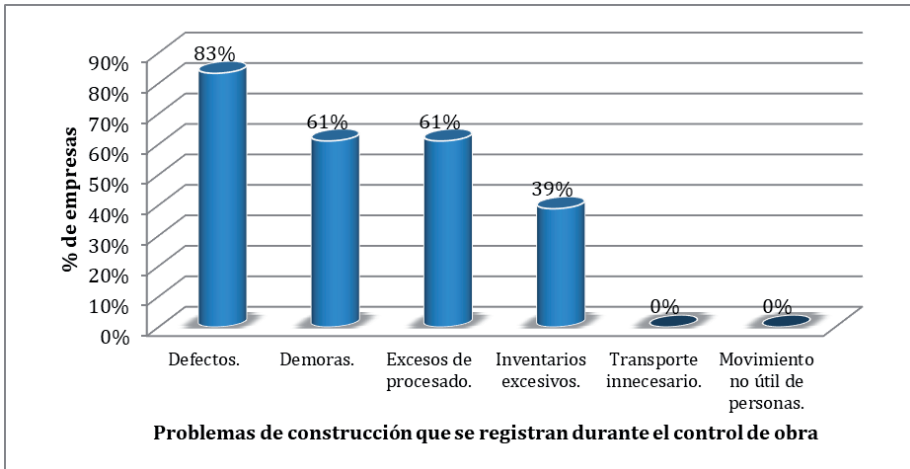


Figura 7. Problemas de construcción que se registran durante el control de obra.

Fuente: Autores.

Además de lo anterior, se analizaron los aspectos relacionados con las fallas más comunes que se presentan en obra, con el fin de establecer más adelante una relación con la carencia de herramientas de Lean Construction. Se definió que el 94% de las empresas tienen con frecuencia retrasos por equipos, herramientas o materiales insuficientes en obra, caso similar al 89% de las mismas que tiene pérdidas de tiempo por desplazamientos innecesarios que ocurren por falta de planificación, el 83% tiene contratiempos por incumplimiento de las especificaciones y cambios en el diseño (base, subbase granular y capa asfáltica) y el 78% por la acumulación de materiales en momentos no esperados (se generan almacenes e inventarios innecesarios).

Otros factores deben ser tenidos en cuenta para controlar los procesos y que tienen baja aplicación, como es el caso del 44% de empresas que miden la inactividad de obra por mal ambiente de trabajo o por el exceso de trabajadores en un momento dado (sobreproducción). El 39% de empresas miden los retrasos generados por esperar actividades anteriores o que quedan mal realizadas y el 28% mide las pérdidas de tiempo por fallas en instrucciones de trabajo (fuera de los estándares) (Figura 8).

De acuerdo con Parra [6], las causas de esta situación radican en el uso de conceptos limitados de planificación (no utilizan la filosofía Lean), ya que no se consulta a los jefes de obra, ingenieros residentes y maestros de obra, haciendo que la gerencia planifique sin tener la certeza de contar con los recursos necesarios en el momento exacto para ejecutar las actividades. En otras palabras, no se utilizan herramientas como Las Planner, que permite reducir el error y la incertidumbre en la ejecución del proyecto. Según Granados [10], también estos problemas se deben a trabajadores poco capacitados que ocasionan retrasos en la producción, además de desorganización y poca agilidad al ejecutar los procedimientos.

Por su parte, Brioso [8], explica que las principales consecuencias de los proyectos convencionales, sin filosofía Lean, siempre serán los retrasos en el cronograma de obra y los sobrecostos en el presupuesto establecido inicialmente. Teniendo en cuenta esta situación, es normal que se presenten afectaciones en la rentabilidad de las empresas constructoras y para los usuarios de las obras viales, tanto por la limitación de la movilidad, como por el sobrecosto, que normalmente se representa en adiciones de cantidades de obra y en menor eficacia en el uso de los recursos públicos.

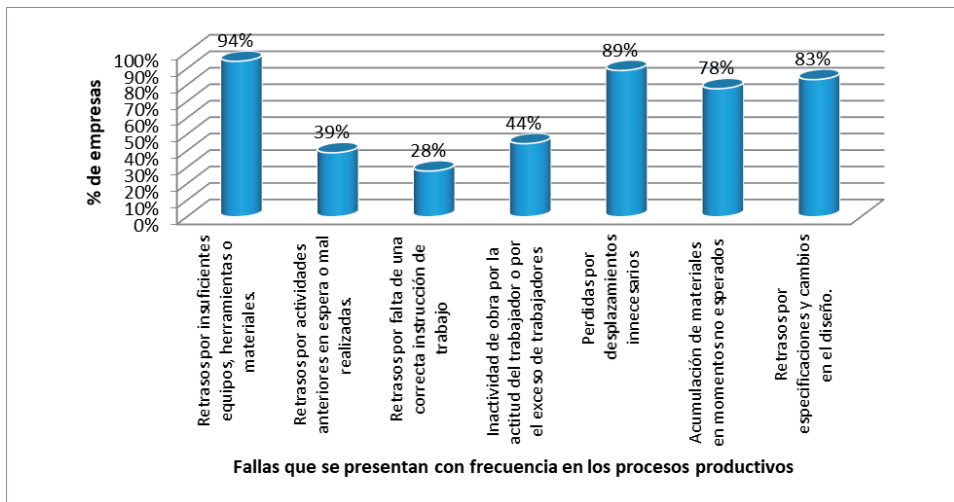


Figura 8. Fallas que se presentan con frecuencia en los procesos productivos.

Fuente: Autores.

Luego de analizar las fallas más relevantes en los procesos constructivos, se definieron las actividades que consumen mayormente las horas extras del personal, lo cual tiene repercusiones directas en las relaciones de trabajo (Job Relations) y en los sobrecostos. El 89% de empresas concordó que durante la colocación de pavimento es necesario extender la jornada de trabajo para evitar el secado o enfriamiento del material (rígido o flexible), pero para el 50% de las mismas las horas extras se requieren cuando se debe colocar la sub base y base de material granulado, para el 28% se utilizan con frecuencia para las obras de arte y drenaje, y el 17% utiliza más horas del personal para hacer el movimiento de tierras y para las obras de señalización (verticales y horizontales) (Figura 9).

Los resultados anteriores indicaron que las actividades productivas de las empresas que se compensan en horas extras (sin tener en cuenta actividades preliminares) en promedio son del 40%, lo que es similar al promedio nacional del 48,2%, mientras que en Medellín fue de 47,2%, en Bogotá 45,4% y en Manizales 51,3% [11], De acuerdo con Porras [6], las causas del consumo de horas extras responden a falta de herramientas que apoyen la planificación, por lo que frecuentemente se va a presentar variación en la productividad, mayores tiempos de espera y relaciones ineficaces en el personal. Para Pérez [12], evitar el desperdicio en costo y tiempo del personal en las obras es uno de los objetivos de la filosofía Lean, por lo que se deben sincronizar los pedidos y las entregas de materiales, equipos e insumos en cada etapa del proyecto, lo que evidencia la falta de utilización de herramientas más especializadas de planificación y control.

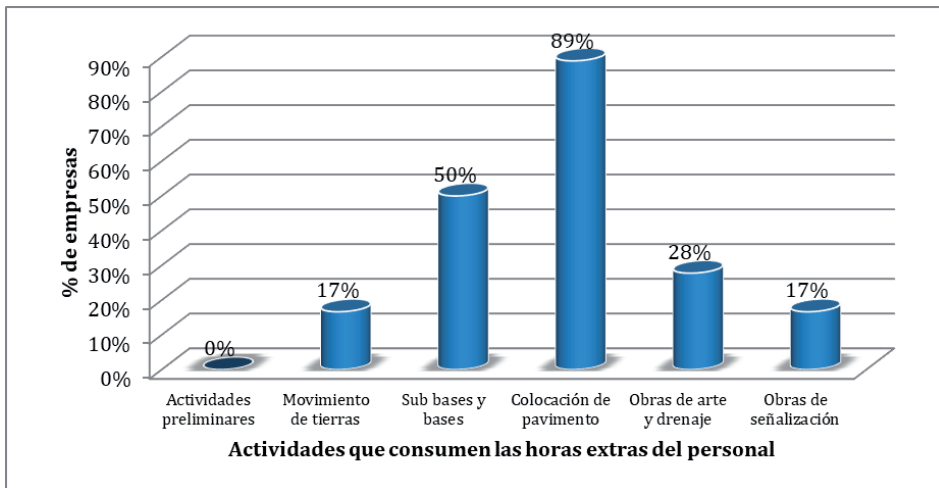


Figura 9. Actividades que consumen las horas extras del personal.

Fuente: Autores.

Por último, se preguntó sobre diferentes herramientas de análisis, entre las que se cuentan las recomendadas por el Lean Construction para analizar fallas, retrasos y desperdicios de procesos y que utilizan estas empresas. Se estableció que el 61% de empresas hacen análisis de causas y efectos y diagrama de Pareto para hacer el reporte de no conformidades y de acciones correctivas/preventivas, aunque el 39% de las mismas aplica la técnica 5'S. Otras herramientas muy utilizadas en la filosofía Lean no se emplean (0%), las cuales son la medición de perdidas (Prueba de los cinco minutos), SMED (Single-Minute Exchange of Die) y Método Kanban (Figura 10).

De esta manera, se determinó qué entre las herramientas más utilizadas por las empresas encuestadas, solo la técnica de 5'S puede aportar en la reducción de desperdicios y cumplimiento de instrucciones de trabajo que busca el Lean Construction. Sin embargo, tomando como referencia el 39% de utilización de la técnica de 5'S de Cúcuta, resultó mayor a un estudio realizado en República Dominicana que mostró el 16,67% de implementación en empresas de construcción, mientras que las herramientas no Lean, como son Pareto y diagrama de causas y efectos fue del 33,3% [12]. Según Granados [10], otras herramientas como la medición de pérdidas o prueba de los cinco minutos pueden ser utilizadas por estas empresas para estandarizar tiempos de productividad y se aplicaría con operarios

en la obra directamente, para cuantificar los tres tiempos característicos de actividad en construcción (tiempos productivos: que agregan valor a la obra; tiempos contributivos: contribuyen a que se agregue valor; y no contributivos: pérdidas).

Por su parte, la herramienta SMED tampoco es utilizada por las empresas en Cúcuta, aunque la Consultora Lean Solutions [13] la recomienda para que desde la gerencia se reduzcan los tiempos utilizados para el alistamiento de máquinas, como son cambios de compactadoras, niveladoras, rodillos, mezcladora de asfalto, distribuidor de asfalto, entre otros. Finalmente, según Pérez (2019) el método Kanban es una herramienta importante para empresas que realizan proyectos viales complejos, ya que permite establecer un flujo de producción en concordancia con la cantidad de material que se va necesitando en el tiempo y lugar preciso, lo que optimiza la colocación y secado del asfalto rígido o flexible en cada uno de los tramos de la obra.

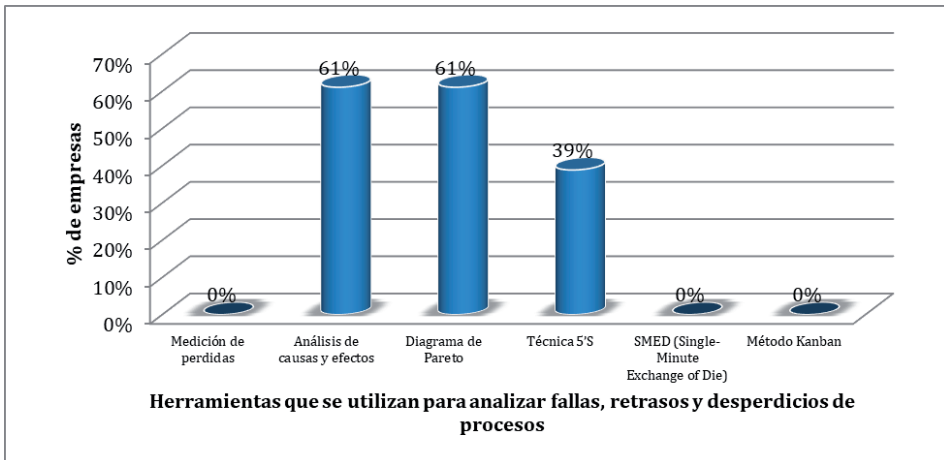


Figura 10. Herramientas que se utilizan para analizar fallas, retrasos y desperdicios de procesos.

Fuente: Autores.

Identificación de las técnicas y herramientas de la filosofía Lean Construction para mejorar la efectividad de los procesos

Ahora bien, luego de identificar las condiciones de los procesos técnicos y las opciones de mejora que tienen las empresas en la construcción de

infraestructura vial se efectuó una correlación para determinar el tipo de herramientas del Lean Construction que no se están utilizando en este sector industrial en la ciudad de Cúcuta. Se aplicó una matriz de correlación utilizando la información obtenida en el resultado de las encuestas frente a las herramientas Lean Construction que se pueden usar para las etapas de planificación y para el control de ejecución de obra. La valoración se realizó con una escala de 0 a 5, donde 0: relación nula, 1: relación baja, 3: relación media y 5: relación alta (Tabla I).

Tabla I. Herramientas del Lean Construction que no utilizan las empresas de infraestructura vial.

Lean Construction	Herramienta Lean Construction para planificación				Herramienta Lean Construction para control					
	Last Planner	Just in time	Value Stream Mapping	Lean Project Delivery System	Prueba de los cinco minutos	Causas y efectos	Diagrama de Pareto	Técnica 5'S	SMED	Kanban
Porcentaje de empresas que aplican técnicas de planificación y control										
Planificación										
MS Project (83%)	0	0	0	0	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
Cronograma de actividades (67%)	0	0	0	0	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
Indicadores de avance de obra (67%)	0	0	0	0	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
Presupuesto de obra (100%)	0	0	0	0	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A	N.A
Control										
Análisis de causas y efectos (61%)	N.A	N.A	N.A	N.A	0	3	0	0	0	0
Diagrama de Pareto (61%)	N.A	N.A	N.A	N.A	0	0	3	0	0	0
Técnica 5'S (39%)	N.A	N.A	N.A	N.A	0	0	0	3	0	0
Sumatoria	0	0	0	0	0	3	3	3	0	0

Fuentes: Autor.

El resultado de la Tabla I, permitió establecer que las empresas analizadas tienen implementación nula de herramientas Lean Construction en la etapa de planificación de proyectos viales (Last Planner, Just in time, Value Stream Mapping y Lean Project Delivery System), mientras que la implementación es media en algunas herramientas de la etapa de control de ejecución de obra, como son el diagrama de causas y efectos, el diagrama de Pareto y la técnica 5'S, mientras que en otras como la medición de perdidas (prueba de los cinco minutos), SMED (Single-Minute Exchange of Die) y el método Kanban no se emplean actualmente.

Estrategias para la mejora continua de los procesos constructivos viales

A continuación, en la Tabla II se relacionan las estrategias para la mejora continua de los procesos viales.

Tabla II. Estrategias de mejora continua para procesos constructivos viales basado en filosofía Lean Construction.

Estrategia de mejora	Herramienta Lean Construction	Descripción	Opciones para su implementación	Procesos involucrados
Para la planificación del proyecto	Last Planner (Sistema del Último Planificador)	Es una aplicación que se basa en la mejora de métodos tradicionales de planificación para reducir la incertidumbre y la variabilidad en la etapa de ejecución de las obras [12].	Empresa consultora Kommerling, [14]; Software Autodesk BIM 360 Software Lean Station Software Cocoplan	Procesos gerenciales y operativos. Reduce tiempos de espera y ayuda a organizar las actividades de forma secuencial.
	Value Stream Mapping (Mapeo de la Cadena de Valor)	Es una aplicación apoyada en técnicas como Just in time para identificar oportunidades de mejora mediante una imagen visual del proceso y analizar las dinámicas en el flujo de materiales e información requerida para cada fase de un proyecto [8].	Empresa consultora Lean Solutions [13]. Software VSM	Procesos gerenciales y operativos. Presenta de forma gráfica el flujo de información y de producto de un proyecto.
	Lean Project Delivery System (Sistema de Entrega de Proyectos)	Esta aplicación apoya la gestión directiva y operativa de los proyectos, mediante la coordinación de tareas, objetivos e intereses de las partes que cumplen funciones específicas dentro de un proyecto [8].	Lean Construction Institute [15]: Modelo LPDS	Procesos gerenciales y operativos. Permite tener un sistema para la entrega oportuna de proyectos.

Fuente: Autores.

Continuación Tabla II. Estrategias de mejora continua para procesos constructivos viales basado en filosofía Lean Construction.

Estrategia de mejora	Herramienta Lean Construction	Descripción	Opciones para su implementación	Procesos involucrados
Para el control de ejecución	Prueba de los cinco minutos	Técnica que permite cuantificar las pérdidas de las actividades de construcción en un muestreo de 5 minutos de trabajo en obra [10].	Porras [6]. Modelo BIM	Procesos operativos. Analiza el rendimiento de una cuadrilla en obra. Elimina labores o reduce trayectos que no generan valor al proceso.
	SMED (Single-Minute Exchange of Die)	Herramienta para la reducción de tiempos usados en el alistamiento de máquinas (cambios de molde, troquel, etc.)	Empresa consultora Lean Solutions [13]. Sistema SMED	Procesos operativos. Optimiza el tiempo de uso de maquinaria y equipos complejos. Aumenta la capacidad operativa y la flexibilidad del proceso.
	Método Kanban	Técnica para intercambiar información entre operarios, logística, proveedores y clientes usando sistemas de etiquetado de productos.	Empresa consultora Lean Solutions [13]. Sistema Kanban	Procesos de almacén. Utiliza códigos de barras o QR de forma automatizada. Mejora control de inventarios, pérdidas de producto y retrasos en obra por falta de materiales.

Fuentes: Autor.

Conclusiones

Se determinó que los procesos técnicos de las empresas de construcción de infraestructura vial de la ciudad de Cúcuta se enfocan en la planificación de proyectos, en la mejora y en la estandarización de procesos para mantener los tiempos y presupuestos de ejecución dentro de los parámetros esperados, pero no se aplica la filosofía Lean Construction que puede representar mayor optimización de recursos y generación de valor agregado para el producto final.

Aunque algunas empresas aplican técnicas de control de procesos como el diagrama de causas y efectos, el diagrama de Pareto y la técnica 5'S, que son acordes al nivel de estandarización que han alcanzado durante los años de trayectoria, pero se evidenció que no utilizan herramientas del Lean Construction como son Last Planner, Value Stream Mapping, Lean Project

Delivery System, medición de pérdidas (prueba de los cinco minutos), SMED (Single-Minute Exchange of Die) ni el método Kanban.

Se definieron estrategias que sin duda pueden favorecer la mejora continua de los procesos constructivos viales, las cuales incluyen el uso de herramientas de la filosofía Lean Construction para gestionar desde el nivel gerencial y operativo la reducción de tiempos de espera y de desperdicios, la organización de actividades de obra de forma secuencial y el uso de software y medios visuales para visualizar el gran flujo de información y de productos (recursos y desperdicios) que se pueden presentar en un proyecto.

Referencias

- [1] La Opinión. “Gobernación de Norte de Santander. Inventario vial del departamento”, 2017. [En línea]. Disponible en: <https://www.laopinion.com.co/region/las-claves-de-norte-de-santander-en-infraestructura-vial-143235#OP>
- [2] Departamento Nacional de Planeación. “Plan nacional de desarrollo 2014-2018”, 2014.
- [3] Departamento Nacional de Estadísticas. “Boletín técnico. Indicador de inversión en obras civiles”, 2019. [En línea]. Disponible en: https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/obras/bol_obr_civi_IVtrim18.pdf
- [4] N. Urdaneta. La infraestructura vial de Colombia: un reporte de la Cuarta Generación de Concesiones y la Ruta del Sol, 2017. [En línea]. Disponible en: <http://revistasupuestos.com/ciudad-y-vida-urbana/2017/6/2/la-infraestructura-vial-de-colombia-un-reporte-de-la-cuarta-generacin-de-concesiones-y-la-ruta-del-sol>
- [5] C. Paiva. Gerenciar vías para construir un país competitivo, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://www.larepublica.co/infraestructura/gerenciar-vias-para-construir-un-pais-competitivo-2822741>

- [6] H. Porras, O. Sánchez, y J. Galvis, “Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual”. *Avances Investigación en Ingeniería*, vol. 1, no. 11, pp.1794-4953, 2014. Doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.298
- [7] C. Hernández, R. Fernández, y L. Baptista. *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill, 2014.
- [8] X. Brioso. “El análisis de la construcción sin pérdidas (lean construction) y su relación con el project & construction management: propuesta de regulación en España y su inclusión en la ley de la ordenación de la edificación” (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Madrid, 2015.
- [9] L. Koskela. *Application of the New Production Philosophy to Construction*, CIFE Technical Report #72, Department of Civil Engineering. USA: Stanford University ,1992.
- [10] A. Granados. *La prueba de los cinco minutos y Last Planner*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Tecnología en Construcciones Civiles. Bogotá, Colombia, 2013.
- [11] J. Martínez. *Propuesta de metodología para la implementación de la Filosofía Lean (Construcción Esbelta) en proyectos de construcción* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, 2011.
- [12] E. Pérez. *Nivel de implementación de Lean Construction en República Dominicana*. Universidad Politécnica de Valencia. (Tesis de Maestría). Valencia, España, 2019.
- [13] Lean Solutions. *Conceptos de lean*, 2018. [En línea]. Disponible en: <https://leansolutions.co/conceptos-lean/lean-manufacturing/smed-single-minute-exchange-of-die/>
- [14] Kommerling. (2019). *Herramientas para Lean Construction*. [En línea]. Disponible en: <https://retokommerling.com/herramientas-para-lean-construction/>
- [15] Lean Construction Institute. *Lean project delivery system*, 2000.

Influencia de la metodología PERT/CPM en los proyectos de contratación estatal en el Norte de Santander. *

Influence of PERT / CPM methodology on state contracting projects in the north of Santander

Recibido: noviembre 10 de 2019 - Evaluado: enero 23 de 2020 -

Aceptado: marzo 30 de 2020

Robert Villamizar-Toloza**

Jhon Deivison Peñaranda-Pabón***

Para citar este artículo / To cite this Article

R. Villamizar-Toloza, J. D. Peñaranda-Pabón “Influencia de la metodología PERT/CPM en los proyectos de contratación estatal en el Norte de Santander” Revista de Ingenierías Interfaces, vol. 3, no. 1, pp. 69-85, 2020.

Resumen

Los proyectos constructivos desarrollan una etapa de planificación donde se debe estimar la duración de las actividades de cada etapa que lo conforma. El objetivo de la investigación fue analizar la influencia que tiene la aplicación de la metodología PERT/CPM en el cumplimiento de los proyectos de infraestructura contratados en el Norte de Santander. La metodología aplicada fue cuantitativa con carácter descriptivo y correlacional. La muestra se seleccionó de forma probabilística y aleatoria con las empresas que culminaron sus contrataciones con el departamento entre los años 2018 y 2019, por medio de datos tomados del SECOPI y la Gobernación de Norte de Santander. Los resultados revelaron que las principales causas de retrasos en los proyectos fueron por fallas en los procesos de planificación, por la carencia del uso de métodos de organización de actividades y por la falta de control en la ejecución de los mismos. Al hacer el análisis estadístico se determinó que existe relación entre el uso de la metodología PERT/CPM y el

* Artículo inédito. Influencia de la metodología PERT/CPM en los proyectos de contratación estatal en el Norte de Santander”.

**Correo electrónico: robertvillamizar@hotmail.com

***Correo electrónico: jhonpenaranda@hotmail.com

nivel de cumplimiento en la ejecución de los proyectos constructivos, por lo que se propusieron estrategias para la apropiación de herramientas que ayuden a definir el futuro desarrollo de un proyecto en forma gráfica con todos los componentes de tiempo y costo, de manera que se puedan identificar las actividades que son cruciales para su oportuna finalización.

Palabras clave: planificación de proyectos, PERT/CPM, contratación estatal, empresa constructora.

Abstract

Construction projects develop a planning stage where the duration of the activities of each stage that forms it must be estimated. The objective of the investigation was to analyze the influence that the application of the PERT / CPM methodology has in the fulfillment of the infrastructure projects contracted in Norte de Santander. The applied methodology was descriptive and correlational quantitative. The sample was selected in a probabilistic and random way with the companies that completed their contracts with the department between the years 2018 and 2019, using data taken from SECOP I and the Governor's Office of Norte de Santander. The results revealed that the main causes of delays in the projects were due to failures in the planning processes, due to the lack of use of methods of organization of activities and due to the lack of control in their execution. When performing the statistical analysis, it was determined that there is a relationship between the use of the PERT / CPM methodology and the level of compliance in the execution of construction projects, so strategies were proposed for the appropriation of tools that help define future development. of a project in graphic form with all the components of time and cost, so that the activities that are crucial for its timely completion can be identified.

Keywords: project planning, PERT / CPM, state contracting, construction company.

1. Introducción

Para la realización de todo proyecto de obras e infraestructura se debe administrar apropiadamente el factor tiempo y costo. De esta manera, se programan y coordinan las diversas tareas y actividades a desarrollar en un plan de trabajo previamente diseñado, determinando las tareas a realizar, las cuales no necesariamente son secuenciales ni interdependientes. Siendo

así, durante la elaboración de un proyecto de infraestructura se deben atender diferentes factores, los cuales comprenden lo siguiente: el tiempo que se necesita para terminar el proyecto, la determinación de las fechas programadas de inicio y culminación de la obra, la determinación de aquellas actividades consideradas críticas y que deben terminarse exactamente, según lo programado para mantener el cronograma de trabajo planteado y finalmente, para determinar cuáles actividades pueden ser dilatadas sin que esto afecte el tiempo de culminación del proyecto [1].

En Colombia según estimaciones de la inversión en infraestructura para los años 2012 – 2020, sobre eventos fiscales y requerimientos financieros de la Asociación Nacional de Instituciones Financieras (ANIF) [2], las empresas enfocadas en la construcción, ingeniería e infraestructura tienen como orientación principal de su mercado el desarrollo de proyectos de interés público, por lo que se someten a plazos de planificación no superiores a los tres meses, (según el plazo estipulado para apertura y cierre de un proceso licitatorio, determinado por la Ley 80 de 1993). En este sentido, las empresas se enfrentan permanentemente a diferentes procesos licitatorios que les obligan a tomar decisiones estratégicas prontas para realizar el diseño y la planificación de los proyectos requeridos.

Por lo anterior, se pueden presentar diferentes eventualidades durante la planificación y ejecución de los proyectos a partir de problemas en la programación de proyecto PSP (Project Scheduling Problem). En Colombia existe una tendencia al no cumplimiento de los plazos en el tiempo señalado, trayendo como consecuencias sobrecostos por la demora representados en gastos en personal, maquinaria y equipos, por lo que el 72% de los proyectos presentan moras en sus plazos de entrega y cerca de un 16% jamás se concluyen, aunque se detalla que por lo menos no lo hace la empresa que inicio la obra [3].

En el caso puntual de Norte de Santander, los reportes consolidados más recientes de la Contraloría General del Departamento determinaron que en el 48% de los municipios se contaba con obras de infraestructura inconclusas, dentro de las cuales, el 72% corresponde a la construcción de edificaciones, el 22% al sector de agua potable y el 6% se refiere a vías. Los municipios más afectados por esta problemática fue Bucarasica, Chinácota, Convención, Pamplonita y Ocaña [4].

De esta manera, el ente de control especifica que las posibles causas del problema de las obras inconclusas se deben a la falta de planeación toda vez que se viabiliza un proyecto y se suscribe un contrato sin contar con los respectivos permisos que se requieren previo al desarrollo de las obras, generando mayores costos administrativos y de ejecución con perjuicios en los términos de entrega y en improvisaciones que generan un aumento desmedido en el valor de la obra [4]. Otras causas mencionadas se relacionan con la etapa precontractual y contractual para que se tenga un mejor proceso de estimación y asignación de actividades previsibles que puedan afectar la ejecución de las fases del proyecto.

Para la Contraloría General del Departamento deben integrarse a los estudios previos componentes que permitan visualizar de forma técnica las necesidades a satisfacer y los medios más eficaces para ello. No puede adelantarse ningún proceso contractual sin los estudios correspondientes de pre factibilidad, factibilidad y estudios de mercado [4], tal como lo establece el artículo 25, numeral 12 de la Ley 80 de 1993.

En otras palabras, se identifica como causa de estas fallas, la falta de herramientas de programación de procesos de ingeniería destinadas a optimizar los sistemas de obras de construcción civil y que facilitan el buen desarrollo de las labores públicas. Según los Órganos Colegiados de Administración y Decisión -OCAD- [5], también se presenta el desconocimiento de metodologías y herramientas que pueden mejorar la línea de trabajo, haciéndola más ágiles y provechosas en virtud de optimizar los tiempos de ejecución de obras.

De esta manera, el objetivo planteado para este estudio fue analizar la influencia de la aplicación de la metodología PERT/CPM en el cumplimiento de las terminaciones de los proyectos de infraestructura en el departamento de Norte de Santander, por lo que se realizó un diagnóstico de las herramientas de ruta crítica que las empresas contratistas emplean en la planificación y se relacionó con el nivel de cumplimiento en la ejecución de los proyectos ejecutados durante el año 2018 y 2019.

A partir de estos resultados, se propusieron estrategias para el uso de la metodología PERT/CPM en los proyectos de contratación estatal a nivel

regional. En virtud de lo anterior, se propuso una investigación cuantitativa a nivel descriptivo y correlacional para tomar datos por medio de fuentes primarias y secundarias, apoyado en el uso de técnicas estadísticas para demostrar la relación que puede existir entre las herramientas de planificación tipo ruta crítica con la eficacia de los procesos constructivos.

2. Materiales y métodos

Esta investigación está basada en el análisis de la aplicación de la metodología PERT/CPM en los proyectos de contratación estatal en el Norte de Santander. Para ello se aplicó una metodología de índole cuantitativa de carácter descriptivo y correlacional, que se define como aquella que consiste en el contraste de teorías existentes partiendo de una hipótesis surgida del tema [6]. La hipótesis fue establecer si existe relación significativa entre el uso de la metodología PERT/CPM y el nivel de cumplimiento en la ejecución de los proyectos de contratación del Departamento Norte de Santander.

La población se definió como el número de empresas que licitaron con el Estado para la realización de obras de infraestructura, dentro del ámbito geográfico del Departamento Norte de Santander durante el periodo 2017- 2018. Según la plataforma SECOP I (Colombia Compra Eficiente) en Norte de Santander se cuenta con 326 empresas que culminaron sus licitaciones en entre los años 2017-2018 en el Departamento. En el marco de esta investigación se tomó una muestra representativa de la población [6], usando para ello la ecuación del cálculo para muestras de poblaciones finitas (aquella donde se conoce el total de la población). Por lo tanto, la muestra fue de 117 licitadoras que fueron consultadas de manera aleatoria para este estudio. La información de las empresas fue obtenida a través de la página de licitaciones del estado, SECOP I.

Para la recopilación de información se utilizaron las técnicas de la encuesta y la revisión documental. La encuesta se utilizó para conocer sobre los procesos de planificación, el uso de la metodología PERT/CPM y para identificar las posibles causas que generan retraso en los proyectos. Se utilizó un cuestionario de 16 preguntas de selección múltiple que fue aplicado directamente en las empresas que aceptaron participar en el estudio. La

interacción con los encuestados fue directamente y por vía telefónica a solicitud del encuestado. Posteriormente, se consultó la base de datos del SECOP I para determinar el nivel de cumplimiento en la ejecución de los proyectos de parte de los contratistas encuestados y que entregaron obras durante el año 2018 y 2019 en el Departamento Norte de Santander, por medio de una ficha elaborada en Microsoft Excel.

La información se procesó por medio de herramientas estadísticas y la organización de los datos en tablas y gráficas según el uso o no de la metodología PERT/CPM, para luego establecer si existe una relación significativa con el cumplimiento de los plazos de entrega de las obras de infraestructura. La correlación de los datos se realizó mediante la prueba estadística χ^2 , usando el programa SPSS versión 23.0, bajo un margen de error del 5% que se emplea para conocer el grado de relación entre dos variables definidas.

3. Resultados y discusión

Una de las metodologías más conocida y que ayuda a determinar el camino crítico, es la conocida como método PERT (Program Evaluation and Review Technique) la misma, es desarrollada en el año 1957, inicialmente diseñada, para controlar los tiempos de ejecución de diversas actividades relacionadas con los proyectos espaciales. Esta metodología desarrolla la ruta crítica conocida como CPM (Critical Path Method). Este método aporta los elementos administrativos necesarios para formar el método del camino crítico actual, utilizando el control de los tiempos de ejecución y los costos de operación, haciendo que el proyecto total sea ejecutado en un menor tiempo y menor costo. En el método CPM se orienta a las actividades para determinar la duración de las mismas y se debe calcular con un grado razonable de precisión [7].

En específico PERT se define como una técnica de redes desarrollado en la década de los 50, por la fuerza armada norteamericana y luego implementada en la carrera espacial, dentro de los programas adelantados por la NASA para programar y controlar las tareas a realizar, sobre todo cuando estas dependen de los plazos de tiempo. Cuando hay un grado extremo de incertidumbre en proyectos nuevos y cuando el control sobre

el tiempo es más importante que el control del costo, entonces el método PERT es la mejor opción [7].

Diagnóstico de los procesos de planificación y uso de la metodología PERT/CPM en los proyectos de infraestructura

Para analizar la manera como las empresas de construcción realizan la planificación y hacen uso de herramientas de control de ingeniería se realizó primero una revisión de la situación del problema mediante la identificación de las principales fallas que se presentan en las contrataciones estatales. Para esto, se consultaron diferentes bases de datos académicas con proyectos relacionados con el retraso e incumplimiento de obras civiles y de construcción de vivienda [8], [9], [10], donde se definieron variables sobre el proceso de planificación (métodos complejos basados en secuenciación y restricciones), el uso de métodos de organización y despliegue de proyectos, y sobre la aplicación de controles en la ejecución de los mismos, lo cual se tuvo en cuenta para la elaboración del instrumento de recolección de datos que fue aplicado con las empresas que participaron en el estudio.

Por lo anterior, se aplicó un cuestionario dirigido a los representantes de las empresas para obtener el diagnóstico de los procesos de planificación que llevan a cabo, para saber si utilizan la metodología PERT/CPM y sobre las posibles causas que generan retraso en los proyectos que han ejecutado en los últimos dos años. Los primeros seis puntos del cuestionario correspondieron al proceso de planificación, por lo que se determinó que el 100% de las empresas encuestadas establecen objetivos puntuales para cada proyecto que desarrollan, así como para determinar las actividades durante la ejecución, por lo que también en un 100% se identifican y calculan los recursos requeridos para cada actividad.

A pesar de esto, no se observó lo mismo en procesos más complejos de planificación, ya que únicamente el 36% de encuestados identifican previamente los requisitos de secuenciación o restricciones de las actividades del proyecto, el 44% clasifica las actividades que pueden desarrollarse simultáneamente y el 71% logra determinar los tiempos estimados para cada una de estas actividades para facilitar la etapa de ejecución (Figura 1).

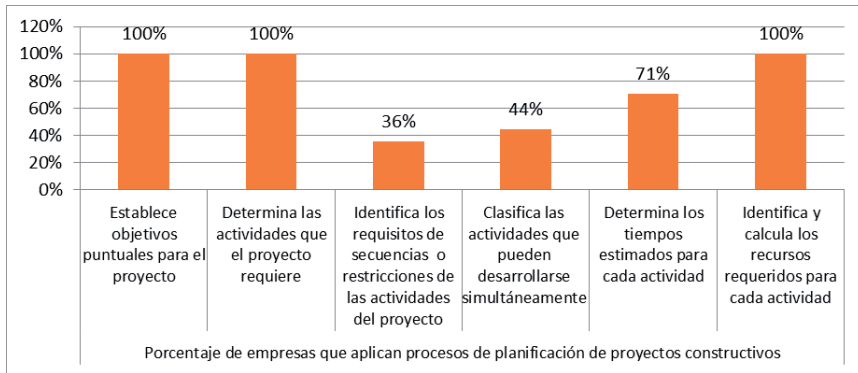


Figura 1. Proceso de planificación de los proyectos.

Fuente: Autores.

El siguiente aspecto que se investigó en los puntos siete, ocho y nueve fue sobre el uso de métodos de organización y despliegue de proyectos, donde se observó que el 67% de las empresas constructoras encuestadas utilizan en algún momento las gráficas de GANTT para organizar de forma gráfica los plazos en que se esperan realizar las actividades; sin embargo, en menor proporción se determinó que únicamente el 38% emplea la ruta crítica para definir la secuencia de los elementos principales de la red de tareas de un proyecto y solo el 21% respondió que emplea herramientas del método PERT/CPM para hacer la programación detallada y cuantificada de un proyecto (Figura 2). Se debe tener en cuenta que algunos encuestados que indicaron la utilización del método CPM también señalaron el uso de la ruta crítica, ya que tiene la misma base de funcionamiento y se puede hacer en el programa MS Project.

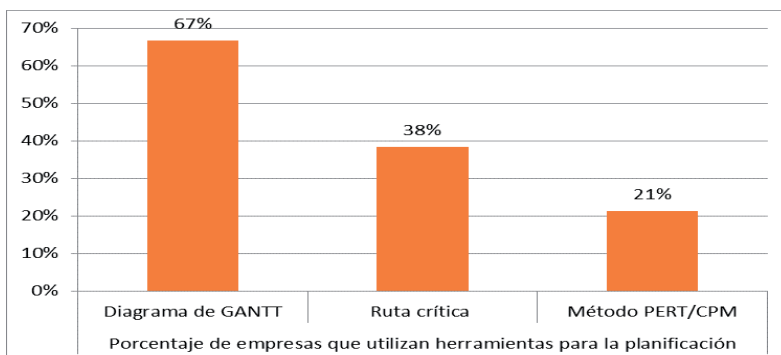


Figura 2. Métodos de organización y despliegue de proyectos.

Fuente: Autores.

Adicionalmente, se analizaron en los puntos 10 y 11 sobre el control de la ejecución de proyectos que realizan las empresas constructoras encuestadas, por lo que se determinó que el 99% de éstas siempre aplica control sobre los tiempos de ejecución, lo cual se realiza por medio de un cronograma de actividades, un diagrama de Gantt o las herramientas de PERT/CPM, mientras que el 90% respondió que lo aplica sobre los costos de operación por medio de la revisión del análisis de precios unitarios, el presupuesto general y el reporte de costos y gastos de cada corte o avance de obra (Figura 3).

Algunas empresas realizan estas revisiones una vez terminado el proyecto cuando es de baja complejidad, cuando ocurren adiciones de obras no esperadas o simplemente por la falta de herramientas para hacer registro de datos y seguimiento de costos.

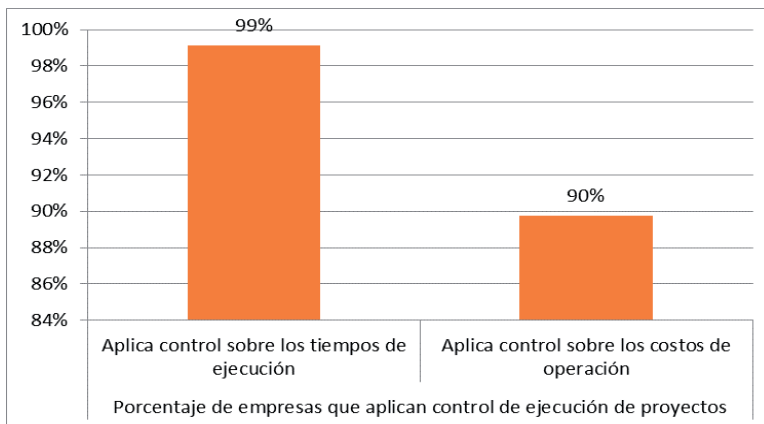


Figura 3. Aplicación del control de ejecución de proyectos.

Fuente: Autores.

En los últimos puntos del cuestionario se analizaron las posibles causas que generan retraso en los proyectos de infraestructura. Para el 50% de los encuestados los retrasos se deben a cambios en los diseños iniciales que suponen reorganización de actividades, mientras que el 62% indicó que sucede cuando hay retrasos por incumplimiento de contratistas y proveedores, y para el 41% es cuando se presentan retrasos por cambios en las especificaciones de materiales.

También se determinó que únicamente el 36% de las empresas constructoras

logra que sus proyectos sean ejecutados en menor tiempo y apenas el 28% obtiene un menor costo al finalizar y entregar las obras (Figura 4).

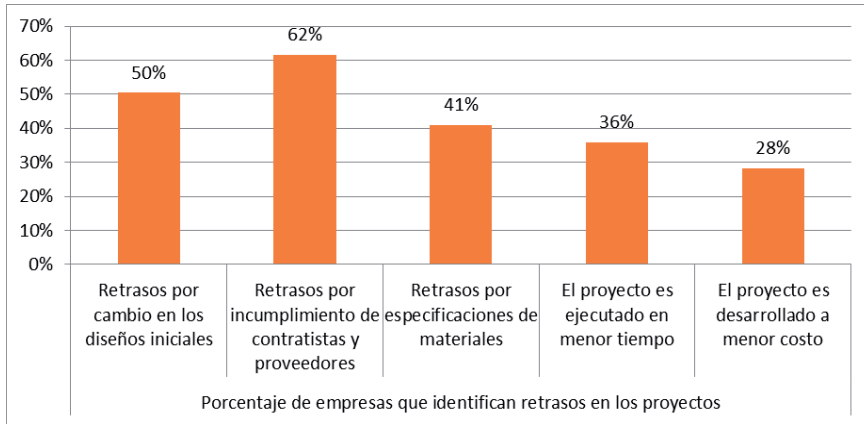


Figura 4. Posibles causas que generan retraso en los proyectos de infraestructura.

Fuente: Autores.

Estos resultados demuestran que las empresas analizadas tienen dificultades en la definición de procesos de planificación, despliegue y control de ejecución de obras, lo que se suma a otras causas externas como es el cambio en diseños, que se presenta cuando los estudios contratados no corresponden a las condiciones iniciales del terreno y se deben realizar modificaciones con repercusiones en los tiempos de ejecución de la obra. Otras causas son el incumplimiento de contratistas y otros cambios en especificaciones técnicas, que producen efectos negativos en el cumplimiento de la entrega de los proyectos y por lo tanto, en los sobrecostos por mayor consumo de recursos y procesos.

Estos resultados concuerdan con lo obtenidos por [8], [10], donde las principales causas de los retrasos en las obras civiles son por falta de coordinación con el contratista, errores técnicos durante la ejecución, cambio de diseños, adquisiciones tardías de materiales y equipos y retrasos en contratistas, lo cual está relacionado por factores como la falta de planificación de las obras y presupuestos no confiables.

Relación entre el uso de la metodología PERT/CPM y el nivel de cumplimiento en la ejecución de los proyectos de contratación del Departamento Norte de Santander

En esta parte de la investigación se analizó la relación entre el uso de la metodología PERT/CPM y el nivel de cumplimiento en la ejecución de los proyectos de contratación del Departamento Norte de Santander. En este caso, se realizó una revisión de datos disponibles en páginas de las instituciones públicas del estado como el SECOP I [11] y la gobernación de Norte de Santander, con el fin de hacer una revisión de las obras que ejecutaron las empresas encuestadas y que se culminaron en el Norte de Santander durante el año 2018 y 2019.

Al revisar las fechas del tiempo determinado para la terminación del contrato con la fecha en que fueron entregadas las obras se identificaron los proyectos que cumplieron con el cronograma presentado al momento de la licitación del proyecto. Estos resultados indicaron que únicamente el 31% de los proyectos seleccionados fueron entregados a tiempo, por lo que el 69% restante no logró dar cumplimiento a la planificación inicial (Figura 5).

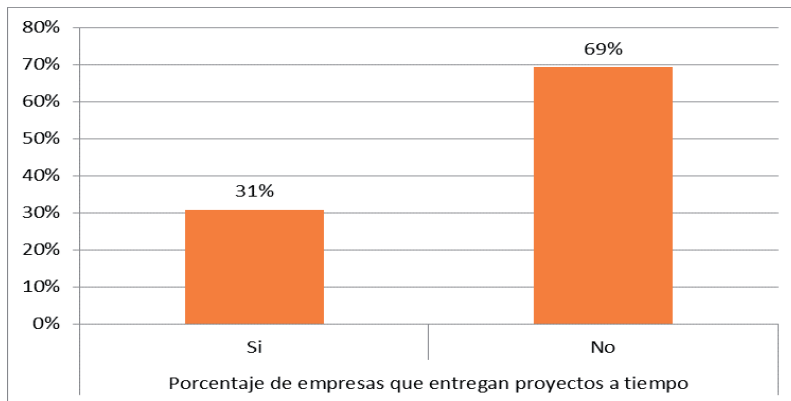


Figura 5. Empresas que participaron en el estudio y entregaron proyectos dentro de los plazos establecidos.

Fuente: SECOP I [11].

A partir de estos resultados, se definió la relación entre el uso de la metodología PERT/CPM que fue determinada por medio de la encuesta

que respondieron las empresas constructoras en la figura 3, con el nivel de cumplimiento en la ejecución de los proyectos de contratación presentada en la figura 6. El cruce de datos mostró que del 31% de empresas constructoras que respondieron que utilizan el método PERT/CPM, el 11% si cumple con las fechas de entrega de las obras y el 20% no cumple. No obstante, en el caso de las empresas que respondieron que no utilizan PERT/CPM (69%), se observó que únicamente el 10% cumple con las fechas de entrega de las obras y el 59% no logra cumplir con los plazos programados (Figura 6).

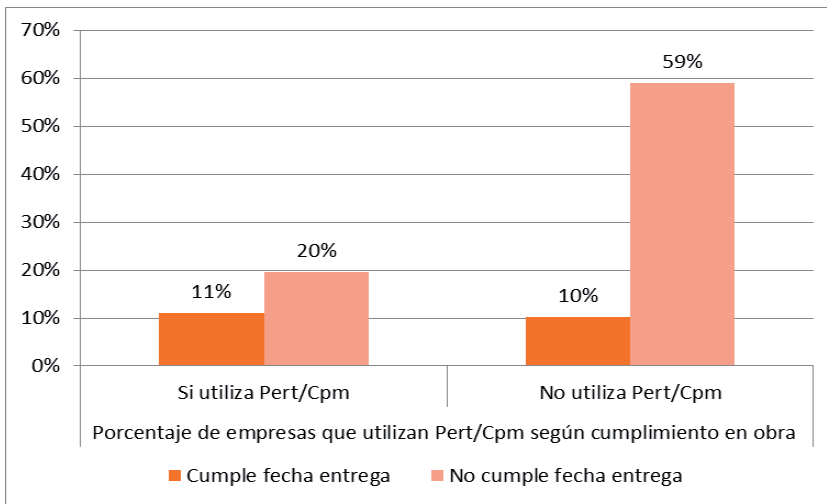


Figura 6. Empresas constructoras que utilizan método PERT/CPM frente al cumplimiento en entrega de obras

Fuente: Autores.

Estos resultados permitieron determinar que una de cada tres empresas constructoras que utilizan PERT/CPM logran sus metas en la terminación del contrato, aunque solo una de cada seis que no utilizan PERT/CPM logran cumplir la programación inicial de entrega de las obras, lo cual demuestra mayor favorabilidad cuando se utilizan procesos más complejos de planificación. La correlación de los datos se comprobó por medio de una prueba estadística χ^2 , (confiabilidad 5%) para definir el nivel de asociación entre las dos variables presentadas en la Figura 6. El resultado de la prueba χ^2 fue de $0,025 < 0,05$, por lo que se comprobó que existe relación significativa entre el uso de la metodología PERT/CPM y el cumplimiento en la ejecución de los proyectos de contratación en las empresas analizadas.

Para confirmar los datos anteriores se desarrolló otra comparación con las empresas constructoras que utilizan herramientas de planificación menos complejas como es el diagrama de Gantt. El cruce de datos mostró que del 67% de empresas constructoras que utilizan el diagrama de Gantt, el 23% si cumple con las fechas de entrega de las obras y el 44% no cumple. De forma contraria, el 34% de empresas que no utilizan el diagrama de Gantt, solo el 8% cumple con las fechas de entrega y el 26% no cumple (Figura 7). También se aplicó la prueba chi2 cuyo resultado fue de $0,1 > 0,05$, por lo que no existe una relación significativa entre el uso de esta herramienta con el cumplimiento en la ejecución de las obras de ingeniería en las empresas analizadas.

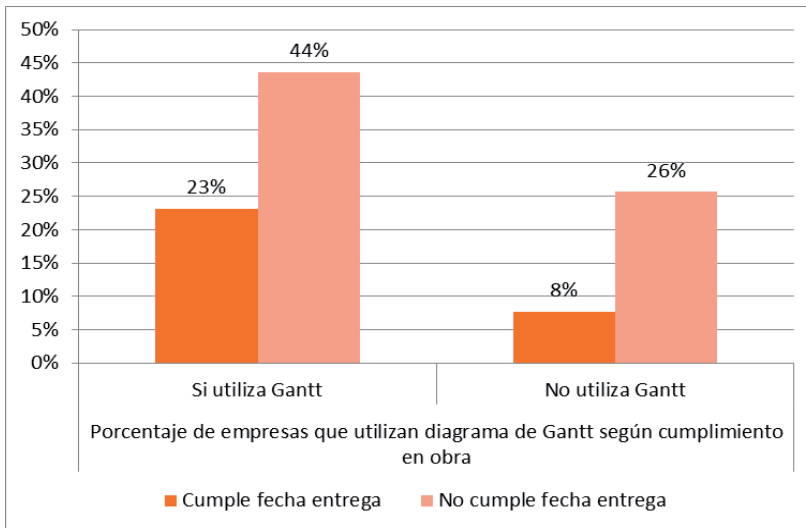


Figura 7. Empresas constructoras que utilizan el diagrama de GANTT frente al cumplimiento en entrega de obras

Fuente: Autores.

Estrategias para el uso de la metodología PERT/CPM en los proyectos de construcción

Acorde con los resultados obtenidos, se decidió proponer estrategias que logren promover el uso de la metodología PERT/CPM en los proyectos de contratación estatal a nivel regional. Las estrategias están enfocadas a mejorar las competencias que tiene el personal encargado de la planificación

de los proyectos dentro de estas empresas, quienes usualmente son ingenieros civiles, arquitectos y tecnólogos de obras civiles calculistas. También se proponen acciones para que las empresas fortalezcan los procesos de planificación y control de proyectos, ya que actualmente se enfatiza en la revisión de avances de obra, pero se deja de lado la revisión detallada de consumo de materiales y rendimientos que permitan tomar correctivos sobre la marcha. Además de lo anterior, para impulsar el uso de la metodología PERT/CPM se propone que las empresas deben adquirir según sus requerimientos software especializado para la planificación de proyectos con análisis de ruta crítica y que determinen la conveniencia del uso de PERT o CPM, dependiendo de las condiciones de incertidumbre o determinismo de los datos que tengan disponibles para la realización del mismo. Las estrategias se organizaron en la siguiente tabla para facilitar la descripción de los diferentes componentes (Tabla I).

Tabla I. Estrategias para el uso de la metodología PERT/CPM en proyectos de construcción.

Estrategia	Objetivo	Acciones a realizar
Fortalecer las competencias específicas en el uso de la metodología PERT/CPM	Diseñar acciones de formación para fortalecer las competencias específicas de los profesionales encargados de la planificación de proyectos constructivos en el uso de la metodología PERT/CPM.	Formación en: Uso de diagramas de Gantt MS Project (CPM ruta crítica) Técnicas de probabilidad aplicadas a ruta crítica (PERT)
Estructurar procesos de planificación y control de proyectos	Mejorar la organización de procesos de planificación y control de proyectos.	Identificación de secuenciación y restricciones de actividades constructivas. Estimación y estandarización de tiempos para actividades constructivas. Revisión de análisis de precios unitarios y rendimientos de obra para tipo de proyecto. Definición de controles de tiempo y costos en cada etapa de ejecución de proyectos.
Implementar metodología PERT/CPM	Evaluar las especificaciones técnicas de software e implantar la metodología PERT/CPM	Adquirir software especializado para la planificación de los proyectos en los métodos de ruta crítica como MS Project, OpenProj y GanttProject. Seleccionar y aplicar la metodología PERT en proyectos que son nuevos para la empresa y donde no se tienen datos históricos sobre tiempos de ejecución, demoras, rendimientos de obra, precios unitarios y presupuestos. Seleccionar y aplicar la metodología CPM en proyectos donde ya se tenga experiencia y se cuente con datos que aumentan la estimación de tiempos y costos durante el proyecto.

Fuente: Autores.

Conclusiones

Se logró identificar que las principales causas que generan retraso en los proyectos de las empresas que participaron en el estudio es por fallas en los procesos de planificación en aspectos como la débil identificación de requisitos de secuenciación y restricciones de las actividades constructivas, no se clasifican las actividades que pueden desarrollarse simultáneamente durante del proyecto y tampoco se determinan con exactitud los tiempos y recursos necesarios para cada labor.

Se observaron otras causas externas que generan retrasos en los proyectos de infraestructura, como son los retrasos por cambios en los diseños iniciales, por incumplimiento de contratistas y proveedores y retrasos por cambios en especificaciones de materiales, lo que genera que muchas veces estas empresas constructoras no puedan ejecutar las obras dentro del tiempo programado o que puedan obtener menor costo operativo.

Se logró establecer que la mayoría de las empresas constructoras utilizan gráficas de GANTT para soportar la programación de las obras, pero apenas una tercera parte utiliza rutas críticas en programas como MS Project y solo una quinta parte aplica metodologías combinadas de PERT/CPM, por lo que no se ha generalizado el uso de esta valiosa herramienta dentro del sector constructor de la región.

Se estableció una relación directa entre las empresas que utilizan la metodología PERT/CPM y el cumplimiento en la entrega de los proyectos en Norte de Santander, ya que ambos métodos permiten identificar la secuencia de actividades que suma el tiempo máximo acumulado para desarrollar el proyecto en el menor tiempo posible y dan soporte a la ejecución de las obras, en las labores se control y seguimiento.

Como aporte de la investigación se propusieron tres estrategias que pueden utilizar las empresas constructoras para fomentar el uso de la metodología PERT/CPM, las cuales consisten en acciones de formación sobre estas herramientas, en el mejoramiento de los procesos de planificación y control de proyectos internos, y en la adquisición de software especializado para desarrollar las programaciones de obra bajo condiciones de menor incertidumbre sobre el tiempo en que se pueden realizar.

Referencias

- [1] J. Rojas, y A. Hernández. “Aplicación del algoritmo matemático mixto para optimizar tiempo y costo de proyectos, en la constructora triada limitada” (Tesis de pregrado). Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia, 2007.
- [2] Departamento Nacional de Planeación. El desarrollo de la infraestructura en Colombia. Bogotá: El DNP, 2018.
- [3] P. Sarmiento. “Aplicación de una herramienta de modelado en dinámica de sistemas para la estimación de costos de proyectos en licitaciones de servicios de ingeniería de software y sistemas de información en Colombia” (Tesis de pregrado). Universidad Católica de Colombia, Bogotá, Colombia, 2016.
- [4] Contraloría General del Departamento Norte de Santander. Informe especial sobre obras inconclusas, 2016.
- [5] Secretaría de Transparencia de la Presidencia. Más de \$1 billón de pesos están en riesgo por 83 obras inconclusas. Bogotá: La Presidencia, 2016.
- [6] M. Tamayo. El método de investigación. Caracas: Limusa, 2007.
- [7] E. Aldunate. Gestión de la ejecución de proyectos públicos. Santiago: CEPAL, 2015.
- [8] E. Gordo, J. Potes, y J. Vargas. Factores que ocasionan retrasos en obras civiles en Empresas Públicas de Neiva (Tesis de posgrado). Universidad de Santo Tomas. Bucaramanga, Colombia, 2017.
- [9] A. Acevedo, L. Gómez, y M. Herreño. Análisis comparativo de las causas que más impactan los retrasos de obra en viviendas multifamiliares en Bogotá (estudio de caso) (Tesis de posgrado). Universidad Católica de Colombia. Bogotá, Colombia, 2018.

[10] M. Burgos, y D. Vela. Análisis de las causas del incumplimiento de la programación en las obras civiles. Ingeniería civil. Universidad Militar Nueva Granada (Tesis de pregrado). Bogotá, Colombia, 2015.

[11] Plataforma Transaccional con Cuentas para las Entidades Estatales y los Proveedores- SECOP I. Licitación Pública, Norte de Santander, 2018.

Determinación del riesgo psicosocial y su afectación familiar y personal de los trabajadores de la IPS centro de formación el Reencuentro de la ciudad de Cúcuta*

Determination of the psychosocial risk and its family and personal affectation of the workers of the IPS centro de formacion el reencuentro of the city of Cucuta

Recibido: diciembre 15 de 2019 - Evaluado: febrero 25 de 2020 -

Aceptado: marzo 30 de 2020

Edgar Alberto Torrado-Montagut**

Juan Vianney Arias-Sanchez ***

Para citar este artículo / To cite this Article

E. A. Torrado-Montagut, J. V. Arias-Sánchez, “Determinación del riesgo psicosocial y su afectación familiar y personal de los trabajadores de la IPS centro de formación el Reencuentro de la ciudad de Cúcuta” Revista de Ingenierías Interfaces, vol. 3, no. 1, pp.87-104, 2020.

Resumen

Esta investigación tuvo como objetivo caracterizar el riesgo psicosocial al que están expuestos los trabajadores de la IPS Centro de Formación el Reencuentro y su afectación familiar y personal por relación con pacientes consumidores de sustancias psicoactivas. Para ello se utilizó el diagnóstico del perfil sociodemográfico y la batería del riesgo psicosocial avalada por el ministerio de trabajo para la recolección de la información, análisis y generación de informe del diagnóstico de riesgo psicosocial. Esto permitió determinar que pese a tener poco

*Artículo inédito. Proyecto de investigación “Determinación del riesgo psicosocial y su afectación familiar y personal de los trabajadores de la IPS centro de formación el Reencuentro de la ciudad de Cúcuta”.

**Correo electrónico: albertotorradom@gmail.com

***Correo electrónico: juanvianney4@hotmail.com

tiempo laborando en la institución, algunos trabajadores sienten que de diferentes formas presentan afectación en su entorno familiar, siendo la mayoría mujeres, que sienten sobrecarga en su labor de hogar, igualmente afecta el tener que tomar decisiones difíciles relacionadas con su trabajo y a su vez tener que esconder sus sentimientos pues el manejo y cuidado de esta clase de pacientes les obliga a ello. Estos factores de riesgo psicosocial a los que se encuentran expuestos son claves al momento de planear una intervención. Con este estudio, se facilita generar estrategias de prevención e intervención que permita definir mecanismos que minimicen o mitiguen estos riesgos y cambios de conducta de los trabajadores de la IPS.

Palabras clave: cuestionario sf-36, riesgo psicosocial, perfil sociodemográfico, batería de riesgo psicosocial, afectación, diagnóstico, salud percibida.

Abstract

The aim of this research was to characterize the psychosocial risk to which the IPS workers are exposed, and their family and personal involvement in relation to patients who use psychoactive substances. For this purpose, the diagnosis of the sociodemographic profile and the battery of the psychosocial risk endorsed by the Ministry of Labor for the collection of information, analysis and generation of psychosocial risk diagnosis report was used. This allowed to determine that despite having little time working in the institution, some workers feel that in different ways affect their family environment, the majority being women, who feel overburdened in their work at home, also affects having to make difficult decisions related to their work and in turn have to hide their feelings because the management and care of this kind of patients forces them to do so. These psychosocial risk factors to which they are exposed are key when programming an intervention. With this study, it is easier to generate prevention and intervention strategies that allow to define mechanisms that minimize or mitigate these risks and behavior changes of the IPS workers.

Keywords: questionnaire sf-36, psychosocial risk, sociodemographic profile, psychosocial risk battery, affectation, diagnosis, perceived health.

1. Introducción

En la actualidad el riesgo psicosocial está haciendo gran presencia en los diferentes compañías a nivel mundial, obligando a los encargados de

seguridad y salud en el trabajo, empleadores y demás personas pertinentes con el proceso a generar diversas estrategias para mitigar la exposición o influencia por este riesgo, ya que nuevos estudios evidencian que dicha presencia de este riesgo contribuye tanto a un deterioro en el proceso productivo, económico y misional de una empresa, como al buen estado de salud de un trabajador, como lo afirma [1]: la exposición a los factores de riesgo psicosocial en el lugar de trabajo está asociada con múltiples efectos perjudiciales para la salud, como problemas mentales, cardiovasculares u osteomusculares.

En Colombia el riesgo psicosocial es poco estimado, por lo tanto, también poco estudiado, e intervenido, como lo expresa [2] una opinión crítica acerca de los factores psicosociales de riesgo, radica en la ignorancia e indiferencia con que mayormente son abordados estos casos. Un trabajador expuesto a factores de riesgo psicosocial puede muy probablemente manifestar síntomas de deterioro de la salud. En la actualidad este riesgo se asocia muy frecuentemente con el síndrome de Burnout (explicación médica) o también llamado síndrome del desgaste profesional, el cual es un constructo utilizado para describir un estado psicológico que aparece tras un período prolongado de estrés profesional o de exposición a factores de riesgo psicosocial [3].

Se puede inferir basados en la teoría del riesgo psicosocial y sus estados que estos logran llegar a afectar a la organización de forma positiva y/o negativa en las labores que desempeña un trabajador, convirtiéndose así en una herramienta clave que los salubristas utilizan efectivamente para mejorar los indicadores de accidente de trabajo (AT) y enfermedad laboral (EL), así como también los de producción, como se evidencia el estudio los factores psicosociales, la alta demanda psicológica y el bajo control sobre el trabajo, están relacionados con distintos tipos de ARS (ausencia por razones de salud) por motivos laborales [4].

Por otro lado, los factores psicosociales son comprendidos como toda condición que experimenta la persona en su relación con el medio organizacional y social, producto de la gestión del trabajo, aspectos organizacionales, ambientales o del individuo, que pueden afectar potencialmente el bienestar y la salud (tanto física, psíquica o social) de los trabajadores [5].

En nuestra sociedad uno de los más grandes flagelos que nos afectan hoy en día es el de la drogadicción. El consumo de sustancias psicoactivas, es visto en la actualidad como una enfermedad por el estado colombiano y por lo tanto se ha empezado a tratar, estableciendo en el acto legislativo 2 de 2009: el porte y el consumo de sustancias estupefacientes o sicotrópicas está prohibido, salvo prescripción médica. Con fines preventivos y rehabilitadores la ley establecerá medidas y tratamientos administrativos de orden pedagógico, profiláctico o terapéutico para las personas que consuman dichas sustancias [6].

En base a esto se han creado nuevos centros clínicos o IPS (Instituciones Prestadoras de Salud), dedicados exclusivamente a la atención de pacientes consumidores de sustancias psicoactivas, que a su vez conllevan a un capítulo muy especial y poco explorado, como lo es la afectación que sufren los diferentes cuidadores de estos pacientes, ya sea en su casa, en su comunidad, o como en el caso que se presenta en esta investigación, quienes se encargan de tratarlos y velar por ellos desde un punto de vista profesional, buscando su desintoxicación definitiva y a su vez lograr a través de ella, una reinserción social y familiar.

Se hace referencia a un personal de diferentes áreas, algunos de ellos profesionales, otros técnicos e incluso algunos de ellos simplemente bachilleres que están en contacto durante todo su día laboral con pacientes con una gran diversidad de afectaciones familiares, sociales y personales, con verdaderas tragedias desde el punto de vista emocional, para el que muchas veces no están completamente preparados a tratar, llevando a estos trabajadores a un estado de estrés emocional, que si no es manejado adecuadamente, puede repercutir en las propias relaciones familiares y en su inmediato entorno social.

Vemos como estos trabajadores están compartiendo el día a día con pacientes que les relatan cómo empiezan su consumo desde los 10-12 años, muchas veces impulsados por la convivencia con padres durante su etapa de adolescencia, o maltratos ocasionados por la desintegración familiar, llegando en múltiples ocasiones a la delincuencia, intento de homicidio, prostitución y otra serie de eventos, a los que han sido arrojados por el consumo de diverso tipo de sustancias psicoactivas y asistiendo muy de cerca a unos dramáticos procesos de desintoxicación, que hacen que este

personal encargado de velar continuamente por estos pacientes, pueda terminar viéndose igualmente afectado en su aspecto emocional.

Esta afectación directa que presentan los trabajadores encargados de prestar atención y cuidar a los pacientes que persé están siendo afectados por patologías mentales ya sean directamente psiquiátricas o adquiridas por el consumo de sustancias psicoactivas, ya ha sido establecida directamente por el ministerio de salud Colombiano en el manual de cuidado a cuidadores de personas con trastornos mentales y /o enfermedades crónicas incapacitantes donde la escala de Goldberg arrojó que un 80% de la muestra presentó rasgos de ansiedad y un 82% depresión [7]. La escala de Zarit estimó que un 69% de los cuidadores experimentan sobrecarga en su labor [7].

Con el fin de disminuir la presencia o la aparición de trastornos basados en el riesgo psicosocial por la tarea ejecutada de parte de los encargados y personal asignado, se considera la necesidad de la identificación e intervención de los factores de riesgo psicosociales laborales que puedan existir en la IPS Centro de Formación el Reencuentro cuyo objeto es el cuidado, atención, tratamiento y reincorporación social de personas con patologías mentales adquiridas por el consumo de sustancias psicoactivas.

Ante estas referencias, en Colombia, se han implementado lineamientos para la identificación, prevención, intervención y monitoreo permanente de la exposición a factores de riesgo psicosocial en el trabajo y para la determinación del origen de las patologías causadas por el estrés ocupacional, expresada en la resolución 2646 de 2008 [8], en la cual se establecen disposiciones y se definen responsabilidades para la identificación, evaluación, prevención, intervención y monitoreo permanente de la exposición a factores de riesgo psicosocial en el trabajo y para la determinación del origen de las patologías causadas por el estrés ocupacional, por lo que estas características se convierten en obligaciones patronales para cumplimiento de requisitos legales, creando así la necesidad de realizar identificaciones, estudios e intervenciones en todo aspecto de estos factores de riesgo.

2. Materiales y Métodos

El enfoque en esta investigación es cualitativo, pues todos los escenarios y

personas son dignos de estudio, utilizando herramientas como entrevistas y encuestas que evidencia información necesaria disponible para su análisis.

Para el desarrollo de este proyecto, se hace necesario, tomar como población objeto a todo el personal que labore en la IPS Centro de Formación el Reencuentro, que corresponde a 14 trabajadores, entre técnicos y profesionales. Debido a que todos los trabajadores de la empresa, tienen contacto con los pacientes en mayor o menor grado, durante el tiempo que estos se encuentran internos en la institución, la muestra para esta investigación, será la misma población, los 14 trabajadores de la IPS.

La fuente de información primaria para la elaboración de esta investigación, es suministrada de manera directa por parte de cada uno de los 14 trabajadores de la organización, la cual permitirá conocer el diagnóstico de la situación actual y de qué manera le impactaría a cada uno la exposición al riesgo. La fuente de información secundaria, se basará en normativa nacional vigente, libros relacionados con la temática, proyectos de grado antecedentes, formatos de encuestas de perfiles socio-demográfico, formatos de batería de riesgo psicosocial y asesorías por parte del director del proyecto.

El desarrollo del presente proyecto se basó en la previa caracterización del perfil sociodemográfico de cada uno de los trabajadores de la IPS Centro de Formación el Reencuentro, teniendo en cuenta que es necesario para la determinación de la afectación del riesgo psicosocial en su entorno familiar y personal sabiendo que su concepto según el Decreto 1072 de 2015 en su artículo 2.2.4.6.2 define la descripción sociodemográfica como el perfil sociodemográfico de la población trabajadora, que incluye la descripción de las características sociales y demográficas de un grupo de trabajadores, tales como: grado de escolaridad, ingresos, lugar de residencia, composición familiar, estrato socioeconómico, estado civil, raza, ocupación, área de trabajo, edad, sexo y turno de trabajo [9].

Teniendo en cuenta la información resultante se procedió a la determinación de riesgos psicosociales a los que están expuestos aplicando diferentes herramientas para establecer dicha caracterización, como lo es la batería de riesgo psicosocial y encuesta de satisfacción laboral. El análisis de la información recolectada, se realizará por medio de diagramas y se

condensará por medio de herramientas Ofimáticas, tales como, Microsoft Word y Microsoft Excel.

3. Resultados y discusión

Para la obtención de los resultados del presente proyecto, se utilizó como instrumento para la batería del riesgo psicosocial, el cuestionario de dimensiones de riesgos psicosociales en el trabajo, del instituto de riesgo psicosocial de Chile [10], que identifica 5 grandes grupos de estos riesgos, como el exceso de exigencias psicológicas del trabajo, la falta de influencia y de desarrollo en el trabajo, la falta de apoyo social y mala calidad de liderazgo, las escasas compensaciones del trabajo y la doble presencia.

De igual forma la determinación del perfil sociodemográfico, trabaja en conjunto con la determinación de los factores de riesgo a los que los trabajadores están expuestos, de modo que este permite filtrar información, ya sea por sexo, cargo que desempeña en la organización, estrato, tipo de vivienda, entre otras, y así evidenciar los resultados de una manera más eficiente y acertada. Siendo este un requisito legal en Colombia, donde se exige [11]. Hay que tener actualizada la información de todos los trabajadores en el último año, con datos que abarquen como mínimo la edad, el sexo, escolaridad, estado civil.

En la Figura 1, se puede evidenciar que, en la población trabajadora, las mujeres predominan en número, siendo el 58% del total. Dato de suma importancia ya que se ha demostrado la necesidad de estudiar e intervenir los factores de riesgo psicosocial por género, como lo demuestra Salanova [11], de este modo, vemos cómo las mujeres perciben significativamente mayores demandas relacionadas con la sobrecarga mental y el conflicto entre ambas esferas, tanto del trabajo hacia la familia (conflicto TF) como de la familia hacia el trabajo (conflicto FT) que los hombres, mientras que los hombres perciben mayores demandas relacionadas con el estrés de rol (ambigüedad y conflicto) e indicadores de mobbing.

Otro dato relevante es que el 75 % de las mujeres están solteras y tan solo el 25% está casada y en unión libre. Por lo que se puede concluir que en general el personal no posee responsabilidad marital o conyugal, disminuyendo a su vez factores de riesgo psicosocial.



Figura 1. Estado civil por sexo

Fuente: Autor.

En la Figura 2, se aprecia la clasificación por estrato de cada uno de los tipos de vivienda a los cuales pertenece los integrantes de la población trabajadora de la IPS, donde se evidencia que el 50% de la población trabajadora, vive en vivienda propia, de los cuales el 71.4%, pertenece al estrato 3. Otra cifra importante es que el 66.6% de los trabajadores que pese viven en arriendo, están en zonas sociales cuyo estrato es 3, y que tan solo el 7.14% de la población trabajadora, vive en estrato 1, pero en vivienda familiar. Por lo que se puede concluir que el personal tiene posibilidades de vida económicamente estable, que puedan solventar sus necesidades y esto a su vez contribuye a la disminución de riesgo psicosocial.



Figura 2. Tipo de vivienda por estrato

Fuente: Autores.

En la Figura 3, se clasifica a la población trabajadora por formación, cargo que ocupa en la IPS y antigüedad en la misma, reflejando que solo el 21.42% de la población trabajadora, tiene más de 1 año de antigüedad, siendo estos de cargos directivos con post-grado.

Otro dato relevante es que la mayoría (7, es decir, al 50%), se posiciona en cargos intermedios, los cuales son de toma de decisiones estratégica. También se obtuvo que el personal no ha recibido ascenso laboral, lo que les podría causar frustración y a su vez exposición a riesgo psicosocial. En validación y comparando con estudios paralelos al tema, [12] obtuvo un puntaje medio de riesgo psicosocial, de igual forma se evidencio que no se proporciona capacitaciones ni ascensos, aunque a los trabajadores se les trata con respeto, esto no es suficiente ya que desean ser tenidos en cuenta por sus logros laborales.

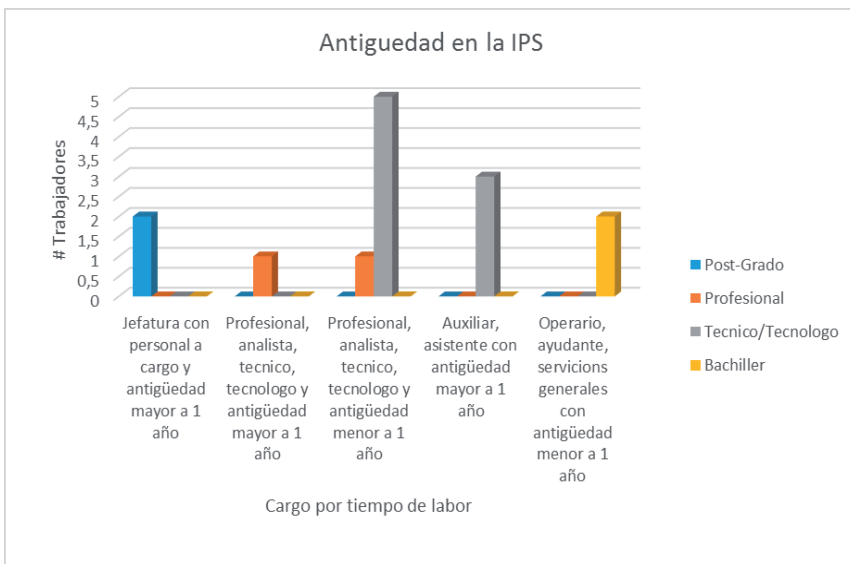


Figura 3. Antigüedad en la IPS

Fuente: Autor.

El exceso de exigencias psicológicas del trabajo, atribuye a cuando hay que trabajar rápido o de forma irregular, cuando la labor requiere que escondamos los sentimientos, callarse la opinión, tomar decisiones difíciles y de forma rápida [10].

En la Figura 4, se encuentra que el 7 % de los trabajadores se encuentran en un nivel bajo, un 36% en medio y un 57% en alto de exigencia psicológica, atribuible acorde al estudio a la toma de decisiones difíciles y al tener que esconder sentimientos, algo muy ligado al tipo de pacientes con el que tienen que interactuar a diario en la institución. Resaltando un estudio realizado por Rodríguez [2], el cual evidencia que las reacciones de tensión psicológicas más negativas (fatiga, ansiedad, depresión, y enfermedad física) se producen cuando las exigencias psicológicas del puesto de trabajo son grandes y en cambio es escasa la latitud de toma de decisiones del trabajador.



Figura 4. Exigencias psicológicas
Fuente: Autor.

La falta de influencia y de desarrollo en el trabajo, hace referencia a cuando no tenemos margen de autonomía en la forma de realizar nuestras tareas, cuando el trabajo no da posibilidades para aplicar nuestras habilidades y conocimientos o carece de sentido para nosotros, cuando no podemos adaptar el horario a las necesidades familiares o decidir el momento de descanso [10].

En la Figura 5, se reconoce la capacidad para el desarrollo de las habilidades de los trabajadores, aunque no se distingue una autonomía total de parte de los mismos. Un estudio realizado en Colombia por Pérez [13] concluye que los trabajadores en ocupaciones de tipo Directivas tienen predominantemente altos niveles de demandas y responsabilidades y altos

niveles de control y autonomía (...) son quienes menos riesgo tienen de padecer enfermedades o desequilibrio psicológico por el trabajo. Por otro lado, los trabajadores en ocupaciones de tipo técnico se ven enfrentados a altas demandas laborales al igual que directivos y profesionales, pero en contraste con ellos, presentan mayores condiciones de monotonía, trabajo repetitivo, bajo control y bajo apoyo social, los cuales los hacen más propensos a sufrir dolores físicos y baja motivación.



Figura 5. Trabajo activo y posibilidad de desarrollo
Fuente: Autor.

La falta de apoyo social y mala calidad de liderazgo, hace referencia a cuando hay que trabajar aislado, sin apoyo de los superiores o compañeros/as, con las tareas mal definidas o sin la información adecuada y a tiempo [10].

La Figura 6 evidencia un alto porcentaje de riesgo bajo (57%), lo que refleja que la mayoría de la población trabajadora, reconoce el buen liderazgo institucional, y apoyo por parte de sus superiores. A diferencia de los resultados obtenidos de estudios similares en el sector salud [14]. Se obtuvo riesgo muy alto en la dimensión Retroalimentación del desempeño en trabajadores asistenciales y administrativos sin personal a cargo. Lo anterior puede ser consecuencia de una ausencia de espacios para informar a sus trabajadores aspectos positivos y a mejorar en la realización de su trabajo, y de mecanismos que favorezcan el desarrollo personal y profesional de los trabajadores en relación con su trabajo.

Como también se refleja que hay un bajo porcentaje de clasificación “alto” (14%), que no encuentra bien definidas sus tareas dentro de la IPS, refiriendo falta de apoyo patronal pese el compromiso y el buen trato proveniente de ellos. Lo mismo se evidencia en un estudio realizado en una industria alimenticia de Cali, Colombia, que se destaca como factor de riesgo el apoyo social, concretamente, el referido al apoyo de los superiores. En este sentido, los participantes, aun cuando en su mayoría refieren tener buena relación con sus jefes, manifiestan que las instrucciones brindadas por ellos son poco claras e identifican sus órdenes como factores que generan tensión en su trabajo, lo cual permite suponer dificultades en el ejercicio de un liderazgo apropiado para la gestión del trabajo y el desarrollo de los trabajadores [14].

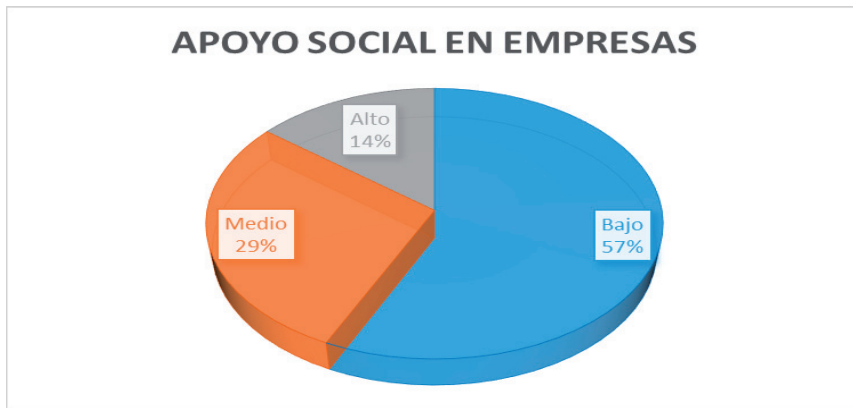


Figura 6. Apoyo social en empresas
Fuente: Autores.

Las escasas compensaciones del trabajo, hace referencia a cuando se falta al respeto, se provoca inseguridad contractual, se dan cambios de puesto o servicio contra nuestra voluntad, se da un trato injusto, o no se reconoce el trabajo, el salario es muy bajo, etc. [10].

La Figura 7 refleja un mayor porcentaje en el riesgo medio, relacionado sobre todo con el poco reconocimiento patronal y el no conocimiento pleno de su área de trabajo y su labor por ser funcionarios en su mayoría nuevos en esta área de pacientes consumidores de sustancias psicoactivas. Como se evidencia también en los resultados obtenidos en un estudio

paralelo donde se destacan puntajes de riesgo medio en el dominio de recompensas, específicamente riesgo alto en la dimensión reconocimiento y compensación en los trabajadores con cargo de jefatura, lo anterior puede ser consecuencia de una cultura organizacional de escaso reconocimiento hacia el buen desempeño, ausencia de espacios para informar a sus trabajadores aspectos positivos y a mejorar en la realización de su trabajo, y de mecanismos que favorezcan el desarrollo personal y profesional de los trabajadores en relación con su trabajo [14].

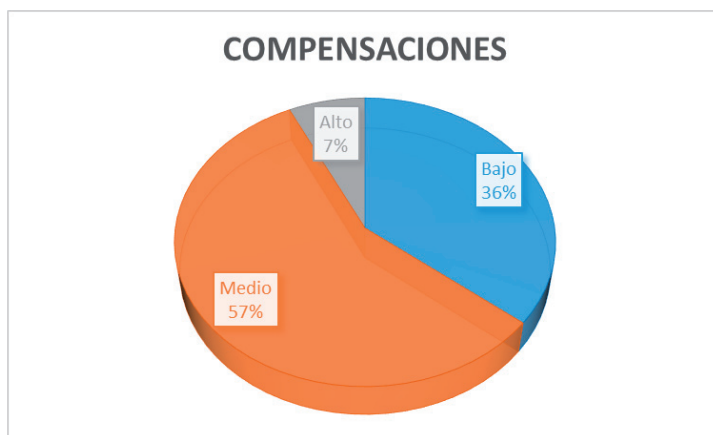


Figura 7. Compensaciones.

Fuente: Autores.

La doble presencia dice relación con la conciliación trabajo/familia y la corresponsabilidad parental. Las mujeres siguen realizando y responsabilizándose mayoritariamente de gran parte del trabajo doméstico y familiar. Ello implica una doble carga de trabajo si lo comparamos con los hombres [10].

La Figura 8, expone que, en este estudio, la doble presencia en la IPS, se ubica entre el 29% y el 14%, para rangos medio y alto de afectación en su compromiso familiar, especialmente por disminución del tiempo que dejan de compartir con sus familias. Comparando con estudios pertinentes se encuentra Rodríguez [2], donde afirma que generalmente, las mujeres trabajadoras se responsabilizan y realizan mayor parte del trabajo familiar, con lo que efectúan un mayor esfuerzo de trabajo total en comparación con los hombres. El 50% de los encuestados se ubica en un nivel alto, lo cual es

desfavorable para la salud. Visto de este modo la doble presencia resulta un aspecto que atenta contra la salud de los trabajadores.

Con respecto a la salud percibida por parte de la población trabajadora, se indago y analizó referentes históricos, evidenciando que el cuestionario de salud SF-36, es un excelente estudio para realizar análisis que compete al presente proyecto, arrojando resultados que complementan el desarrollo de los objetivos planteados. En otras palabras, el cuestionario de salud SF-36 fue validado en múltiples estudios internacionales, siendo establecido como un instrumento que mide el estado de salud, en el que el encuestado valora su salud actual según su propia percepción; Fue diseñado principalmente para valorar resultados clínicos [15].

Complementando esto [16] expone que el Cuestionario de Salud SF-36 está compuesto por 36 preguntas (ítems) que valoran los estados tanto positivos como negativos de la salud. Se desarrolló a partir de una extensa batería de cuestionarios empleados en el MOS, que incluían 40 conceptos relacionados con la salud.

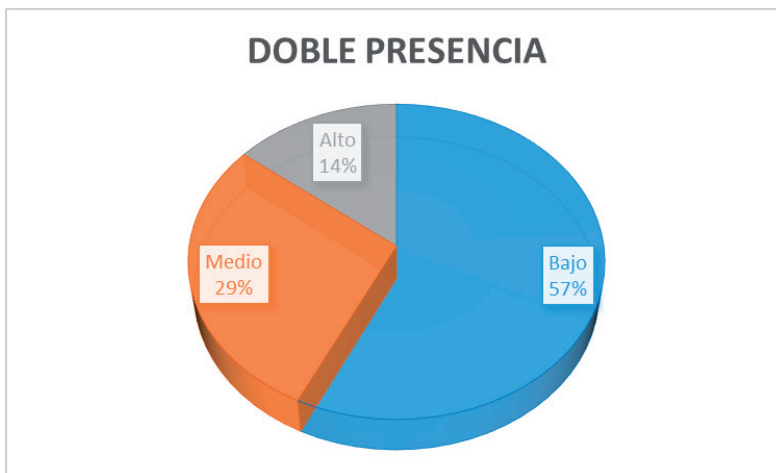


Figura 8. Doble presencia.

Fuente: Autores.

En la aplicación del instrumento SF-36, con el fin de determinar la afectación en el ámbito personal y familiar de la población trabajadora de la IPS por causa de los factores psicosociales a los que están expuestos, se evidenciaron resultados interesantes, de los cuales, los más relevantes e importantes se

reflejan en la Figura 9, teniendo que la mayoría de los trabajadores (el 70%), expresan que sienten que si salud es igual a la del año pasado, por otro lado un 20% de la población total, refiere sentirse desanimado, ausente y algo agotado, un 30% del total considera no estar tan saludable como el año pasado, otro 10% siente que sus problemas emocionales han interferido con sus actividades familiares y sociales durante el último año, otra gran parte de la población total (60%), redujo la cantidad de tiempo que pasaba con su familia y por ultimo un 30% considera que no hizo el trabajo u otras actividades tan bien como siempre.

En comparación con lo anterior, García [17] concluyo en su estudio que 54,4% eran hombres quienes presentaron puntuaciones más Altas que las mujeres en todas las dimensiones de la cv. Las puntuaciones variaron entre 64,1 (de: 22,5) en salud mental y 40,8 (de: 35,5) en desempeño físico. Al aumentar la edad la puntuación disminuye en la mayoría de los dominios, excepto en cuanto a función social y a salud mental.

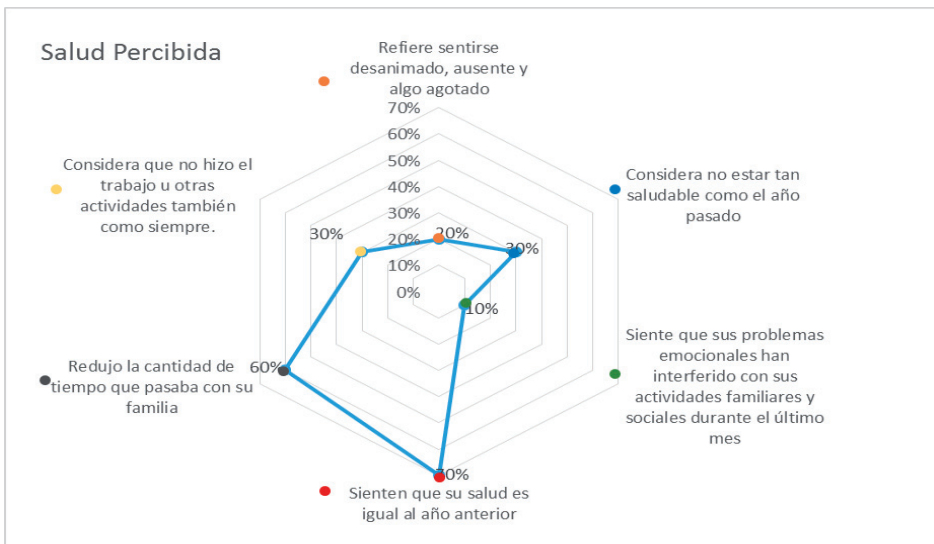


Figura 9. Salud percibida.

Fuente: Autores.

Conclusiones

Se evidencia como dentro de la población del personal encargado de cuidar y resocializar a los internos de la IPS EL REENCUENTRO, un 20% refiere

sentirse desanimado, ausente y algo agotado, así como el 30% tiene también la percepción de no ser tan saludables como otras personas que conocen, y si analizamos detenidamente estos porcentajes, corresponden a las personas que se encuentran más tiempo con los pacientes como lo son las auxiliares de enfermería y los que comparten durante el turno de la noche.

El 60% de encuestados considera que redujo la actividad diaria que pasa con su familia, pues los turnos, la rotación en los mismos, donde en algunas ocasiones deben hacer turnos nocturnos, o empezar desde muy tempranas horas, o al contrario llegar muy tarde a casa, les lleva a que no puedan tener encuentros familiares adecuados y en ocasiones por el estudio de sus hijos o el trabajo de sus parejas, hay días donde ni siquiera alcanzan a compartir con ellos.

El 30% del personal que considera que no hizo el trabajo tan bien como cree que podría hacerlo, y al ahondar en el tema, refieren que tal vez pusieron haberse acercado un poco más al personal de internos y que pudo haberles ayudado un poco más a que superen esos problemas que ellos consideran que los llevan a esta adicción. Lo anterior es fiel reflejo de la empatía generada en la relación cuidador-paciente donde el cuidador piensa que tal vez pudiese ir más allá del estricto comportamiento profesional y se ve muchas veces reflejado en la gran cantidad de problemas socio-familiares que refieren la mayoría de estos pacientes.

Se evidenció en este estudio que una parte del personal siente que no está dando todo lo que profesionalmente podría aportar y una gran parte siente el distanciamiento familiar, lo que puede afectar no solamente el desempeño laboral, sino puede llevar a un aumento en la accidentalidad y las enfermedades laborales.

Entre los aspectos de beneficios legales se cuenta con la Ley 905 de 2004 que establece algunos aspectos positivos en el área de promover el emprendimiento de manera empresarial y así puedan participar en ferias de orden regional o nacional. Un aspecto importante antes de identificar las distintas oportunidades de crecimiento que puede tener el sector de las confecciones en Norte de Santander, corresponde al mejoramiento en infraestructura y tecnología.

Referencias

- [1] F. Benavidesa, D. Gimenoa, J. Benacha, J. Jarqueb, J. Martíneza, J. Berrac, y J. Devesad, “Descripción de los factores de riesgo psicosocial en cuatro empresas”. *Gaceta Sanitaria*, vol. 16, no. 3, pp. 1–8, 2002.
- [2] M. Rodríguez, “Factores psicosociales del riesgo laboral: ¿Nuevos tiempos, nuevos riesgos?”. *Observatorio Laboral Revista venezolana*, vol. 2. no. 2. pp. 127-141, 2009.
- [3] A. Vicenta, V., L. Artazcoz, y S. Perez, “Efecto del ambiente psicosocial y de la satisfacción laboral en el síndrome de burnout en médicos especialistas”. *Gac Sanit*, vol. 22, no. 4, pp.300-308,2008. doi.org/10.1157/13125351
- [4] D. Gimeneo, D. Marko, y J. Martínez, “Relación entre los factores de riesgo psicosociales laborales y la ausencia por razones de salud: motivos laborales y no laborales en España”. *España Archivos prevención riesgos laborales*, vol.6, n.3, pp.139-145,2003.
- [5] V. H. Charria, K. Sarsosa, y F. Arenas, “Factores de riesgo psicosocial laboral: métodos e instrumentos de evaluación”. *Revista Facultad Nacional de Salud Pública*, vol. 29, n. 4, pp.380-391, 2011.
- [6] Congreso de Colombia. Acto legislativo 02 de 2009. “La atención de la salud y el saneamiento ambiental son servicios públicos a cargo del Estado. Se garantiza a todas las personas el acceso a los servicios de promoción, protección y recuperación de la salud, 2009. [En línea]. Disponible en: <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=38289>
- [7] Ministerio de salud. Manual de cuidado a cuidadores de personas con trastornos mentales y/o enfermedades crónicas discapacitantes, 2015.
- [8] Ministerio de la Protección Social. Resolución 2646 de 2008. Factores de riesgo psicosocial en el trabajo y determinación del origen de las patologías causadas por el estrés ocupacional, 2008. [En línea]. Disponible en: <https://www.serviciocivil.gov.co/portal/transparencia/marco-legal/normatividad/resoluci%C3%B3n-2646-de-2008-factores-de-riesgo-psicosocial>

- [9] Ministerio del trabajo. Decreto 1072. Por medio del cual se expide el decreto único reglamentario del sector trabajo, 2015. [En línea]. Disponible en: <https://www.mintrabajo.gov.co/documents/20147/0/DUR+Sector+Trabajo+Actualizado+a+15+de+abril+++de+2016.pdf/a32b1dcf-7a4e-8a37-ac16-c121928719c8>
- [10] Departamento de prevención de riesgos laborales. Instituto de seguridad laboral. Dimensiones de riesgos psicosociales en el trabajo, 2013.
- [11] J. Franco, “Organización preventiva en la empresa: Análisis Jurídico-psicosocial” (Tesis doctoral). Universidad Jaume, 2017.
- [12] S. Meléndez, “Factores de riesgo psicosocial laboral, extra laboral e individual en una empresa en el perímetro urbano de Bogotá” (Tesis pregrado). Corporación Universitaria Iberoamericana, 2009.
- [13] M. Pérez, “Diferencia en los riesgos psicosociales laborales entre seis grupos ocupacionales colombianos” (Tesis pregrado). Universidad de Antioquia, 2017.
- [14] F. A. Artiza, y V. A. Jaramillo, “Factores de riesgo psicosocial y compromiso (engagement) con el trabajo en una organización del sector salud de la ciudad de Cali, Colombia” Acta Colombiana de Psicología, vol.16, no.1, pp. 43-56, 2013.
- [15] A. García, M. Santibañez, y G. Soriano “Utilización de un cuestionario de salud percibida (SF-36) en vigilancia de la salud de los trabajadores”. Riesgos laborales, vol 7, no.3, pp. 88-98, 2007.
- [16] G. Vilagut, M. Ferrer, L. Rajmil, P. Rebollo, G. Permanyer, J. Quintana, y J. Alonoso, “El cuestionario de salud SF-36 español: Una década de experiencia y nuevos desarrollos”. Gaceta Sanitaria, vol.19, no.2, pp. 135-150,2005.
- [17] H. García, C. Vera, y L. Lugo, “Calidad de vida relacionada con la salud en Medellín y su área metropolitana, con aplicación del SF-36”. Salud Pública, vol. 32, no. 1, pp. 26-39, 2013.



**GUIA DE AUTORES
REVISTA DE INGENIERIAS
INTERFACES EDICIÓN 2018-1**

Luz Yannid Cortez Gómez
Lubdy Vega Pérez
Luz Amparo Reyes Cañas
Omar Oswaldo Bernal Cifuentes
Mary Alejandra Mendoza Pérez
Jennifer Andrea Peña Guio
Heder Alexander Sandoval Sanabria
Angélica Pérez Villamil
Eileen Nathalie Tejada Vargas

**GUIA DE AUTORES
REVISTA DE INGENIERIAS
INTERFACES EDICIÓN 2019-1**

Laura Angélica Quiroga Vargas
Karen Viviana Carrillo Rojas
Belcy Liliana Cárdenas Ramírez
Lorena Toloza Villamizar
María José Villamizar Novoa
Edith Camila Tarazona Castellanos
Isaura Mendoza Miranda
Marlyn Geraldine Albarracín García
Jesús Alexander Pinillos Villamizar
María Fernanda Jaimes Ramírez
Sindy Ortiz Ramírez

**GUIA DE AUTORES
REVISTA DE INGENIERIAS
INTERFACES EDICIÓN 2019-2**

Luis Alejandro Rincón Sanabria
Richard Omar Ruiz Velásquez
Eric Manuel Niño Pinilla
Darlin Daniela Correa Ocampo
Luz Adriana Orduz Contreras
Roger Fabricio Salazar Montaguth
Felipe Osorio Buitrago



EDICIÓN ANTERIOR

Contenido Revista de Ingenierías Interfaces Edición 2019, Vol. 2 (2):

Influencia de la turnicidad en la salud de los trabajadores de una empresa de servicios de alimentos empresariales

Diseño de un prototipo de ósmosis inversa para tratamiento de aguas residuales en la industria textil de Cúcuta

Caracterización de las habilidades blandas en los sectores priorizados del área metropolitana de Cúcuta

Fatiga laboral como condicionante de la productividad en la operación de Iván González S.A.S Representaciones Aéreas

Revisión cronológica sobre liderazgo y emprendimiento