

ISSN - 2590-5929

# RIDING

*Revista de Investigaciones, Desarrollo e Innovación en Ingenierías*

*Febrero - Junio 2018*

**Vol. 2**

**Diseño e Implementación, Reducción de Tiempos  
Caracterización y Diseño, Prevención y Protección**

**Grupo de Investigación en  
Reingeniería, Innovación y Productividad**

**BARRANCABERMEJA - COLOMBIA**



# Contenido

- 01-09** Variables para medir la competitividad del comercio electrónico en la cadena de suministro de calzado en Colombia: Revisión y análisis bibliométrico
- 10-13** La importancia de la distribución en planta para una empresa portuaria de la región
- 14-19** Diseño de un programa de prevención y protección contra caídas de trabajos en alturas para la empresa jad construcciones y servicios Ltda ubicada en la ciudad de Sincelejo - Sucre
- 20-28** Diseño e implementación de un sistema de cavitación para la realización de prácticas
- 29-39** Reducción de Tiempos Cesantes Mediante la Implementación de Estrategias de Mantenimiento en el Sector Metalmeccánico de la Ciudad de Barrancabermeja.
- 40-44** Caracterización y diseño de un plan estratégico en el sector hotelero del municipio de Barrancabermeja-Santander

*Editor*

*Alexander Fernando López Córdoba*

*Ingeniero de Alimentos*

*Esp. en Química de la Universidad de Pamplona*

*Doc. En Química*

*Diseño y Diagramación*

*Jair Nelson Isaza Pérez*

*Diseñador Industrial*



# VARIABLES PARA MEDIR LA COMPETITIVIDAD DEL COMERCIO ELECTRÓNICO EN LA CADENA DE SUMINISTRO DE CALZADO EN COLOMBIA: REVISIÓN Y ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO

## FACTORS TO MEASURE THE COMPETITIVENESS OF ELECTRONIC COMMERCE IN THE SUPPLY CHAIN OF THE FOOTWEAR IN COLOMBIA: BIBLIOMETRIC REVIEW AND ANALYSIS.

María Fernanda Cárdenas Flórez, Jairo Núñez Rodríguez, Jairo González Bueno  
Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga, Colombia

**Resumen**— El comercio electrónico es un modelo de negocio en el que las transacciones tienen lugar a través de redes electrónicas, principalmente internet, este modelo se ha venido implementando dentro de muchas organizaciones debido a la globalización que ha afectado a sectores tradicionales como el calzado; es por esto que el presente estudio busca determinar las variables que afectan la competitividad de la cadena de suministro, basado en una revisión literaria de investigaciones que desarrollan el estudio de este modelo de negocio. Con el propósito de soportar la investigación se hizo una selección de empresas con esta modalidad, y finalmente mediante un análisis bibliométrico se identificaron los artículos más citados, autores de mayor frecuencia y revistas de mayor frecuencia.

**Palabras clave**—Análisis bibliométrico, Calzado, Comercio electrónico, Competitividad.

**Abstract**—Electronic commerce is a business model in which transactions take place through electronic networks, mainly internet, this model has been implemented within many organizations due to the globalization that has affected traditional sectors such as footwear; due to this the present study seeks to evaluate the competitiveness of the supply chain of the companies that have ventured into this business model. In order to support the research, a selection of regions and companies was made with this modality, and finally, through a bibliometric analysis, the most cited articles, the most frequent authors and the most frequent journals were identified.

El tipo de artículo es de revisión documental, resultado de la tesis de pregrado (en curso), perteneciente al área de logística y cadena de suministro, desarrollado en la Universidad Pontificia Bolivariana.

**Index Terms**— Bibliometric analysis, Footwear, E-commerce, Competitiveness.

Estudiante Ingeniería Industrial, Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga, Colombia: Campus Universitario Kilómetro 7 vía a Piedecuesta. [maria.cardenas.2013@upb.edu.co](mailto:maria.cardenas.2013@upb.edu.co)

### I. INTRODUCCIÓN

LA administración de la Cadena de suministros (SC, por sus siglas en inglés) abarca todas las actividades relacionadas con el flujo y transformación de bienes, desde la etapa de materia prima hasta el usuario final, así como los flujos de información relacionados, la integración de estas actividades mediante el mejoramiento de las relaciones de la cadena de suministros permite alcanzar una ventaja competitiva sustentable (Ballou., 2004).

Ingeniero industrial, Universidad Pontificia Bolivariana. Candidato a Doctor en Ingeniería y Producción Industrial, Universidad Politécnica de Valencia, España. Docente Investigador – Grupo GEETIC -Investigación en Empresa, TIC y Educación. Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga, Colombia: Campus Universitario Kilómetro 7 vía a Piedecuesta. [jairo.nunez@upb.edu.co](mailto:jairo.nunez@upb.edu.co)

Ingeniero Financiero y Contador Público, Universidad Autónoma de Bucaramanga. Magister en Gerencia de Negocios, Universidad Industrial de Santander. Doctor en Administración y Dirección de Empresas, Universidad Politécnica de Valencia, España. Docente Investigador - Grupo de Investigación en Administración – GIA. Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga, Colombia: Campus Universitario Kilómetro 7 vía a Piedecuesta. [jairoa.gonzalez@upb.edu.co](mailto:jairoa.gonzalez@upb.edu.co)

Sobre estas actividades se puede hablar de una de la más populares dentro de la literatura relacionada, el comercio electrónico, que es fundamental para fomentar el crecimiento de las pequeñas y medianas empresas (Kurnia,

2015), a través de las ventas directas al consumidor final o hacia otras empresas, empleando el uso de redes electrónicas, el más usado es el internet.

Para determinar que un modelo de negocio es efectivo se debe tener en cuenta indicadores que puedan evaluar la competitividad, los cuales se fundamentan en factores claves de éxito, que tengan como finalidad medir la capacidad que tienen los países para generar un crecimiento económico sostenido y sustentable, que se vea reflejado en una mejor calidad de vida para sus habitantes (Gregory, 2017), de la misma manera, se puede traer el concepto a este estudio, indicadores que permitan medir la capacidad que tiene una empresa con practica de comercio electrónico para generar un crecimiento económico sostenido y sustentable, que se vea reflejado en la competitividad dentro del sector en que esta se encuentre.

Con base a ello, se realizó una revisión bibliográfica en la que se abarquen los conceptos de cadena de suministro y comercio electrónico, para determinar variables de competitividad que puedan ser evaluados dentro de una selección de empresas colombianas, que cuenten con dicho modelo de negocio. Se clasificaron 175 investigaciones y se analizaron 83 documentos que cumplieron los criterios establecidos, obteniendo indicadores bibliométricos relevantes, los cuales brindan un respaldo literario para el desarrollo de este estudio, así como un parámetro base para una futura medición de competitividad del sector y panorama a vigilar sobre el tema.

## II. METODOLOGÍA

### A. Tipo de estudio

La investigación a desarrollar es un estudio explicativo, pretende establecer las causas de los sucesos o fenómenos que se estudian.

Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables. Las investigaciones explicativas son más estructuradas que los estudios que tienen otros alcances y, de hecho, implican los propósitos de éstos (exploración, descripción y correlación o asociación); además de que proporcionan un sentido de entendimiento del fenómeno al que hacen referencia (Hernandez, 2014).

### B. Participantes

Los artículos científicos encontrados en las bases de datos, las revistas que publican dichos textos, y las empresas y la

información adquirida de las mismas a través de su sitio web y bases de datos, son considerados participantes del análisis.

### C. Materiales e instrumentos

El instrumento utilizado para el desarrollo de la investigación es: el software Vantage Point, que es una herramienta de minería de texto que ayuda a entender rápidamente grandes volúmenes de información (Vantage Point, 2012).

### D. Procedimiento

El procedimiento efectuado se divide en dos fases:

#### Fase I Análisis bibliométrico

- a) Revisión de la literatura.
- b) Identificación de los términos clave de búsqueda.
- c) Refinamiento de la búsqueda.
- d) Indicadores bibliométricos.

#### Fase II Establecimiento de grupos de interés

- e) Identificación.
- f) Priorización.
- g) Descripción de variables de competitividad

## III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Fase I Análisis Bibliométrico

- a) Revisión de la literatura.

El comercio electrónico Negocio a Negocio o más comúnmente encontrado en la literatura como Business to Business (siglas en inglés B2B), en la gestión de la cadena de suministro (SCM) recibe una atención considerable debido a sus implicaciones de rendimiento. Los beneficios se derivan de la capacidad de redefinir fundamentalmente las relaciones y los procesos entre las empresas. Los mecanismos de comercio electrónico habilitados por Internet y otros B2B facilitan la integración y la administración de procesos empresariales dentro de la empresa y entre empresas que producen valor para los clientes (Graham & Hardaker, 2000).

Según Luis Murillo (2001) La aplicación de Internet y la World Wide Web al intercambio de información con el propósito expreso de generar un beneficio, "el motivo de ganancia", o el intercambio de dinero por la entrega de un bien o servicio, o simplemente cobro de dinero, podría ser una definición aceptable de comercio electrónico. Desde su inicio, el comercio electrónico rápidamente comenzó a evolucionar hacia diferentes tipos de actividades entre los agentes económicos. Probablemente la primera y más simple actividad fue la interacción comercial entre agentes individuales informales organizados en el mercado, ofreciéndose bienes y servicios entre sí.

Dentro de la gestión de la cadena de suministro, aunque técnicamente es una forma sofisticada de EDI (intercambio electrónico de datos), el comercio electrónico se fundamenta en un concepto mucho más amplio que EDI y se basa en una verdadera red mundial de comunicaciones digitales que involucran actividades en muchos agentes económicos diferentes (Murillo, 2001).

Según los autores Karthik N.S. Iyer Richard Germain Gary L. Frankwick (2004), la sofisticación de las transacciones y la extensión de la interacción de la información proporcionada por el comercio electrónico B2B de la cadena de suministro va más allá del correo electrónico, el acceso a bases de datos y aplicaciones. Permite el intercambio de procesos y contribuye a generar acciones colaborativas en la cadena de suministro.

El comercio electrónico B2B proporciona una gran visibilidad, lo que resulta en la aceleración y racionalización de los procesos. El proceso de diseño de productos habilitados para Internet, facilita la interacción de muchos más diseños con proveedores y una actualización sin esfuerzo. Otra aplicación de comercio electrónico B2B es la planificación, previsión y reabastecimiento colaborativo, donde el intercambio electrónico de una variedad de información permite a los socios coordinar proyecciones conjuntas y planes de negocios de productos.

La siguiente etapa es probablemente la de consumer to business (siglas en inglés C2B) o de consumidor a negocio, en la cual los consumidores transmiten sus ofertas de bienes y servicios a un mercado organizado, que puede ser caracterizado por los subastadores. Los subastadores ofrecen sus productos en atractivos sitios web, pero el consumidor decide no solo comprar los artículos, sino también el precio a pagar. Probablemente la forma más sofisticada de comercio electrónico y la que necesita la infraestructura institucional, comercial, tecnológica y de transporte más desarrollada, es aquella en la que la dirección de interacción va de empresa a empresa, o B2B, y de empresa a consumidor, o B2C (Murillo, 2001).

Sin embargo otros autores afirman que aún no se cuenta con principios técnicos y comerciales del comercio electrónico, este es el caso de Joseph Sarkis, Srinivas Talluri (2004), quienes plantean el ejemplo del paradigma de los sistemas de comunicación interorganizacional, que siguen evolucionando a medida que las tecnologías de comunicación y software continúan evolucionando. Kumar y van Dissel (1996) han definido los sistemas interorganizacionales en tres categorías, recursos de información agrupados, valor / cadena de suministro y en red, con ejemplos específicos de software y tecnología que se ajustan a cada una de estas categorías.

Con los nuevos avances en las tecnologías de comunicación, esta tipología puede volverse más confusa ya que las cadenas de suministro pueden ser redes de suministro e incluso tienen la capacidad de compartir una base de datos (Sarkis & Srinivas, 2004). Las tecnologías especialmente penetrantes pueden afectar la dirección estratégica de una organización,

el tipo de factores y las herramientas necesarias para su evaluación.

#### b) Identificación de los términos clave de búsqueda.

Se agrupan dos grandes temas, por una parte, comercio electrónico y por otra cadena de suministro. Usando estas como palabras clave en inglés y aplicando dos operadores booleanos "" (comillas) y el término AND (y), se elaboró la ecuación de búsqueda como se muestra en la figura 7. Diagrama de Venn. La búsqueda no discriminó tiempo por lo cual se seleccionaron documentos desde el año 2000.

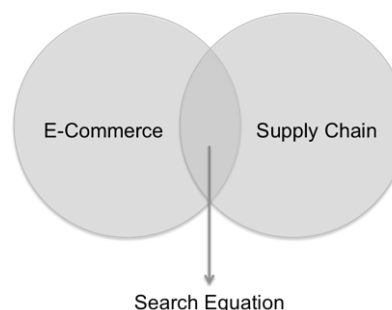


Fig. 1. Diagrama de Venn: Ecuación de búsqueda

Para la búsqueda se empleó la base de datos Scopus, la mayor base de datos de citas y resúmenes de literatura revisada por pares: revistas científicas, libros y actas de congresos. Scopus cuenta con herramientas inteligentes para rastrear, analizar y visualizar la investigación, ofreciendo una visión general de la producción mundial de investigación en los campos de ciencia, tecnología, medicina, ciencias sociales, artes y humanidades (Elsevier, 2018).

#### c) Refinamiento de la búsqueda.

Los artículos fueron seleccionados bajo la condición de incluir las palabras clave en el campo del título, de esta manera se obtuvieron 175 artículos que cumplían con las anteriores características. Al obtener los artículos, se hizo otra refinación basada en el enfoque del tema de investigación, teniendo en cuenta la lectura del título, el resumen y las palabras clave, según la pertinencia de las investigaciones resultaron 83 documentos que cumplían con dichos criterios.

#### d) Indicadores Bibliométricos.

*Artículos de Mayor Importancia:* Se determina por el impacto de número de referencias en otras investigaciones, según la base de datos Scopus.

TABLA 1.  
ARTÍCULOS MÁS CITADOS

#Cited	Title	Año
87	Evaluating and selecting e-commerce software and communication systems for a supply chain	2004

64	B2B e-commerce supply chain integration and performance: A contingency fit perspective on the role of environment	2009
45	Supply chain B2B e-commerce and time-based delivery performance	2004
43	Putting e-commerce adoption in a supply chain context	2008
37	Collaboration and coordination in supply chain management and E-commerce	2004
37	Supply chain management and the international dissemination of e-commerce	2001

Fuente: software vantage point

Los artículos de mayor relevancia se encuentran dentro de un periodo de ocho años. El primero de ellos, "Evaluating and selecting e-commerce software and communication systems for a supply chain" (Sarkis & Srinivas , 2004), tiene por objetivo presentar diversos factores dentro un marco de decisión que ayudará a los miembros de la cadena de suministro y al director de la cadena de suministro, a decidir qué tecnología y software de comercio electrónico son los más adecuados para la gestión de la misma.

Siguiendo con "B2B e-commerce supply chain integration and performance: A contingency fit perspective on the role of environment" ( Germain, Claycomb, & Iyer, (2009) ), presenta una investigación de "ajuste" de teoría de contingencia en la literatura de gestión de Tecnologías de la Información (TI) y de la cadena de suministro, aplican el concepto de "ajuste" a la relación entre la integración y el rendimiento de la cadena de suministro de comercio electrónico B2B.

El siguiente artículo es "Supply chain B2B e-commerce and time-based delivery performance" (Iyer , Germain, & Frankwick, 2004), este documento, presenta una investigación empírica de las relaciones entre el comercio electrónico B2B de la cadena de suministro, la incertidumbre ambiental, la estructura organizacional y el rendimiento de la entrega, basado en el tiempo. Además resalta temas como, comercialización de empresa a empresa, estructuras organizacionales, gestión basada en el tiempo y plazo de entrega.

El objetivo de este documento es obtener una mejor comprensión del impacto del contexto en la adopción del comercio electrónico en las cadenas de suministro, su título es, "Putting e-commerce adoption in a supply chain context" (Bakker, Zheng , Knight , & Harland, 2008).

Dentro del artículo "Collaboration and coordination in supply chain management and E-commerce" (Balakrishnan & Geunes , 2004) se citan muchos autores referentes a temas como gestión de la cadena de suministro, comercio

electrónico, coordinación de canales y asociaciones colaborativas. Además resaltan la necesidad de que las empresas busquen oportunidades de colaborar y coordinarse con sus socios para asegurarse de que la cadena de suministro sea eficiente y responda a las necesidades dinámicas del mercado. Dichas oportunidades de colaboración y coordinación introducen nuevos desafíos y complejidades como resultado de una mayor escala y alcance del problema, y de incentivos potencialmente conflictivos entre los diferentes actores de la cadena de suministro.

Las etapas de la evolución del comercio electrónico, desde la insipencia más bien primitiva hasta las formas B2B altamente avanzadas, están condicionadas por factores que van desde la disponibilidad de activos complementarios hasta consideraciones institucionales, así lo consignan los autores Elmer Bakker, Jurong Zheng, Louise Knight y Christine Harland (2008) en su artículo "Supply chain management and the international dissemination of e-commerce"

*Revista de mayor frecuencia de publicación:*

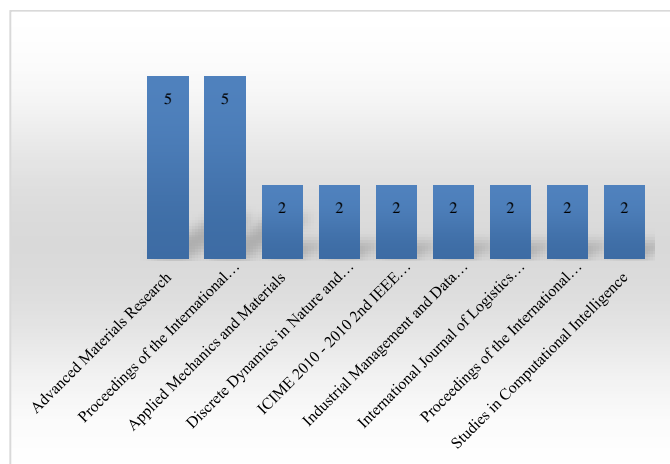


Fig. 2. Revistas de mayor frecuencia de publicación

Como resultado del análisis se encontraron dos revistas con mayor frecuencia de publicación. 1-"Advanced Materials Research" se especializa en la publicación de volúmenes temáticamente completos, de actas de congresos internacionales y volúmenes de temas especiales completos. (scientific.net, 2018). A la par, se encuentra 2-"Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management" evento que fomenta el estudio de la ingeniería industrial y la investigación de operaciones desarrollado por IEOM Society International.

Las siguientes revistas todas tienen el mismo número de publicaciones en el tema, algunas de ellas son: "Applied Mechanics and Materials" revista revisada por pares que se especializa en la publicación de actas de conferencias científicas internacionales, talleres y simposios, así como volúmenes especiales sobre temas de interés contemporáneo (scientific.net, 2018). La revista "Discrete Dynamics in Nature and Society", esta pretende estimular publicaciones



dirigidas al análisis de soluciones generadas por computador, corrección de procedimientos numéricos, sincronización y control del caos, métodos discretos de optimización entre otros temas relacionados. La revista proporciona un canal de comunicación entre científicos y profesionales que trabajan en el campo del análisis de sistemas complejos y estimula el desarrollo y el uso de un enfoque dinámico discreto (Hindawi, 2017). Otra de estas es, “International Journal of Logistics Research and Applications” la cual publica trabajos originales y desafiantes que tienen una clara aplicabilidad en el mundo de los negocios.

#### *Autores de mayor frecuencia de publicación.*

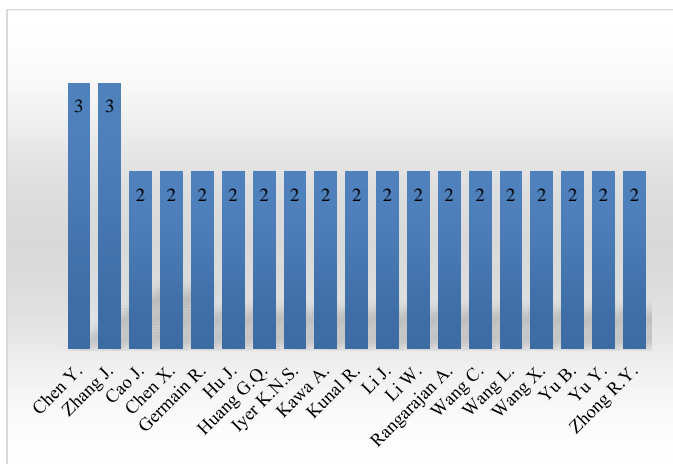


Fig. 3. Resultados autores de mayor frecuencia de publicación

El máximo de documentos de investigación encontrados por autor son 3 y el mínimo 2, esto indica que no se destaca un autor con gran contribución respecto al número de artículos, sin embargo la calidad de aporte dentro de los mismos es de gran relevancia en relación a la cadena de suministro y comercio electrónico, el autor Chen Y. en sus artículos habla de variables como el equilibrio, la estabilidad y la colaboración de la cadena de suministro, cuando se implementa el comercio electrónico en sus procesos (Wang, Feng, & Chen, 2013), (Xu, Zhang, Cao, Chen, & Ye, 2016), (Li, Chen, & Chen, 2010).

#### *Análisis de palabras clave*

A través del software vantage point se obtuvieron las palabras clave más empleadas dentro de los artículos, como se muestra en la siguiente figura:



Fig. 4. Palabras claves

Con base a estos resultados se encuentran las palabras e-commerce y supply chain como las más citadas dentro de los artículos, claramente porque eran las palabras clave que se emplearon en la ecuación de búsqueda, adicionalmente la imagen, resalta subtemas que se desarrollan en las investigaciones como, Gestión de la cadena de suministro (supply chain management), Logística (logistics), Negocio a Negocio (B2B), Intercambio de información (information sharing), Gestión de información (information management), las cuales reflejan el contenido de los artículos. Las palabras que se encuentran en un tamaño menor, aparecen con menos frecuencia, caso contrario con las palabras de mayor tamaño. Cabe destacar que las palabras clave pueden identificar temas emergentes asociados a la cadena de suministro y el comercio electrónico, por ejemplo big data aplicada a la industria del mueble (Yu, Wang, Zhong, & Huang, 2017), y flujo de capital para determinar el diseño y la estrategia de la cadena de suministro (Zhou & Qi, 2013).

#### *Redes de conocimiento*

Las redes de conocimiento están basadas en la relación de los autores para escribir dos o más artículos, de esta manera el software vantage point, identifica en la figura 5 las redes de asociación.

Es importante resaltar a cinco (5) autores en la red donde participa el autor de mayor frecuencia de publicación Chen Y, en donde se relaciona por una parte Cao J y por otra con, Chen X., Wang L. y con Wang C., el profesor Chen Y está asociado a la Universidad de Soochow, Facultad de Ingeniería Textil y del Vestido, Suzhou en China y sus áreas de trabajo se presentan en Ingeniería, Informática, Ciencias de Decisión, Negocios y Administración.

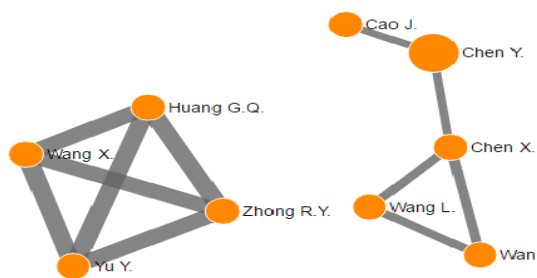


Fig. 5. Redes de conocimiento

En la siguiente red, se conectan cuatro autores, Huang G. Q., Wan x., Yu Y., Zhong R. Y., todos relacionados con el desarrollo de dos investigaciones, la primera comercio electrónico, logística y cadena de suministro (Yu et al., 2017) y otra con la gestión de la cadena de suministro y el comercio electrónico (Yu, Wang, Zhong, & Huang, 2016).

#### Tipo de documento

El análisis bibliométrico se hizo con base a una selección de 83 artículos obtenidos de la fase de refinamiento, de los cuales, 51 son basados en conferencias, 28 son artículos y 4 son capítulos de libros.

#### Fase II Establecimiento de Grupos de interés

##### e) Identificación.

Los grupos de interés están abarcados por la industria del calzado en Colombia, para obtener información acerca de la empresas se hizo un primer acercamiento en base a búsqueda de información en dos asociaciones representativas del sector, la primera de estas es la Asociación Colombiana de Industriales del calzado, el cuero y sus manufacturas (ACICAM) y la segunda es la Asociación de Industriales del calzado y similares (ASOINDUCALS), sin embargo ninguna cuenta con información específica acerca del comercio electrónico y no es permitida la divulgación de la información que tienen de las empresas que hacen parte de esta asociación, en ASOINDUCALS solo están asociadas aproximadamente 160 empresas de las 6000 con que cuenta el departamento. Seguido a esto se hace una búsqueda en las diferentes entidades de recolección de datos e información, como cámaras de comercio y superintendencia de sociedades, sin obtener acceso a datos específicos del sector o empresas. Sin embargo se hace extensiva la búsqueda y se consigue información que permite llegar a planear el análisis y priorización de los datos encontrados.

#### Identificación.

Según la Superintendencia de sociedades, el comercio es el segundo sector más grande del país con 6244 sociedades, sector en torno al cual se realizó la investigación.

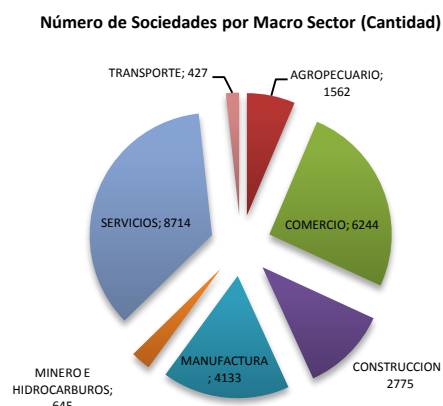


Fig. 6. Sociedades por Macro Sector

El sector de Cuero, Calzado y Marroquinería, ha venido creciendo en forma sostenida durante la última década y está conformado por cerca de 30.000 empresas formales de insumos, transformación y comercialización, siendo intensivo en mano de obra.

Según el Plan de negocios del Sector de Cuero, Calzado y Marroquinería (PTP, 2016), hasta el año 2013 el Sector de Cuero, Calzado y Marroquinería agrupo alrededor de 13.000 empresas en el eslabón de transformación e insumos en Colombia y 15.000 en el de comercialización, que se distribuyen en 28 de los 32 departamentos del país. Para el sector Calzado la distribución por departamentos se presenta a continuación:

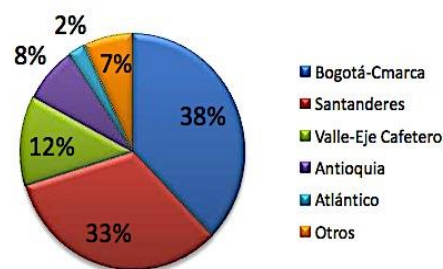


Fig. 7. Distribución empresas calzado por departamento

Con base a la información presentada, se eligen los departamentos de Cundinamarca y Santanderes como las regiones en donde se hará la búsqueda de empresas, pues dentro de estas regiones se abarca el 71% de las empresas del país.

Siguiendo con una clasificación respecto al tamaño de las empresas, y basados en la gráfica que se presenta a continuación, se seleccionan las empresas grandes (0,6%) y medianas (0,9%) para el estudio (PTP, 2016), pues las empresas de mayor tamaño son las que cuentan con ventas electrónicas, en la mayoría de los casos.



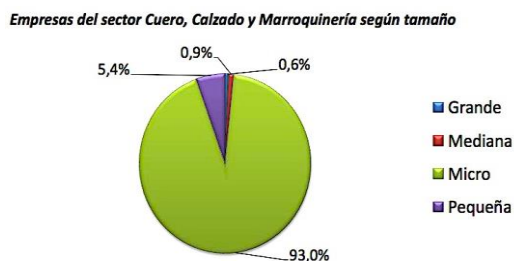


Fig. 8. Plan de negocios del Sector de Cuero, Calzado y Marroquinería

#### f) Priorización.

Los empresarios del cuero, calzado y marroquinería están tomando medidas para posicionar sus productos a nivel mundial con altos estándares de calidad, en Colombia el sector, agrupado en la Asociación Colombiana de Industriales del Calzado, el Cuero y sus Manufacturas, Acicam, está constituido en un 98% por micro, pequeñas y medianas empresas (Mipymes), tiene mucho camino por recorrer, y buenas perspectivas para exportar sus productos a otros países.

La globalización ha generado que muchas empresas hayan comenzado un proceso de exploración de mercados internacionales en busca de nuevas oportunidades de negocio, o que nazcan con una clara orientación internacional gracias a la apertura de las fronteras y los acuerdos de comercio internacional, las tecnologías de la información y la comunicación, como es el caso de Internet, han traído consigo la difusión del comercio electrónico como una herramienta de internacionalización en nuevos mercados, un mecanismo de penetración con grandes ventajas (Luo, 2005), tanto para las empresas grandes como para las pequeñas o medianas. Ello ha permitido a numerosas empresas la internacionalización de sus ventas mediante el comercio electrónico.

De esta manera se priorizarán los grupos de interés en empresas que cuenten con un sistema de comercio electrónico, se debe establecer el concepto ante el cual se va a desarrollar el estudio, que es el siguiente: “El comercio electrónico, también conocido como e-commerce, consiste en la compra y venta de productos o servicios a través de medios electrónicos, tales como Internet y otras redes informáticas. Originalmente el término se aplicaba a la realización de transacciones mediante medios electrónicos como el intercambio de datos, sin embargo con el advenimiento de la Internet y la World Wide Web a mediados de los años 90 comenzó a referirse principalmente a la venta de bienes y servicios a través de Internet, usando como forma de pago medios electrónicos, tales como las tarjetas de crédito.” (Cross, 2014)

Las empresas que cumplen con los requisitos anteriormente pautados:

- Sector: Calzado
- Tamaño: Mediano y Grande
- Regiones: Bogotá y Santanderes
- Opción de venta: En línea

Adicionalmente se hizo una clasificación de las empresas con base en su cadena de suministro, las empresas tipo 1 son únicamente distribuidoras o comercializadoras, las empresas tipo 2 son fabricantes y distribuidores o comercializadores, la clasificación se presenta en la figura 9:

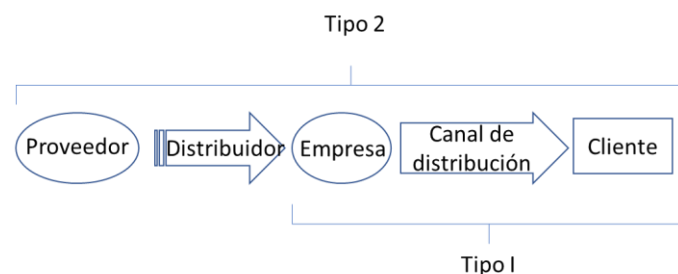


Fig. 9. Referente Cadena de Suministro

TABLA 2  
LISTADO DE EMPRESAS

Empresa	Sitio Web	Tipo
Adidas Colombia	<a href="https://www.adidas.co/">https://www.adidas.co/</a>	Tipo II
Alicia Wonderland	<a href="https://alicia.com.co/">https://alicia.com.co/</a>	Tipo II
Armori	<a href="https://www.armori.co/">https://www.armori.co/</a>	Tipo II
Azaleia	<a href="http://azaleia.com.co/">http://azaleia.com.co/</a>	Tipo II
Bata	<a href="https://www.bata.com.co/">https://www.bata.com.co/</a>	Tipo II
Brahma	<a href="https://www.brahma.co/">https://www.brahma.co/</a>	Tipo II
Calzatodo	<a href="https://www.calzatodo.com.co/">https://www.calzatodo.com.co/</a>	Tipo II
Canvas	<a href="http://www.canvas.com.co/">http://www.canvas.com.co/</a>	Tipo II
Caprino	<a href="http://www.calzadocaprino.com/">http://www.calzadocaprino.com/</a>	Tipo II
CAT	<a href="http://www.catlifestyle.co/">http://www.catlifestyle.co/</a>	Tipo II
Ecocueros	<a href="http://www.ecocueroscolombia.com/">http://www.ecocueroscolombia.com/</a>	Tipo II
Evacol	<a href="https://www.evacol.com/">https://www.evacol.com/</a>	Tipo II
Fiorenzi	<a href="https://www.fiorenzi.com.co/">https://www.fiorenzi.com.co/</a>	Tipo II
Freeport Store	<a href="https://freeportstore.com/">https://freeportstore.com/</a>	Tipo I
Josh	<a href="https://www.tiendasjosh.com/">https://www.tiendasjosh.com/</a>	Tipo II
Mario Hernandez	<a href="http://www.mariohernandez.com.co/">http://www.mariohernandez.com.co/</a>	Tipo II
Marruecos	<a href="https://marruecos1986.com/">https://marruecos1986.com/</a>	Tipo II
Melissa	<a href="https://melissa.com.co/">https://melissa.com.co/</a>	Tipo II
Mercedes Campuzano	<a href="https://www.mercedescampuzano.com/">https://www.mercedescampuzano.com/</a>	Tipo II
Mussi	<a href="https://mussi.com.co/">https://mussi.com.co/</a>	Tipo II
Nora Lozza	<a href="https://noralozza.com/">https://noralozza.com/</a>	Tipo II
Pa pies	<a href="http://www.papies.com.co/">http://www.papies.com.co/</a>	Tipo II
People plays	<a href="https://www.peopleplays.com/">https://www.peopleplays.com/</a>	Tipo I
Primavera shoes	<a href="http://www.primaverashoes.com/">http://www.primaverashoes.com/</a>	Tipo I
Puchetty	<a href="https://www.puchetty.com/">https://www.puchetty.com/</a>	Tipo II
Reebok Colombia	<a href="https://www.reebok.co/">https://www.reebok.co/</a>	Tipo II
Reindeer	<a href="http://www.reindeer.com.co/">http://www.reindeer.com.co/</a>	Tipo II
Simeon	<a href="https://www.simeonshoes.com/">https://www.simeonshoes.com/</a>	Tipo II
Sport life	<a href="https://www.sportlife.com.co/">https://www.sportlife.com.co/</a>	Tipo I

Spring Step	<a href="https://www.springstep.com/">https://www.springstep.com/</a>	Tipo I
Stivali	<a href="https://stivali.com.co/">https://stivali.com.co/</a>	Tipo II
Velez	<a href="https://www.velez.com.co/">https://www.velez.com.co/</a>	Tipo II
Zupa	<a href="https://www.zupa.com.co/">https://www.zupa.com.co/</a>	Tipo I

#### g) Descripción de variables de competitividad

Para la evaluación del comercio electrónico en las empresas ya definidas, se determinaron unas variables, estas se identificaron con base a los artículos seleccionados.

Según Arkadiusz Kawa and Anna Maryniak (2018), el desarrollo dinámico del comercio electrónico es impulsado por el acceso de los hogares a Internet, pero también aumentando la movilidad y la popularidad de los dispositivos portátiles, a través de los cuales los clientes solicitan bienes y servicios a un lugar y hora conveniente cada vez más frecuente. No solo ordenan cosas de mayor valor, sino, cada vez más, productos cotidianos a los que se quiere tener un acceso muy rápido. Esto requiere herramientas de gestión adecuadamente adaptadas a e-commerce. Las ventas, por lo general con menores valores en Internet respecto a las ventas de canales tradicionales. La promesa para cumplir con el pedido en el lugar, tiempo y costo correctos se vende aparte de los productos mismos. Una de las herramientas clave del comercio en línea, entonces, es la “logística”. Esta permite no solo atraer nuevos clientes, por las siguientes variables: *disponibilidad de bienes, formas de entrega y costo de envío*; sino también para retener a aquellos que ya han realizado un pedido, evaluando las variables: *puntualidad, cumplimiento y calidad* de los bienes entregados.

La *calidad del servicio*, es una de las grandes variables que se pueden evaluar teniendo en cuenta lo mencionado anteriormente, Parasuraman (1988) afirma que la calidad del servicio se puede ver como la diferencia entre la calidad del servicio percibido y calidad de servicio experimentada por los clientes, mientras que Carman (1990) insiste en determinar únicamente la percepción de la calidad del servicio por parte de los clientes cuando son atendidos.

Finalmente, con el continuo desarrollo del comercio electrónico, las empresas que participan en actividades comerciales pueden aumentar su participación en el mercado, la aplicación en la *gestión de la cadena de suministro* refleja un papel importante para una integración y control efectivo del producto hasta el consumidor final, garantizando la entrega al menor costo y logrando los máximos beneficios económicos (Yang, 2012).

Se propone, según el análisis de la literatura que las variables para que se mida la competitividad se diferencien por variables Interempresa: que son las que afectan la cadena de suministro y las variables Intraempresa las cuales afectan la gestión del negocio dentro de la organización.

TABLA 3.  
VARIABLES DE COMPETITIVIDAD

<b>Cadena de Suministro Inter-Empresa</b>	<b>Participante de la Cadena de Suministro Intra-empresa</b>
Colaboración	Disponibilidad de producto
Sistemas de Información	Tiempo de entrega
Interoperabilidad	Costo de envío
Colaboración	Forma de entrega
Integración	Calidad del servicio

## IV. CONCLUSIONES

Existe abundante literatura sobre e-commerce destacándose: 1) El artículo de mayor impacto “Evaluating and selecting e-commerce software and communication systems for a supply chain” según el número de citas. 2) La revista que más publica sobre el tema es “Advanced Materials Research”. 3) El autor de mayor frecuencia de publicación es “Chen Y”. 4) Se destacan las palabras claves “e-commerce” y “Supply chain management” validando la ecuación de búsqueda. 5) La principal red de conocimiento se presenta en la Universidad textil ubicada en China. 6) La mayoría de documentos son artículos científicos, los cuales esta arbitrados y han pasado un proceso de evaluación.

De las empresas seleccionadas existe un mayor porcentaje que controla su cadena de suministro con un total de 27 de las 33 empresas seleccionadas que corresponde al 81.8 % y los 6 restantes se focalizan en el desarrollo de la distribución de productos las cuales corresponden a un 18.2%.

Se determinan variables de competitividad en dos categorías Intra empresa e Inter empresa, para futuros estudios se recomendaría determinar un sistema de evaluación que determine las características de cada una de las variables y se mida en un contexto de cadena de suministro, para así evaluar el impacto del comercio electrónico como estrategia empresarial.

### Bibliografía:

1. Bakker, E., Zheng, J., Knight, L., & Harland, C. (2008). Putting e-commerce adoption in a supply chain context. *International Journal of Operations & Production Management*, 28 (4), 313-330.
2. Balakrishnan, A., & Geunes, J. (2004). Collaboration and Coordination in Supply Chain Management and E-Commerce.

- Production and Operations Management Society, 13 (1), 1-2.
3. Ballou., R. H. (2004). *Logística Administración de la Cadena de Suministro* (5 ed.). Pearson.
  4. Carman. (1990). Consumer perceptions of service quality: An assessment of the SERVQUAL dimensions. *J. Journal of Retailing*, 66, 33-35.
  5. Cross, N. A. (s.f.). *E-Marketing*. Univesidad Centroamericana.
  6. Elsevier. (s.f.). Scopus. Recuperado el 23 de 05 de 2018, de Elsevier: <https://www.elsevier.com/americalatina/es/scopus>
  7. Germain, R., Claycomb, C., & Iyer, K. ((2009) ). B2B e-commerce supply chain integration and performance: A contingency fit perspective on the role of environment . *Information & Management* , 49, 313–322 .
  8. Graham, G., & Hardaker, G. (2000). Supply-chain management across the Internet . *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management* , 30(3/4), 286-95. .
  9. Gregory, H. (2017). ¿Qué es una evaluación competitiva? . Obtenido de La voz de Houston: <https://pyme.lavoztx.com/qu-es-una-evaluacion-competitiva-8154.html>
  10. Hernandez, R. (2014). *Metodología de la Investigación* (6 ed.). Mc Graw Hill.
  11. Hindawi. (2017). *Discrete Dynamics in Nature and Society*. Recuperado el 23 de 05 de 2018, de Hindawi: <https://www.hindawi.com/journals/ddns/>
  12. Iyer , K., Germain, R., & Frankwick, G. (2004). Supply chain B2B e-commerce and time- based delivery performance. *International Journal of Physical Distribution & Logistics Management*, 34(8), 645 - 661.
  13. Kawa, A., & Maryniak, A. (2018). Lean and Agile Supply Chains of E-commerce in Terms of Customer Value Creation. *Poznan University of Economics and Business*, al. Niepodległości.
  14. Kumar, K., & van Dissel, H. (1996). Managing conflict and cooperation in interorganizational systems . *MIS Quarterly* , 3(20).
  15. Kurnia, S. C. (2015). E-commerce technology adoption: A Malaysian grocery SME retail sector study. *Journal of Business Research*, 68(9), 1906–1918.
  16. Li, Z. H., Chen, Y., & Chen, X. Q. (2010). Stability Analysis of Supply Chain System Based on E-Commerce. *Advanced Materials Research*, 171–172, 783–786. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.171-172.783>
  17. Luo, Y. J.-Z. (2005). The Internationalization Speed of E-Commerce Companies: An Empirical Analysis. . *International Marketing Review*.
  18. Murillo, L. (2001). Supply chain management and the international dissemination of e-commerce. *Industrial Management & Data Systems*, 101(7), 370-377.
  19. Parasuraman, A. (1988). SERVQUAL: A Multiple-Tem Scale for Measuring Consumer Perceptions of Service Quality. *J. Journal of Retailing*(64), 12-40.
  20. Point, V. (2012). U.S.: Search Technology. Recuperado el 23 de 05 de 2018, de Vantage point: <https://www.thevantagepoint.com>
  21. PTP. (2016). Plan de negocios del Sector de Cuero, Calzado y Marroquinería.
  22. Sarkis , J., & Srinivas , T. (2004). Evaluating and selecting e-commerce software and communication systems for a supply chain . *European Journal of Operational Research* (159), 318-329.
  23. scientific.net. (2018). *Advanced Materials Research*. Recuperado el 23 de 05 de 2018, de scientific.net: <https://www.scientific.net/AMR/Details>
  24. Wang, Z. P., Feng, Z. F., & Chen, Y. (2013). An e-commerce closed-loop supply chain supernetwork equilibrium model, 4(4), 831–837.
  25. Xu, Y., Zhang, X., Cao, J., Chen, Y., & Ye, X. (2016). Collaboration and Evolution of E-Commerce and Express Delivery Industry Supply Chain. *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2016, 1–12. <https://doi.org/10.1155/2016/3452037>
  26. Yang, G. (2012). Relationships between E-Commerce and Supply Chain Management . Kim H. (eds) *Advances in Technology and Management*. *Advances in Intelligent and Soft Computing*, 165.
  27. Yu, Y., Wang, X., Zhong, R. Y., & Huang, G. Q. (2016). E-commerce Logistics in Supply Chain Management: Practice Perspective. *Procedia CIRP*, 52, 179–185. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.08.002>
  28. Yu, Y., Wang, X., Zhong, R. Y., & Huang, G. Q. (2017). E-commerce logistics in supply chain management. *Industrial Management & Data Systems*, 117(10), 2263–2286. <https://doi.org/10.1108/IMDS-09-2016-0398>
  29. Zhou, Y., & Qi, J. (2013). Supply Chain Design Strategy Based on E-Commerce. *Applied Mechanics and Materials*, 457–458, 1411–1414. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.457-458.1411>



# La importancia de la distribución en planta para una empresa portuaria de la región.

Yineth Reyes Quintero, María Agredo Diaz, Luzdivia Alba Robles Macera  
Instituto Universitario de la Paz, Barrancabermeja

[Yineth.reyes@unipaz.edu.co](mailto:Yineth.reyes@unipaz.edu.co), [Anamariarobles370@gmail.com](mailto:Anamariarobles370@gmail.com), [Maylor11@hotmail.com](mailto:Maylor11@hotmail.com)

**Resumen** – La distribución inadecuada de los espacios y equipos de trabajo, puede generar altos tiempos de operación, amplios recorridos en la ejecución de las tareas, accidentes laborales y retraso en los procesos. Diseñar una redistribución en planta abordando los principios de la distribución en planta como herramienta para la adecuación de los espacios y puestos de trabajo. Esto puede llegar a reducir los tiempos de ejecución para los procesos, mejorar las condiciones de seguridad y confort de los trabajadores, y optimizar el desarrollo del proceso productivo.

**Palabras Clave** – Distribución en planta, optimización, mejora.

**Abstrac** – *Inadequate distribution of work spaces and equipment can lead to high operating times, long distances in the execution of tasks, work-related accidents and delays in processes. Addressing the principles of plant layout as a tool for the adaptation of spaces and workplaces can reduce the execution times for processes, improve the safety and comfort conditions of workers, and optimize the development of the production process.*

## 1. INTRODUCCIÓN.

La organización adecuada de la infraestructura en una entidad portuaria permite el desarrollo adecuado de los procesos de cargue, descargue y almacenamiento de bienes. La rivera del río Magdalena que colinda con el municipio de Barrancabermeja cuenta con un puerto fluvial, en donde arriban principalmente barcazas provenientes del norte del país. En las visitas se pudo observar que la empresa presenta áreas no delimitadas y los tiempos de operación presentan déficit. Lo anterior como consecuencia de una inadecuada distribución en planta, en donde los operarios realizan extensos recorridos aumentando los tiempos del cargue y descargue de barcazas, se aumentan los costos de la entrega, se genera insatisfacción del cliente por las demoras entre otros. La investigación buscó dar respuesta a la pregunta ¿Qué propuesta de diseño para la distribución en planta se podría trabajar en la empresa SOCIEDAD PORTUARIA DE BARRANCABERMEJA S.A.? [1]

Para abordar esta pregunta, se planeó un estudio descriptivo y explicativo para entender como diseñar una distribución en planta adecuada a los procesos que se desarrollan en el puerto fluvial, iniciando con la obtención de información sobre el estado de inicio de la investigación, para poder realizar la descripción de la misma y bajo lo cual se realizó una propuesta de mejoramiento. Las cuatro fases que se desarrollaron abarcaron lo siguiente: Primera fase: Se

diagnosticó el grado de cumplimiento del puerto fluvial mediante un *check list* según la ley 1242 de 2008 “Código Nacional de Navegación y Actividades Portuarias Fluviales”[2], se realizaron entrevistas semiestructuradas al personal operativo para conocer cómo se desarrollaba el proceso, se tomó material fotográfico y de video, se analizó el plano de la empresa, la estructura organizacional y sus procedimientos; Segunda fase: Se partió del Plan de Ordenamiento Territorial de Barrancabermeja para el *check list* que permitió conocer las características del terreno, adicionando el aprovechamiento sostenible y el manejo del suelo. Para ello se definieron los factores ponderados mano de obra, transporte, servicios públicos, aspectos legales, actitud del cliente, terreno y vías de acceso [3] [4]. Tercera fase: se compuso de la elaboración del diagrama relacional, el planteamiento de la nueva distribución según los principios de diseño de plantas [5]; Cuarta fase: teniendo en cuenta los principios de la distribución en planta se generó una propuesta y se validó a través de una herramienta de simulación el funcionamiento del diseño propuesto.

La fase de diagnóstico arrojó un cumplimiento parcial de los requerimientos mínimos contemplados en la ley 1242 de 2008. Los hallazgos se presentaron en la inadecuada señalización, el almacenamiento erróneo de mercancía, el mantenimiento correctivo y las consecuencias evidenciadas en los incidentes de trabajo, la mercancía en mal estado y los altos costos de los repuestos. Se estableció el funcionamiento de los procesos de cargue y descargue de barcazas a través de las entrevistas, la recolección de material fotográfico, fílmico y los planos de la planta.

La validación del modelo de localización se desarrolló bajo la ponderación de factores teniendo en cuenta el Plan de Ordenamiento Territorial de Barrancabermeja. El Cumplimiento del POT se dio de forma parcial. La empresa cuenta con los permisos ambientales exigidos por la ley, cuenta con un terreno de propiedad pública, cuentan con el permiso para uso de suelo, las vías de acceso están en proceso de adecuación, solo cuenta con energía eléctrica, cuenta con un plan de emergencia estipulado, cuenta con mecanismos para el dragado del río en sequías, cuenta con vertedero para aguas servidas o sucias, la recolección de basuras se da por la

empresa recolectora del municipio, y contribuyen al cuidado de las zonas verdes.

Los factores ponderados que se trabajaron fueron: Disponibilidad del terreno y costos 10%, Vías de acceso a las instalaciones 40%, disponibilidad de servicios públicos 10%, condiciones locales 10% y disponibilidad de comunicaciones 15%, calificados por el administrador de la organización según la escala de 0 a 10. Las alternativas que se plantearon fueron adquirir un terreno más cerca de la competencia para construir que cuente con servicios públicos para realizar el traslado. La segunda alternativa fue dejar las instalaciones y utilizar la totalidad del terreno. El resultado de la ponderación se muestra en la tabla I

TABLA. I. Ponderación de Factores.

FACTORES	IMPORTANCIA	PONDERACIÓN DE FACTORES			
		ALTERNATIVA (A)		ALTERNATIVA (B)	
		Puntuación	Importancia * puntuación	Puntuación	Importancia * puntuación
Disponibilidad de terreno y costos	25%	9	2,25	5	1,25
Vías de acceso a las instalaciones	40%	9	3,6	5	2
Disponibilidad de servicios públicos	10%	8	0,8	2	0,2
Condiciones locales	10%	7	0,7	7	0,7
Disponibilidad de comunicaciones (GPS, internet, teléfono)	15%	10	1,5	6	0,9
<b>Total</b>	<b>100%</b>		<b>8,85</b>		<b>5,05</b>

Según los resultados que se obtuvieron en la tabla, la alternativa inicial fue la que obtuvo mayor puntaje. Es decir, se encuentran bien ubicados.

Respecto a la distribución en planta se desarrolló el diagrama relacional como herramienta para establecer los recorridos. Se trabajaron doce actividades relacionadas entre sí, estableciendo si es absolutamente necesario, especialmente importante, importante, ordinario, no importante y no deseable su cercanía dada las secuencias de las actividades. Se encontró que las distancias recorridas eran extensas y que las áreas no se encontraban definidas (Ver “Fig. 1”) Se propuso un plano para optimizar los tiempos, como se muestra en la “Fig. 2”

Fig. 1. Diagrama de Reparto Actual de la Empresa.



Convenciones

DESCRIPCIÓN
1- Río Magdalena
2- Zona de cargue y descargue de granos
3- Cabina de control
4- Piña # 1 para descargue de granos
5- Piña # 2 para descargue de granos
6- Piña # 3 descargue de palanquilla
7- Piña # 4 descargue de contenedores
8- Piña # 5 descargue de contenedores
9- Piña # 6 para descargue de cemento
10- Piña # 7 para descargue de carbón
11- Bascula
12- Garita entrada principal
13- Dependencia administrativa
14- Parqueadero de maquinaria
15- Parqueadero de maquinaria
16- Parqueadero de grúa
17- Almacenamiento de estibas

18- Parqueadero de camiones
19- Zona de almacenamiento materiales
20- Zona de almacenamiento cemento, carbón.
21- Encerramiento de la DIAN
22- Torre eléctrica #1
23- Torre eléctrica #2
24- Zona de hidratación
25- Baño personal administrativo
26- Baño personal operativo
27- Chatarra.

Fig. 2. Diagrama de Reparto Propuesta.



Convenciones:

DESCRIPCIÓN
1- Río Magdalena
2- Zona de descargue de granos
3- Cabina de control
4- Bascula 1 para mercancía a granel
5- Piña #1 para descargue de granos (muelle 1)
6- Piña #2 (muelle 2)
7- Piña #3 para descargue de cemento (muelle 3)
8- Piña #4 para descargue de carbón (muelle 3)
9- Zona de hidratación del personal
10-Bascula 2.
11-Parqueadero camiones
12-Garita de seguridad
13-Área administrativa
14-Parqueadero de maquinaria # 1
15-Parqueadero de maquinaria # 2
16-Zona de almacenamiento de palanquilla
17-Encerramiento de la DIAN
18-Zona parqueo de grúa
19-Torre eléctrica #1
20-Torre eléctrica #2
21-Almacenamiento de cemento
22-Almacenamiento de estibas
23-Zona de chatarra
24-Punto ecológico
25- Baño administrativo
26-Baño operativo
27-Patio # 1
28-Patio #2
29-Parqueadero externo
30-Cafetería externa

El diagrama propuesto delimitó nuevas áreas de almacenamiento, propone una cafetería, una báscula, parqueaderos externos e internos para maquinaria, carros motos y camiones, zona de chatarra y un punto ecológico. En amarillo se puede observar el desplazamiento de los camiones de carga, en color verde la división de patios y el color azul representa el río Magdalena. Se propuso de igual forma la unión de las piñas 3,4 y 5 para aprovechar los espacios entre estas, aumentando los niveles de seguridad para los trabajadores.

Este diseño es resultado de tener en cuenta las necesidades propias de la empresa, el análisis de los espacios existentes y del desarrollo de las labores diarias. De igual forma se consideraron los principios básicos para la distribución en planta:

**Integración de conjunto:** Este diseño integra operarios, mercancías, normativa legal y demás factores de forma racional, encontrando adecuación del área en sí y sus áreas circundantes.

**Mínima distancia recorrida:** recorrer la mínima distancia es fundamental para la optimización de los tiempos. Para ello se procuró en el diseño, por la colocación adyacente de las operaciones sucesivas, teniendo en cuenta la seguridad tanto del trabajador como de la mercancía.

**Circulación o Recorrido:** este principio se relaciona con el principio de la mínima distancia. El diseño buscó que el

material se mueva sin retrocesos o movimientos transversales, se busca un avance de la mercancía a su punto final.

**Espacio Cúbico:** dado la cantidad de terreno con la que cuenta la empresa, esta presenta áreas que no poseen ningún tipo de uso, lo que genera acumulación de desechos en las mismas. El diseño propende por la utilización adecuada de los espacios generando nuevas áreas requeridas por el proceso.

**Satisfacción y Seguridad:** Es uno de los principios que más estuvo presente en el nuevo diseño, se señaló cada una de las áreas con las respectivas advertencias de peligro. En planta se ubicaron los extintores y se realizó la respectiva socialización de las modificaciones.

**Flexibilidad:** El diseño propuesto cuenta con un uso de área mayor, pero no se requieren grandes modificaciones o construcciones que impliquen alta inversión.

La validación del diseño se realizó con una herramienta de simulación denominada solidwork 3D. Para la elección del software se realizó un análisis entre las ventajas y costos de tres software: Microsoft Visio, Solidwork y Autocad 3D y se escogió la herramienta mencionada por su bajo costo y fácil manejo del diseño. La escala de diseño que se utilizó se relaciona en la tabla III y la simulación del diseño actual se evidencia en la “fig. 4”. El diseño actual se basó en las medidas recolectadas en la investigación dado que no existían planos fiables para la base del mismo.

TABLA III. Escalas usadas en los planos.

ESCALA	TAMAÑO REAL
1:1200	1m=100cm
1:1300	1m=100cm
1:1600	1m=100cm

Buscando una mejor visualización de cada una de las dependencias, señalar las áreas adecuadamente, mejorar la distribución de las máquinas y equipos y adecuar los espacios mínimos requeridos para el confort de los empleados, se realizó la propuesta como se muestra en “Fig. 3”.

Fig. 3. Diseño propuesto.



La nueva zona cubierta de hidratación, la nueva bascula de pesaje para mercancía a granel, la demarcación de los silos, la señalización de las rutas de evacuación, el punto de encuentro, la ubicación de extintores, la demarcación de las zonas de parqueo, el punto ecológico, la unión de las piñas 3, 4 y 5, y el piso en concreto permitirán mejorar el desempeño de las operaciones en la organización. Lo anterior en el argumento de la seguridad industrial requerida para los trabajadores,



disminuyendo los tiempos de recorrido y mejorando la satisfacción sus partes interesadas.

Finalmente, el diseño se socializó con el personal de la organización. Revisaron los planos con las medidas actualizadas, la simulación realizada en el software y las mejoras propuestas en el diseño. Se llegó a la conclusión que la organización cumple parcialmente con los requisitos establecidos en el código nacional de navegación y actividades fluviales. Lo anterior evidenciado en los siguientes hallazgos: inadecuada señalización de los espacios, almacenamiento inadecuado de mercancía produciendo su deterioro y/o pérdida, infraestructura inadecuada generando desorden e incidentes laborales.

Fig. 4 Vista del Modelo en 3D



El análisis de la localización que se realizó, ratificó la adecuada ubicación de la empresa. Sin embargo, su distribución en planta actual dificulta la realización de las operaciones portuarias y pone en riesgo la seguridad y salud de sus trabajadores. El diseño propuesto abordó los principios básicos de distribución en planta, presentando un esquema de señalización para: las zonas de parqueadero, las rutas de evacuación, las zonas de almacenaje, la nueva báscula de pesaje, los extintores, el punto de hidratación, el punto de

encuentro y el punto de ecológico. Con lo anterior se buscó mejorar las condiciones de los trabajadores en sus condiciones físicas y de salud, sin dejar atrás los requerimientos de la empresa.

#### REFERENCIAS

- [1] Agredo, María Isabelina y Robles, Alba. *Diseño de Distribución en Planta Mediante el Método de Diagrama Relacional para la Empresa Sociedad Portuaria S.A.* Barrancabermeja: Instituto Universitario de la Paz, 2017.
- [2] República, Congreso de la. *Código Nacional de Navegación y Actividades Portuarias, Fluviales, Ley 1242.* Bogotá: s.n., 2008.
- [3] Becerra, Diana. *Propuesta de Redistribución de Planta para la Empresa Industrias Alimenticias Trigo y Miel.* Bogotá: Universidad de la Salle, 2006.
- [4] Cardozo, Diego. *Localización y Distribución en Planta de la Empresa Pretecor.* Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander, 2006.
- [5] Zapata, Álvaro. *Organización y management.* Colombia: Del Valle, 2006.

# Diseño de un programa de prevención y protección contra caídas de trabajos en alturas para la empresa JAD Construcciones y Servicios Ltda ubicada en la ciudad de Sincelejo-sucre

Beatriz Elena Beltrán Mujica, Adis Virginia Fernández Barrios y Daniel Eduardo Tovar Romero  
 Instituto Universitario de la Paz, Barrancabermeja  
[beatriz.beltran@unipaz.edu.co](mailto:beatriz.beltran@unipaz.edu.co), [adis.fernandez@unipaz.edu.co](mailto:adis.fernandez@unipaz.edu.co), [danieltovarromero@hotmail.com](mailto:danieltovarromero@hotmail.com)

**Resumen** — En el presente artículo muestra los resultados de el Diseño de un Programa de Prevención y Protección Contra Caídas en la empresa JAD Construcciones y Servicios Ltda. Para mitigar el riesgo de caídas, en lugares de trabajo, basados en la normatividad vigente colombiana (Resolución 1409 de 2012).

Esta propuesta tiene como objetivo aportar controles administrativos para peligros en alturas y dar a conocer la importación de este programa en empresas para el desarrollo de sus actividades, por lo que se hace necesario, analizar y verificar las condiciones de trabajo. Encontrar la causa raíz de accidentalidad generada por estas actividades, posteriormente para aplicar controles, mediante el diseño de procedimientos y medidas de protección de trabajos seguros en alturas apoyados en la normativa vigente, todo esto con el fin de mantener la integridad física de los trabajadores en cualquier sitio elevado.

**Palabras clave:** alturas, controles, programa, medidas

**Abstract** — The purpose of this article is to present the main results of there proposes itself the Design of a Program of Prevention and Protection Against Fall in the company JAD Constructions and Services Ltda. To mitigate the risk of falls, in places of work, based on the in force Colombian normatividad (Resolution 1409 of 2012).

*This proposal aims to provide administrative controls for dangers in heights and announce the import of this program in company for the development of his activities, by what it becomes necessary, to analyze and to check the conditions of work. The reason finds root of accidentalidad generated by these activities, later to apply controls, mediante the design of procedures and protection measures of sure works in heights supported on the in force regulation, all that in order to support the physical integrity of the workers in any high site.*

*Project presented as requirement to obtain the title of Engineering in Hygiene and Industrial Security.*

**Key words:** heights, controls, program, measures.

## V. INTRODUCCIÓN

Según la Organización Internacional del Trabajo (OIT), las ocupaciones en altura producen la mayor cantidad de muertes en el mundo laboral, pues el 70% de los accidentados por caídas fallecen en el sitio del hecho a causa de lesiones severas.[1]

En Colombia en el sector industrial los 4 principales trabajos realizados con una mayor frecuencia son los llamados trabajos en caliente, intervención de líneas, entrada a espacios confinados y los trabajos en altura, donde el trabajador que realiza estas actividades constantemente se encuentra en un alto riesgo. [2]

Estudios realizados por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social señalan que el 14% de accidentes de trabajo cobran víctimas mortales por caídas de altura. En el año 2009 en Colombia se registraron 60.000 accidentes. Según estas cifras reportadas por el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social la mortalidad en el trabajo en nuestro país ha tenido un notable descenso en los últimos años. Durante 2010 se registraron 955 casos llegando a 1.289 casos en 2013. Para 2015 el número de casos presentó un leve descenso de 117 casos. Destaca el Ministerio de Trabajo y Seguridad Social la importancia de las políticas de salud ocupacional en la ocurrencia de estos eventos. [3]

Se sabe además que dentro del Sistema General de Riesgos Profesionales los participantes (empleadores, trabajadores, ARL, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social) deben disponer sus recursos, sus esfuerzos y su conocimiento para garantizar la vida e integridad de los trabajadores Colombianos. [4]

En año 2012, fue publicada la Resolución 1409 de julio 23, por la cual se establece el Reglamento de Seguridad para protección contra caídas en trabajo en alturas. dando inicio a la serie de normas actualizadas y creación de nuevos cargos relacionados con el tema de establecer reglamentos de seguridad para protección contra caídas en trabajo en alturas. [5]

En función de lo anterior, se hace necesario diseñar controles para trabajo seguro en alturas, ya que esta actividad es una de las principales causas de accidente de trabajo y es obligación promover la seguridad industrial para así dar cumplimiento de la normatividad en el Sistema de Gestión de Seguridad en el Trabajo de Colombia que dentro de sus objetivos diseñara una metodología de trabajo seguro en alturas.

En Colombia el trabajo en alturas está considerado como de alto riesgo debido a que, en las estadísticas nacionales, es una de las primeras causas de accidentalidad y de muerte en el trabajo, las tareas que involucran trabajo en alturas, requieren de la planeación, organización, ejecución, control y evaluación de actividades para su intervención. [6] De este modo, el Ministerio del Trabajo expidió el Reglamento de Seguridad para Protección Contra Caídas en Trabajo en Alturas (Resolución 1409 de 2012), el cual es de estricto cumplimiento para empleadores, empresas, contratistas, subcontratistas y trabajadores de todas las actividades económicas de los sectores formales e informales del país.

La empresa JAD Construcciones Y Servicio Ltda, desarrolla actividades de construcción y otras obras de ingeniería civil; por consiguiente el desarrollo de su objeto social implica trabajo seguro en alturas (por encima de 1.5m), motivo por el cual se hace necesario establecer controles para la prevención y protección del personal que se encuentre expuesto en dicha actividad; así mismo es de vital importancia que los trabajadores conozcan y tengan preparación, entrenamiento certificado, además de eso sepan como actuar en caso de una emergencia de cualquier índole.

Con la presente investigación buscamos identificar a partir de la necesidad de la empresa cuales son los controles administrativos que se requieren, para que los trabajadores operen de manera segura, estos controles se identifican en el diseño de un Programa de Prevención y Protección Contra Caídas de trabajos en alturas, buscando asegurar el control de riesgo prioritario alturas para JAD Construcciones y Servicios Ltda, brindando seguridad en sus procesos industriales disminuyendo la probabilidad de accidentes laborales, garantizando un ambiente laboral apropiado y seguro que contribuyan en la mejora continua en sus procesos y procedimientos. Así mismo, el programa podrá ser utilizado como herramienta para el control y seguimiento del riesgo inherente a la actividad de la organización, para la toma de decisiones acertadas y oportunas, encaminadas al desarrollo de procesos que a través de una gestión sistemática y estructurada aseguren el mejoramiento continuo.

Por otra parte, este documento pretende hacer un aporte actualizado sobre la prevención y protección contra caídas basado en la normativa vigente Resolución 1409 de 2012 al Sistema de Gestión en Seguridad y Salud en el Trabajo de la empresa.

## VI. DESARROLLO

Debido a la tecnología y las nuevas necesidades del mercado las empresas se encuentran en un entorno cambiante en todos los ámbitos, tanto a nivel tecnológico como en lo que se refiere a los sistemas de gestión. Ello conlleva a que deban hacer un esfuerzo importante para adaptarse lo más rápidamente posible a las nuevas situaciones con el fin de seguir siendo competitivas y eficientes en los mercados que se desenvuelven, sujetos inevitablemente al proceso de globalización, con sus ventajas, pero también con sus

dificultades, estos factores provocan que se estén produciendo modificaciones sustanciales en la cultura empresarial actual. [7]

De esta forma aparecen nuevos enfoques de gestión sobre los que se centran las nuevas tendencias empresariales, tales como la mejora continua, el cuadro de mando integral, la gestión del conocimiento, nuevos modelos en el ámbito de la gestión de calidad, ambiental, seguridad y salud ocupacional, estos dos últimos motivos del estudio enfocado al riesgo de alturas corrigiendo gestión de servicios brindando procesos seguros en cuanto a producción y a la salud del trabajador se refiere.

Según las OHSAS 18001 Riesgo es la probabilidad de suceder un evento, impacto o consecuencia adversa; se entiende también como la medida de la posibilidad y magnitud de los impactos adversos, siendo la consecuencia del peligro y está en relación con la frecuencia con que se presente el evento. [8]

En diversas actividades ligadas a la construcción y labores en casa, se pueden encontrar trabajos en lugares elevados: plataformas, escaleras, estructuras elevadas, andamios, techos, azoteas, entre otras, los cuales presentan el riesgo de caída de objetos o herramientas desde altura; estas actividades requieren un alto sentido de conciencia, inicialmente por el autocuidado seguidamente por los que trabajan debajo de nosotros. [9]

El objetivo de esta investigación es generar una estrategia que prevenga o disminuya accidentes por causas de la labor, así mismo pérdidas económicas para la empresa.

La investigación se desarrolló en cuatro etapas:

- Para hacer el reconocimiento de la empresa, se elaboró un diagnóstico de las condiciones de trabajo en las actividades propias de trabajo seguro en altura.
- Se identificaron las causas básicas y causas inmediatas de accidente de trabajo generada por las actividades de trabajo en altura.
- Se diseñaron controles administrativos para la mitigación de caída por peligro de trabajos en alturas en la empresa.
- Se dieron a conocer los controles administrativos generados para la prevención y seguridad de los trabajadores en el desarrollo de actividades de trabajo en alturas en la empresa.

El tipo de investigación presentada en el trabajo es de tipo descriptivo ya que se centra en la observación y descripción de la seguridad del entorno, así como en las actividades diarias que puedan comprometer la Salud y Seguridad de los trabajadores de JAD Construcciones y Servicios Ltda.

## VII. RESULTADOS OBTENIDOS

Inicialmente, se realiza observación en campo con el fin de identificar las actividades de riesgo por peligro en altura y tipos de sistemas o medios utilizado en estas actividades.



Dentro de las actividades se describen:

- Montaje de Campamento
- Construcción de muro en bloque rebitado de 15x20x40 cm con dovelas
- Construcción de Viga de amarre en concreto de 3,000psi 0,15x0, 3. Incluye acero de refuerzo (4 # 4, estribos #3 c/0,2)
- Construcción de muro en ladrillo rebitado de 15x20x40 cm
- Construcción de machón en concreto de 3,000psi 0,15x0,2. Incluye acero de refuerzo (4 # 4, estribos #3 c/0,2)
- Construcción de muro en ladrillo catalán blanco a la vista. Incluye dovelas (Bloque 15x10x40 de Indural)
- Construcción antepecho .90 en bloque rebitado de 15x20 cm
- Revoque de muros en mortero 1:4
- Estuco

Se pudo observar que el desarrollo de actividades de obra civil de la empresa, no se realiza de manera adecuadas, ya que comprometen la Seguridad y Salud de los trabajadores, como se observa en la Fotografía N°1 debidas al sobrepeso que tiene el sistema de acceso (andamios) no certificado para resistir carga de materiales a la que está expuesta, a esto se suma todo los actos y condiciones inseguros que realizar los trabajadores ya sea por el desconocimiento de la norma o simplemente la omisión de esta.



**Fotografía N°1: Construcción de muro en ladrillo catalán**

Una vez evaluado el entorno se procedió a la realización de un inventario de los tipos de herramientas y equipos utilizado para realizar trabajo en alturas en la empresa, sus condiciones físicas y técnicas; en la Fotografía 2, se muestra los equipos, herramientas y equipos utilizados, los cuales se encuentran en condiciones desfavorables.

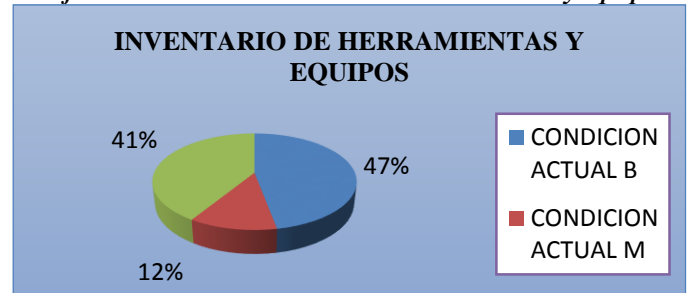


**Fotografía N°2. Equipos, máquinas y herramientas.**

Así mismo, se realizó una clasificación de las condiciones actuales del equipo, considerando el estado de las mismas como (B) Bueno: cuando el equipo se encuentra en óptimas condiciones, y no compromete la seguridad del operario; (R) Regular: el equipo necesita reparación o mantenimiento para su uso, y (M) Malo: definitivamente el equipo debe ser sustituido y no puede ser utilizado por ningún motivo.

El Grafico 1, evidencia la clasificación de los equipos y herramientas dentro de las cuales el 47% de estas se encuentran en buen, el 41% posee condiciones regulares y el 12% se encuentra en malas condiciones. Considerando estos resultados como de alto riesgo para los trabajadores expuestos a estas actividades.

**Grafico 1. Condiciones actuales de herramientas y equipos**



**Fuente. Autores**

Posteriormente se llevó a cabo la aplicación de una herramienta (lista de verificación) que permitió conocer las condiciones de seguridad en alturas y cumplimiento de la normativa vigente, para establecer el grado de riesgo al cual están expuestos los trabajadores.

La lista de verificación consta de 44 ítem para trabajo en alturas, divididos en 3 aspectos fundaméntale mostrados a continuación:

**Aspectos de verificación 1.** Requerimientos mínimos para medidas de prevención. Donde podemos encontrar verificación de: (Sistema de Ingeniería, Programas de protección contra caídas, Medidas colectivas de prevención, Delimitación del área, Señalización, Control de acceso, Manejo de desniveles, Inspector de seguridad).

**Aspectos de verificación 2.** Requerimientos mínimos para medidas de protección contra caídas. Donde podemos encontrar verificación de: (Medidas pasivas de protección, Medidas Activas de protección)

**Aspectos de verificación 3.** Lineamientos para el uso seguro de sistemas de acceso para trabajos en altura. Donde podemos encontrar verificación de Andamios, escaleras, elevadores de personal y grúas con canastas.

#### Calificación

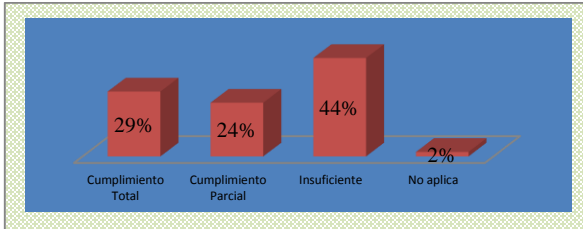
**T (Cumplimiento Total):** cumple con todos los requerimientos exigidos por la normativa colombiana resolución 1409 de 2012.

**P** (Cumplimiento Parcial): cumple con algunos requisitos exigidos, pero no lo suficientes de acuerdo a lo exigido por la normas.

**I** (Insuficiente): no cumplen con lo exigidos por la norma.

**NA** (No aplica)

**Grafico 2. Resultados de la lista de verificación de trabajo en altura**



**Fuente. Autores**

Como resultado se observa que el 29% de las medidas de prevención y protección en alturas son aplicadas correctamente en la empresa con el cumplimiento con la normativa vigente. Por otra parte, hay un cumplimiento parcial del 24% que señala que cumple con algunos requisitos exigidos, pero no lo suficientes de acuerdo a lo exigido por la norma y por últimos un 44% que evidencia la insuficiencia de controles para prevención y protección contra caídas en actividades de trabajos en alturas, aclarando así uno de los motivos por lo que ocurren eventos no deseados dentro de la organización.

Es importante hacer el análisis de los peligros relacionados con trabajos en alturas en las actividades que desarrolla la empresa.

**Tabla 1. Clasificación de peligros en construcción de obra**

Actividad	Descripción	Clasificación
Trabajos para placas, muros vigas y columnas	Caída de personas a distinto nivel por alteraciones climáticas (calor, lluvias, tormentas eléctricas, fuertes vientos)	Condiciones Climáticas
	Caída de personal a distinto nivel por posición no adecuada para trabajar.	Biomecánica
	Caída de personas a distinto nivel por descuido de personas o mal uso de equipos para descenso en trabajo en altura.	Psicosocial
	Caída de personas a distinto nivel por daños o mala instalación de equipos para descenso en trabajo en altura como andamios colgantes, sillas para descensos y mala manipulación de ellos	Mecánicos
	Caída de personas a distinto nivel por vacíos en placa (ductos, foso ascensor); por falta de orden y aseo en las áreas, Caída de materiales, objetos o herramientas a distinto nivel, Transportados por el equipo, por trabajo en los bordes de las placas.	Locativo

**Fuente: Autores**

Las consecuencias del trabajo en alturas son críticas si los trabajadores no tienen prácticas seguras y por desconocimiento realizan actos inseguros entre ellos la operación inadecuada de equipos, la omisión en el reporte de las condiciones de deterioro de los equipos y herramientas utilizadas.

El nivel de riesgo de los trabajadores de la empresa ante los peligros de alturas, es:

Nivel de Deficiencia (ND): Alto (A) – Valor: 10

Nivel de Exposición (NE): Frecuente (EF) – Valor: 4

Nivel de Probabilidad (NP): ND x NE = 40 – Valor cuantitativo: Muy Alto (MA).

Esto indica que la situación es deficiente con exposición continua o muy deficiente con exposición frecuente. La materialización del riesgo puede ocurrir con frecuencia.

Nivel de Consecuencia (NC): Muy Grave - Valor: 60. Lesiones Graves e irreparables.

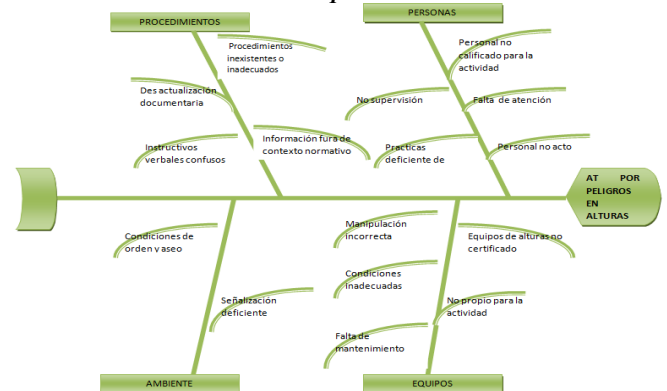
Nivel de Riesgo e Intervención = NP x NC = 2400. – NIVEL I

Bajo el criterio de la guía técnica colombiana GTC 45 al tener un nivel de riesgo NIVEL I, esta es una situación crítica y debe corregirse de manera urgente, ya que está pueden ocasionar accidentes e incluso la muerte. [10]

Dentro de la segunda fase de la investigación se evaluó las causas básicas y causas inmediatas de accidente de trabajo generada por las actividades de trabajo en altura en la empresa, implementando la metodología de causa efecto para identificar las causas raíz de accidentalidad generada por las actividades de trabajo en alturas.

Teniendo en cuenta las actividades anteriormente mencionadas y conociendo las fallas detectadas en herramientas y máquinas en el diagnóstico inicial, se empleó la metodología de causa efecto para identificar e interconectar las causas básicas y causas inmediatas que pueden llevar los peligros en alturas detectados; esta metodología de Ishikawa que permite diferenciar las posibles causas y efecto de las labores de trabajo en alturas. [11]

**Figura 1. Causa – Efecto Procedimientos de Trabajo en Campo**



**Fuente: Autores**

Para un posible accidente de trabajo por peligro en alturas, se planteó cuatro ramas de problemas; en los procedimientos se identificó que las causas más comunes en los accidentes con lesión y sin lesión en la base de la organización estaban aunadas a las instrucciones verbales confusas, procedimientos inadecuados de trabajo y algunos de ellos que no están documentados. Se evidencia que muchas de las personas que

imparten órdenes jefes de área), han hechos labores empíricas durante muchos años y están seguros que porque a la fecha no han tenido accidentes laborales, es la manera correcta de hacerlas. Así mismo, las faltas de capacitación y de procedimientos adecuados documentados para actividades de obra civil, conllevan a una probabilidad mayor de accidentes.

Siguiendo con el análisis:

**En ambiente**, existen condiciones que dan origen a ocurrencias de eventos no deseados como la falta de orden y aseo en lugares de trabajo, al igual la inadecuada señalización que en relación con otras condiciones locativas generan consecuencias lamentables.

**En equipos**, se evidencia ausencia de mantenimiento preventivo y autónomo no existen protocolos de seguridad para el uso de equipos, sus condiciones no son las más adecuadas y algunos no son certificado para las actividades de trabajo en alturas: líneas de vida, puntos de anclaje.

**En personal**, puede evidenciarse que la falta de atención, la falta de supervisión, fatiga y prácticas deficientes de trabajo son las causas más comunes de los accidentes por peligro en alturas. Claro ejemplo de estas situaciones son los trabajos a altas temperaturas, bajo el sol y con pocas pausas pasivas que les permitan a los trabajadores descansar. El estrés térmico sumado con el trabajo de herramientas y equipos dentro de la obra, ha generado incidentes menores que deben ser controlados.

Todos estos aspectos negativos que generan la accidentalidad, probablemente a la falta de procedimientos un documento guía que garantice la seguridad y el bienestar de los trabajadores cuando realizan trabajos en alturas, en este caso la ausencia de un programa de prevención y protección contra caídas.

Por eso es necesario que la empresa JAD Construcciones y Servicios Ltda determinen responsabilidades y el perfil por función de cargo para la realización de trabajos en alturas ya que esta actividad tiene un marco jurídico legal el cual se debe cumplir a cabalidad.

El Programa de Prevención y Protección Contra Caídas diseñado como control administrativo para mitigar el riesgo de caídas en actividades relacionadas con trabajo en alturas, para la empresa JAD Construcciones y Servicios Ltda. Está conformado por una serie de especificaciones basadas en la resolución 1409 de 2012 así:

En primer lugar, se realizó unas series de definiciones de temas relacionados con trabajos en altura todo esto apoyado en la normativa vigente, a partir de allí se encuentran responsabilidades de todo el personal involucrado en estas actividades, acompañada de un plan de formación y requerimientos para las personas, las cuales están apoyado en una serie de documentos diseñados para la implementación y control de estas.

Después se establecieron estrategias de prevención y protección contra caídas establecidas en la normativa vigente para la preservación de la seguridad y salud de los trabajadores involucrados en estas actividades. Estas son: sistemas de ingeniería de prevención, medidas colectivas de protección, medidas activas y pasivas de protección, todas esta acompañadas de la documentación correspondiente para su implantación y control.

Por último, se encuentra una guía de desarrollo de actividades y procedimiento de trabajo seguro como controles de prevención para la ejecución de las actividades de trabajo en alturas, acompañados por una serie de documentos a implementar.

Después de haber diseñado el programa para la empresa se socializaron los controles administrativos generados para la prevención y seguridad de los trabajadores en el desarrollo de actividades de trabajo en alturas, se abordó toda la población; es decir trabajadores y directivos de la empresa; se dio a conocer el programa de PPPCC, importancia del programa, obligaciones legales, funcionamiento del programa, beneficios, e implementación.

## VIII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Al realizar las visitas a áreas de trabajo en la empresa JAD Construcciones y Servicios Ltda. se permite identificar, verificar y valorar las actividades de trabajo en alturas y a su vez evidenciar en estas actividades, que las condiciones en ejecución nos son las más adecuadas, por la ausencia o deficiencia de controles al momento de realizar trabajos en altura. Por otra parte, los equipos de trabajo en alturas no certificados, y en condiciones desfavorables originan un nivel de riesgo muy alto, todo esto aspectos negativos clarifican la no aplicación de la normativa de trabajo en alturas.

Al emplear la metodología de causa efecto para identificar las causas raíz de accidentalidad generados por el trabajo en alturas se puede conocer que la causa más probable de accidente se debe a los actos inseguros y condiciones inseguras, siendo estos partes del procedimiento de operacional, debido que se vuelven parte de la rutina de trabajo por el desconocimiento de procedimientos o en su defecto por la no existencia de un Programa de Prevención y Protección Contra Caída. Ya que este ayuda a identificar y prevenir los diferentes riesgos generados por actividades de trabajo en alturas.

Para la socialización de los controles generados para las actividades de trabajo en alturas de la empresa. Los trabajadores se deben comprometer por aprender lo dispuesto en este programa y aplicarlo en sus lugares de trabajo, de tal forma que se vea reflejado el compromiso respecto al trabajo en alturas.



Se recomienda:

Las personas que están autorizadas para trabajar en alturas son aquellas que se encuentran certificadas en el curso de nivel avanzado de alturas vigente y que por dictamen médico no tengan ninguna restricción, con edades entre 20 y 45 años, contar con buenas condiciones de salud, tener preparación y entrenamiento previo en aspectos técnicos y de seguridad propios para la labor.

El uso de elementos de protección personal requiere conciencia y entrenamiento por parte del usuario con conocimiento y concientización del riesgo. Los empleados deben tener claro que el elemento no elimina el riesgo, si el elemento falla, se estará expuesto. Para reducir la posibilidad de falla, el elemento debe estar debidamente ajustado y manteniendo en condición de limpieza para el buen uso.

Ningún trabajador puede realizar tareas o trabajo ocasionales con riesgo de caídas desde alturas, sin que cuente con el debido permiso de trabajo revisado, verificado en el sitio de trabajo y avalado por una persona competente delegado por el empleador. Disponer de elementos de protección personal y equipos necesarios para realizar trabajos en alturas de forma segura.

Cualquier modificación que realice la normativa vigente de trabajo en alturas debe aplicarse a este programa debido a sus requerimientos legal van atados a ella

#### REFERENCIAS

[1] ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL TRABAJO (OIT). Informe preliminar de la investigación: Descripción del accidente de trabajo mortal. Datos cedidos amablemente por el Dr. Jorge Humberto Mejía A., Sociedad médica para la investigación y control de riesgos profesionales. Washington. USA. OIT; 2009. Primera edición 21-54 SOMINCORP

[2] SEPULVEDA, Adriana Patricia. Diseño del programa para el trabajo seguro de alturas Trabajo de grado Ingeniería Industrial. Duitama (Boyacá), Trabajo de grado. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Facultad de ingeniería 2015, 8.p.

[3] COLOMBIA. MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL. Accidente de trabajo mortal reportado. Datos cedidos. Gerencia de Prevención de Riesgos. SURATEP S.A COLOMBIA. Bogotá 2015 informe. 12-IF

[4] COLOMBIA. MINISTERIO DE TRABAJO Y SEGURIDAD SOCIAL, MINISTERIO DE SALUD Y CONSEJO NACIONAL DE RIESGOS PROFESIONALES. (Julio de 2015) Política pública para la protección de la salud en el mundo del trabajo. Bogotá.

[5] COLOMBIA. MINISTERIO DE TRABAJO. Resolución 1409 (Julio 23 de 2012). Por la cual se establece el Reglamento de Seguridad para protección contra caídas en trabajo en alturas. En: Diario Oficial No. 48.517 de 9 de agosto de 2012

[6] ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO. Facultad Ingeniería Industrial. Laboratorio de Producción. Trabajo En Altura Protocolo. Edición 2. 2009. 45p.

[7] HI, Nelly. Innovación y desarrollo tecnológico como determinantes de la competitividad empresarial. En: SOCIEDAD ECONOMISTA DE DESARROLLO. SED [sitio web]. Lima, Perú. "Innovación y desarrollo tecnológico" [Consulta: 5 julio 2017]. Disponible en: <http://www.social/innovac/tecnosed.gr>

[8] OCCUPATIONAL HEALTH AND SAFETY ASSESSMENT. [sitio web]. OHSAS 18001. Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional: especificaciones sobre la salud y la seguridad. [Consulta: 5 julio 2017]. Disponible en: <http://www.ohsas%ocupational.%health/.and.assessment.es>

[9] MAYHUA, Cesar. Accidente de caída de objetos desde alturas. [sitio web]. Perú. [Consulta: 15 MAYO 2017]. Disponible <http://www.alturasprevencionseguridad.co/12#>.

[10] INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN (ICONTEC). Guía Técnica Colombiana GTC 45. Guía para la identificación de los peligros y la valoración de los riesgos en Seguridad Y Salud Ocupacional. Bogotá D.C. El instituto, 2015.

[11] MANCERA, Mario. Seguridad e Higiene Industrial: Gestión de riesgos. Editorial: ALFAOMEGA. ISBN: 9789586828369. Año de edición: 2012. 488p.

# Diseño e implementación de un sistema de cavitación para la realización de prácticas

José Vicente Miranda Sánchez, Dirney José Jurado Hernández, Marly Adriana Ortiz Moreno  
Ingeniero de Producción, Ingeniero Electrónico, Ingeniera Electrónica  
Instituto Universitario de la Paz

[Dirney.jurado@unipaz.edu.co](mailto:Dirney.jurado@unipaz.edu.co), [jose.miranda@unipaz.edu.co](mailto:jose.miranda@unipaz.edu.co), [marly.ortiz@unipaz.edu.co](mailto:marly.ortiz@unipaz.edu.co)

*Resumen-* Durante el desarrollo de este trabajo se diseñó y se implementó un sistema de cavitación para llevar a cabo prácticas que permitan poner en práctica los conocimientos adquiridos en las asignaturas mecánica de fluidos, instrumentación y sistemas de control; las cuales hacen parte de la formación profesional del Ingeniero de Producción. Para el desarrollo del sistema de cavitación en primer lugar, se establecieron las variables que intervienen en el proceso: Presión de descarga, caudal, NPSHr (Requerido) y NPSHa (Disponible). En segundo lugar, se realizó el diseño del banco de cavitación donde se tuvieron en cuenta los diseños y especificaciones para el tanque o depósito de agua, indicador de nivel, bomba centrífuga, bomba de vacío, rotámetro, sistema de tubería, manómetro, válvula reguladora de flujo, montaje eléctrico y la estructura del módulo. El resultado obtenido fue un banco de pruebas totalmente funcional al cual se le hizo puesta en marcha mediante la implementación de guías de laboratorio.

*Palabras Clave-* Cavitación, banco de pruebas, bomba centrífuga, tanque, indicador de nivel, rotámetro

*Abstract-* During the development of this work, a cavitation system was designed and implemented to carry out practices that allow putting into practice the knowledge acquired in the subjects of fluid mechanics, instrumentation and control systems; which are part of the professional training of the Production Engineer. For the development of the cavitation system in the first place, the variables that intervene in the process were established: Discharge pressure, flow rate, NPSHr (Required) and NPSHa (Available). Secondly, the design of the cavitation bank was carried out, taking into account the designs and specifications for the tank or water tank, level indicator, centrifugal pump, vacuum pump, rotameter, piping system, manometer, regulating valve of flow, electrical assembly and the structure of the module. The result obtained was a fully functional test bench which was put into operation through the implementation of laboratory guides.

*Keywords -* Cavitation, test bench, centrifugal pump, tank, level gauge, rotameter

## IX. INTRODUCCIÓN

Este proyecto se basa en la necesidad de poner en práctica los conceptos teóricos adquiridos en la asignatura Instrumentación Industrial principalmente y afines de la Ingeniería de

Producción como el Control de bombas centrífugas, mediante el estudio del fenómeno de cavitación.

La cavitación es un fenómeno común pero difícil de entender y controlar, este ocurre durante el funcionamiento de las bombas centrífugas, provocando que estas no cumplan con su servicio, además causando daños internos, en las salidas de los alabes del rotor y en las paredes de las tuberías.

Cuando la bomba centrífuga trata de expulsar más líquido del que puede absorber, produce un efecto de vacío en el interior de la bomba. Esto reducirá la presión por lo que se producirán burbujas de vapor que principalmente rozarán a los álabes de los impulsores de la bomba, paredes de la tubería, sin dejar de afectar otros componentes.

En las últimas décadas, la tecnología del diseño de bombas centrífugas ha tenido un avance importante, el cual sumado a los incrementos en los costos de fabricación, ha llevado a desarrollar equipos con mayores velocidades específicas para minimizar esta influencia, lo que determina un incremento en el riesgo de problemas de succión, especialmente cuando operan fuera de su condición de diseño. Para corregir esto, se suministran los valores de caudal, la altura de impulsión y el fluido. Claro que sí, nadie como el usuario ha de conocer la instalación por la cual ha de operar la bomba y es más, es probable que el sistema diseñado para la succión, debido a una solución económica exigida, haga que no se encuentre en el mercado la bomba que pueda garantizarle un rendimiento sin problemas en el futuro.

Para el desarrollo del proyecto se procedió a diseñar y construir el banco didáctico para pruebas de cavitación en bombas centrífugas, con el fin de que los estudiantes y futuros ingenieros del Instituto Universitario de la Paz, cuenten con la capacidad de reconocer el fenómeno de la cavitación tanto teórica como experimentalmente, por esta razón el presente trabajo tiene como finalidad desarrollar e implementar una práctica para el laboratorio. Por medio de esta práctica, el estudiante podrá reconocer los signos de cavitación, el tipo y la causa que la producen en las bombas centrífugas, y adicionalmente entenderlo.

## X. DESARROLLO

### A. ANTECEDENTES

La cavitación es un fenómeno que produce el desgaste prematuro de componentes en sistemas de movimientos de fluidos, por esta razón es importante su estudio mediante bancos didácticos diseñados para simular un proceso industrial, el cual sirva para la demostración del fenómeno.

**Necesidad del Banco de Ensayo.** En la actualidad los estudiantes de Ingeniería de Producción no tienen alguna forma de conocer y/o estudiar el fenómeno de la cavitación en forma práctica, es decir, saber reconocer sus efectos en las bombas, que es la principal fuente de estudio en las asignaturas de la malla curricular del Ingeniero de Producción. Además el alto precio de los Bancos de ensayos ofrecidos en el mercado, hace necesario proyectar una forma económica de obtener un Banco de este tipo.

#### Algunos de los bancos ofrecidos en el mercado

- EH501 (EUROCIENCIA).



Figura 1. Aparato de cavitación EH501.

Fuente: Trabajo de grado del diseño de banco de ensayo de cavitación de bomba MANFRED BARRA SILVA Valdivia – Chile 2006 UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

Este aparato está formado por un cilindro transparente y giratorio dentro del cual se establece un flujo de líquido alrededor de un obstáculo fijo (cilindro o diedro). A través del cilindro es posible la observación de la cavitación: el líquido entra por las paredes de la caja en rotación y es proyectado por la fuerza centrífuga hacia el exterior.

Una bomba de vacío permite variar la presión del flujo, la velocidad de rotación y la altura del agua del interior del cilindro; estos tres parámetros también se estudian con el aparato. [1]

- EH505 (EUROCIENCIA)



Figura 2. Banco de cavitación EH505.

Fuente: Trabajo de grado del diseño de banco de ensayo de cavitación de bomba MANFRED BARRA SILVA Valdivia – Chile 2006 UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE  
El banco EH505 funciona en circuito cerrado mediante un módulo de alimentación. La vena transparente de ensayos está formada por un Venturi para la visualización del fenómeno. También permite medidas de presión y de caudal. [1]

- F10- V5 (ARMFIELD)



Figura 3. Aparato de cavitación Armfield F10-V5.

Fuente: Trabajo de grado del diseño de banco de ensayo de cavitación de bomba MANFRED BARRA SILVA Valdivia – Chile 2006 UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE

El aparato consta de una sección de Venturi rectangular con una ventana que permite una visualización completa. La sección de Venturi está ubicada entre dos acoplamiento en los extremos; el acoplamiento aguas arriba incorpora una válvula de regulación de caudal. El conjunto completo está acoplado sobre un tablero diseñado para ser montado en pared, y requiere los servicios de suministro de agua de laboratorio, la medición de caudal y sistema de drenaje del banco de hidráulica.

Tiene puntos de muestreo de presión en la garganta y en la entrada del Venturi y cada uno está conectado a un medidor instalado en el tablero. [1]

## B. METODOLOGÍA

Para el cumplimiento de los objetivos del presente proyecto, se desarrollaron los siguientes pasos:

**Recolección de información:** El objetivo de esta etapa es la de obtener información sobre el fenómeno de cavitación y conceptos de los principios hidráulicos que se presentan en bombas centrífugas mediante los siguientes pasos:

- Identificación de la necesidad.
- Determinación de los recursos necesarios.
- Recopilación de bibliografía y conceptualización.

**Contextualización de la información:** En este paso se seleccionan los temas que deberán contener la información básica de lo que se va a tratar, dentro de la realización del proyecto mediante el análisis de la literatura recopilada.

**Modo estructural del banco:** Con la información obtenida se procederá a realizar el esquema que tendrá el banco didáctico para la realización de pruebas de cavitación en una bomba centrífuga mediante los siguientes pasos:

- Definir las variables, los tipos de prácticas y el diseño preliminar del sistema didáctico, para la realización de pruebas de cavitación en una bomba centrífuga.
- Seleccionar los componentes del banco didáctico de pruebas de cavitación.
- Montar los componentes del sistema didáctico para la realización de pruebas de cavitación en una bomba centrífuga.
- Poner en marcha el banco de pruebas.

**Interpretación de la información:** Finalmente se hará un análisis de los resultados arrojados durante la realización del proyecto mediante los siguientes pasos:

- Realizar ajustes al banco de cavitación y a sus aspectos didácticos.
- Realizar procedimientos de operación y el manual de prácticas.
- Realizar las memorias referentes al sistema didáctico.

## XI. RESULTADOS OBTENIDOS

Para el desarrollo del proyecto se procedió a diseñar el banco de pruebas de cavitación, de acuerdo con las normas establecidas para este tipo de ensayos (NTC 4990 y el Código ASME, Performance Test Code, Centrifugal Pumps, 8.2. - 1965). Dado que la configuración del sistema es la de un circuito cerrado, la cabeza de la bomba, H, para un determinado caudal de operación debe permanecer constante independientemente de la presión existente en la superficie libre del agua en el tanque de recirculación.

### A. VARIABLES DEL PROCESO

**Presión de succión.** En el banco didáctico de cavitación esta presión de succión es la que va a ser siempre modificada en las pruebas, debido a que la restricción de flujo a la succión, la variación de nivel de fluido y la generación de vacío en el

tanque que modifica este valor, inciden en el comportamiento de la bomba.

- **Presión de descarga.** En las prácticas, el valor de la presión de descarga cambia en proporción a la variación de la presión de succión y el flujo, lo cual se evidencia en las pruebas realizadas sobre el banco.
- **Caudal.** En este proyecto, esta variable es manipulada primero, a la descarga de la bomba, para encontrar un punto de inicio de operación y en segunda instancia en una de las prácticas para restringir la succión de la bomba. El caudal de entrega siempre cambiará según el comportamiento de la bomba, según la cabeza y las restricciones en la succión.
- **NPSHr (Requerido).** Es la energía del líquido requerida para sobrellevar las pérdidas por fricción desde la entrada de la succión de la bomba hasta el ojo del impulsor sin que ocurra vaporización. Es característico de la bomba y está indicado en la curva de la misma. Varía con el diseño, tamaño y las condiciones en que opera. Está determinado por una prueba de levantado, produciendo una presión negativa (pulg/Hg), convirtiéndolo a pies de altura requerido. Esta variable, se utiliza para comprobar el punto de inicio de trabajo de la bomba para evitar problemas de cavitación y se encuentra en el intervalo de operación según fabricante y necesidad específica.
- **NPSHa (Disponible).** Es la energía que está en el líquido en la conexión de succión de la bomba, sobre la cabeza de succión disponible la vamos variando con la restricción de otras variables y está directamente relacionada con la presión de succión del sistema. Se calcula en las pruebas para ser confrontada con la cabeza de succión requerida y mayor que la energía en el líquido debido a la presión de vapor. Es característico del sistema y decimos que el NPSHa debe ser mayor que el NPSHr.

### B. DESCRIPCIÓN DEL BANCO

El banco didáctico para pruebas de cavitación (ver figura 4) cuenta con un Tanque en lámina de acero al carbono, el cual tiene como una de sus funciones mantener el nivel de líquido requerido para la operación de la bomba centrífuga. En la parte superior el tanque cuenta con tres boquillas de ½” con rosca interna, en las cuales se conectan, una válvula de bola para el llenado con agua, un indicador de presión de vacío (30psi a -30in/Hg) para visualizar la presión del sistema y una segunda válvula de bola que sirve como facilidad o punto de conexión de la línea de succión de la bomba de vacío. Sobre la parte lateral izquierda del tanque se encuentran instaladas dos facilidades de ½” con rosca interna, que sirven como puntos de conexión (superior e inferior) para instalar un tubo en acrílico transparente aforado, que tiene como función evidenciar el nivel o columna de líquido al interior del tanque.



En la parte inferior del tanque se cuenta con una toma de 1/2" con rosca interna, donde va instalada una válvula de bola que permite el drenaje del tanque para labores de limpieza y mantenimiento. En la parte izquierda del tanque, a nivel inferior, se encuentra ubicada una boquilla de 1-1/4" con rosca interna la cual actúa como punto de conexión de la línea de succión que llega a la entrada de la bomba centrífuga; en el segmento superior del tanque sobre la misma línea de la toma de la succión, se cuenta con una última boquilla de 1" con rosca interna, la cual se utiliza como facilidad de conexión de la línea de descarga o retorno de la bomba centrífuga.

En la línea de succión a la salida del tanque se encuentra instalada una válvula de globo en bronce, con conexión roscada, esta tiene como función permitir la estrangulación o regulación del flujo de agua hacia la entrada de la bomba centrífuga. Aguas abajo de la válvula de globo se instaló una sección de tubo en acrílico transparente, conectado hacia el tanque con una universal lisa en PVC y hacia la bomba con una unión en T lisa del mismo material; esta sección en acrílico permite visualizar las formaciones de burbujas de vapor en el fluido durante las prácticas de cavitación, como consecuencia de dicho fenómeno. A la entrada de la bomba, sobre la unión en T de PVC, se instaló un manómetro con rango de medición para presiones de vacío (30psi a -30in/hg), que permite leer las presiones estáticas y dinámicas.

Un elemento fundamental del banco didáctico es la bomba centrífuga, la cual se encuentra ubicada en el extremo derecho del módulo a la misma altura de la boquilla de succión del tanque, la bomba se encuentra anclada a la estructura a través de cuatro tornillos. La bomba en su boquilla de succión está conectada a una tubería en PVC de 1-1/4" y en la boquilla de descarga está conectada a una tubería en PVC de 1".

A la descarga de la bomba centrífuga se conectó una unión en T roscada de 1" en PVC, sobre la cual se instaló en la primera facilidad, un manómetro con un rango de (0 a 60psi), y en la segunda, una válvula de bola de 1/2", que cumple la función de bajar el nivel de agua del sistema, adicional a esto permite desalojar el aire presente en la bomba durante el llenado del circuito.

Sobre la línea de descarga, a la salida de la unión en T, se ubicó el rotámetro, acoplado en sus extremos por dos universales roscadas de 1" en PVC, que permiten su fácil desmontaje para un mantenimiento. La función del rotámetro es registrar el caudal (Q) de entrega de la bomba en GPM (galones por minuto) o LPM (litros por minuto), su rango de medición esta dado de 0 a 28 GPM o de 0 a 100 LPM. A la salida del rotámetro se encuentra otra válvula de globo en bronce de 1" roscada, la cual se utiliza para restricción de flujo según los requerimientos de cada práctica, finalmente se cierra el circuito con un sistema de tubería de 1" en PVC hacia el tanque.

Debido a la necesidad de variar la presión del sistema (tanque/bomba centrífuga), se montó una bomba de vacío ubicada en la parte inferior del módulo y conectada a su toma de succión por medio de una manguera que a su vez se

encuentra acoplada a una de las boquillas superiores del tanque.

Por otra parte, algo importante es la estructura del banco didáctico donde van soportados los componentes del sistema. Esta, es una estructura metálica diseñada y construida para tal efecto, posee además rodachines de seguridad capaces de soportar el peso de la estructura y sus componentes y de ser transportada y fijada en el lugar de las pruebas, adicionalmente en el panel de control ubicado en la parte frontal del módulo, se encuentra el switch de pare y arranque de la bomba centrífuga que internamente trae el guarda de protección eléctrica del motor; también encontramos el switch de pare y arranque de la bomba de vacío.

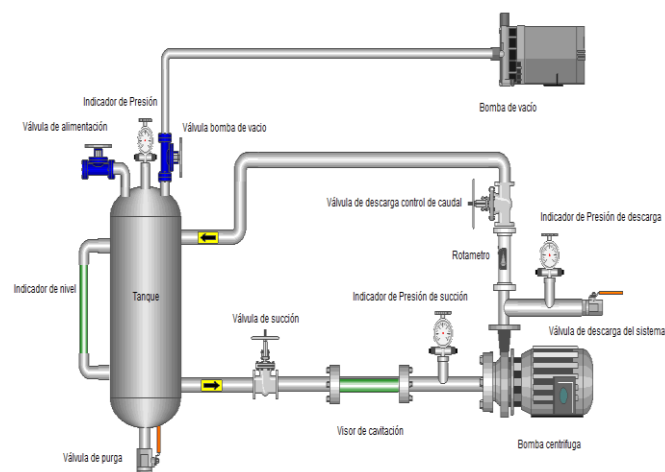
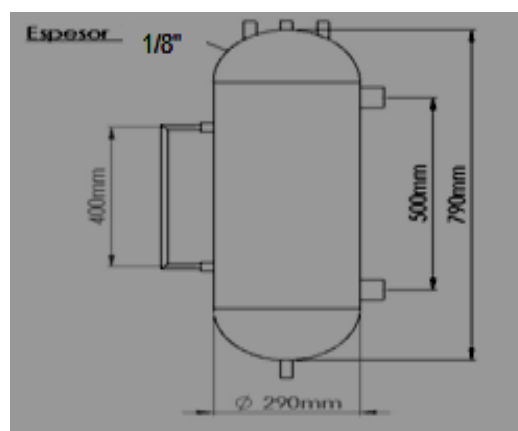


FIGURA 4. ESQUEMA DEL MÓDULO PARA PRUEBAS DE CAVITACIÓN

### C. DESCRIPCIÓN DELBANCO DIDÁCTICO COMPONENTES DEL BANCO DIDÁCTICO

**TANQUE O DEPÓSITO DE AGUA.** Cilindro metálico construido en acero laminado de 1/8" de espesor, Con soldadura de electrodo 7018 según los requerimientos del proceso. Con capas de pintura anticorrosiva color rojo. Las dimensiones del tanque vienen dadas a continuación.



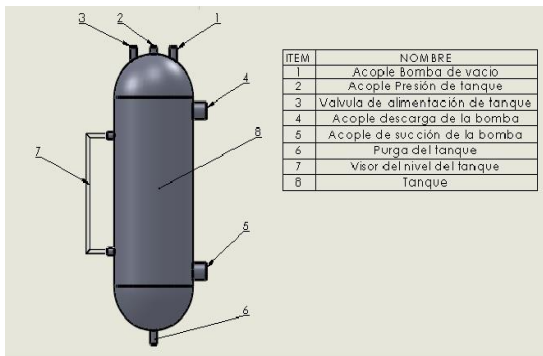


Figura 4. Dimensiones del Tanque y sus partes

Cálculo de volumen del tanque [2]:

$$V = \pi * r^2 * h$$

$$V = 3.1416 * (0.145\text{mts})^2 * 0.79\text{mts}$$

$$V = 52\text{m}^3$$

$$V = 13.74\text{Galones}$$

Para el diseño y cálculo del tanque como recipiente proyectado para trabajar a presión externa menor de 15 psi se toma el código G-28 ASME para el cálculo del elemento. El código ASME, establece que un recipiente requerido con presión interna y presión externa de 15 psi o menor debe ser diseñado con las condiciones de las reglas del código para la presión externa, para mayor información referirse al código UG-28 ASME.

El método utilizado para el diseño del tanque es el recomendado por el código ASME para recipientes a presiones, sección VIII División 1. Las gráficas utilizadas son extractadas de este código.

**MONTAJE DEL TANQUE.** El tanque se encuentra localizado en la parte lateral izquierda del banco. Para evitar la corrosión al interior de este se utilizó un recubrimiento de pintura anticorrosiva. El tanque posee 8 adaptadores roscados tipo cumplen las siguientes funciones:

**Acoples para el tanque:** El tanque posee 7 acoples roscados y cumplen las siguientes funciones:

- Acoples 1 y 2: Instalación de succión y descarga del sistema respectivamente
- Acoples 3 y 4: Instalación de tubería de visualización de nivel
- Acoples 5 y 6: Conexión de llenado y manguera de vacío
- Acople 7: Conexión a manómetro de vacío
- Acople 8: Drenaje

**INDICADOR DE NIVEL Y VISOR.** Dado que este banco es para hacer las pruebas directas y no hay intervención de software la

medición de nivel se hace también directa por el usuario que se encuentre realizando las pruebas y no se justifica el uso de costosos medidores de nivel; Consiste en una tubería en acrílico de 37 cm paralela al tanque conectada en sus dos extremos (inferior y superior) y un visor de diseño en lamina de acrílico transparente de 2mm de espesor, diámetro externo de 42mm (1”1/4”) y de una longitud de 25cm, para la línea de succión de la bomba, con las siguientes propiedades:

- Resistencia a la intemperie: Los acrílicos pueden estar expuestos a la intemperie por largos períodos de tiempo y no demuestran cambios significativos en color o propiedades físicas.
- Ópticas: La transmisión de luz visible es del 92%, siendo igual a la del vidrio óptico.
- Resistencia al Impacto: Para uso general una resistencia de 0.2 a 0.5 Libra-pie/pulgada, aproximadamente 6 veces mayor a la del vidrio.
- Resistencia a Químicos: Es resistente al agua, álcalis, ácidos diluidos, esteres simples, hidrocarburos alifáticos, pero no se recomienda para disolventes orgánicos, acetonas, hidrocarburos clorados y aromáticos.
- Aislamiento Eléctrico: Tiene buenas propiedades aislantes y resistencia al paso de corriente.
- Propiedades Térmicas: La temperatura de deflexión varía de 72 a 100 grados centígrados con una temperatura de servicio típica de 80 grados centígrados, es 20% mejor aislante que el vidrio.
- Ligereza: Peso específico de 1.19 gr/cm cúbico, es 50% más ligero que el vidrio, 43% más ligero que el aluminio.
- Dureza: Similar a la de los metales no ferrosos como el cobre y el latón. Dureza Barcol 50 unidades.
- Flamabilidad: Es combustible, pero a la velocidad de 1.2 cm./min. se puede formular con retardancia a la flama.

**MONTAJE DEL INDICADOR DE NIVEL.** El indicador de nivel es un tubo en acrílico transparente acoplado en sus extremos a dos codos de PVC de 1/2”, se instala en la parte lateral izquierda del tanque.

El visor de acrílico parte integral de este proyecto, se instala en la línea de succión de la bomba, conectado a la salida de la válvula de globo con una universal de PVC de 1,1/4” y a la entrada de la bomba con una T de PVC del mismo diámetro.

**BOMBA CENTRÍFUGA.** Para el banco de pruebas se instaló una bomba monoblock de 1/2 hp marca IHM modelo CD1-1/2 con capacidad máxima de 30 GPM, Cabeza máxima de 75 ft. Con motor monofásico de 115 voltios y tiene las siguientes características:

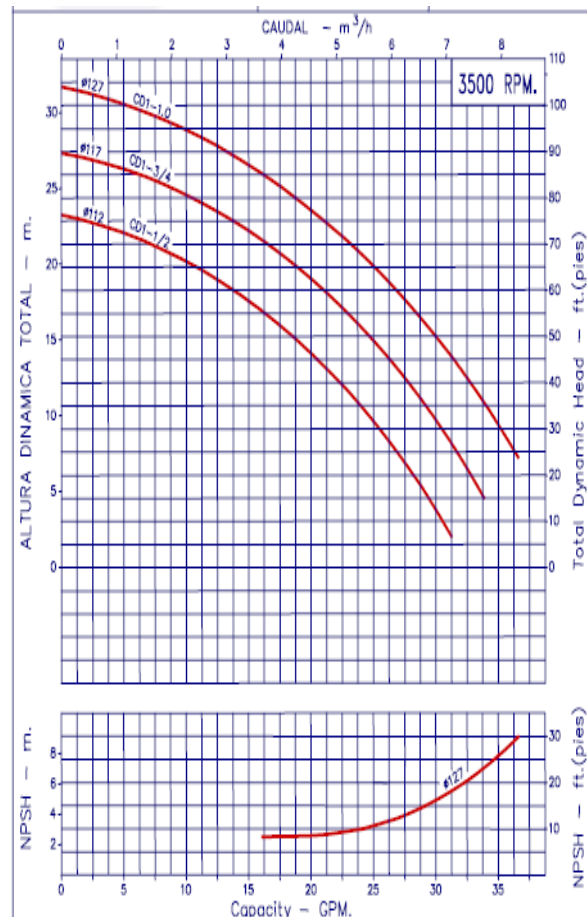
Construcción mono bloque fabricada en hierro fundido.  
 Diámetro de succión de 1 ¼" NPT.  
 Diámetro de descarga de 1" NPT.  
 Impulsor cerrado fabricado en plástico de alta resistencia.  
 Temperatura máxima de operación de 70° centígrados.

- Criterios de selección. En la selección de la bomba IHM de ½ HP, se tuvo en consideración el rango máximo de medición del rotámetro que se encontró en el mercado colombiano; Su fácil consecución en el mercado, la facilidad del mantenimiento, el bajo costo. Se tiene en cuenta que el flujo máximo entregado por la bomba garantiza la suficiente capacidad para estudiar el fenómeno de cavitación (ver figura 28).

**MONTAJE DE LA BOMBA.** La bomba se encuentra instalada en una base metálica, asegurada con cuatro tornillos con buje de caucho que amortiguan las vibraciones en condiciones normales, el eje de la bomba se encuentra a una altura del suelo de 70 cm y una distancia horizontal del tanque de 72 cm que garantiza una longitud mínima recta que permite la normalización del flujo para la correcta toma de presión, evitándose los errores inducidos por las turbulencias del fluido. Estas condiciones de diseño se establecieron para tener un banco pequeño, sencillo y fácil de transportar.



**Figura 6. Bomba Centrífuga**



**FIGURA 7. CURVA DE LA BOMBA CENTRÍFUGA**  
 FUENTE: WWW. IHM.COM.

**BOMBA DE VACÍO.** La bomba de vacío es utilizada para despresurizar el sistema. Al igual que la bomba, es importante hacer la selección bajo los mismos criterios como flujo máximo, potencia y alimentación eléctrica, su selección en el proceso se hizo teniendo en cuenta la energía necesaria para alcanzar el fenómeno de cavitación



**FIGURA 8. BOMBA DE VACÍO Y ESPECIFICACIONES**

## Especificaciones Técnicas

Voltage	220V/50 HZ	110V/60HZ
Free Air Displacement	1 CFM	
	30 L/min	0.5 L/S
Ultimate Vacuum	10 Pa	
	75 Microns	0.1 mbar
Motor	1/6HP	
Rotating Speed	1440 r/min	1720 r/min
Intake Fitting	1/4SAE	
Oil Capacity	160 ml	
Dimension	250 x 110 x 250 mm	
Net Weight	6.6 kg	

Fuente: www. Polirun.com.

- **Criterios de selección.**

Fácil mantenimiento.

Fácil consecución en el mercado.

Facilidad de consecución de Datasheets.

Características técnicas que se ajustan a los requerimientos en potencia, caudal y consumo.

**ROTÁMETRO.** El rotámetro es el instrumento de medición con que se hace la lectura del caudal para este proceso. Debido a que no se utiliza software y no hay lectura de señales a un controlador este dispositivo es una herramienta útil y de bajo costo.



### SPECIFICATIONS:

#### MATERIALS:

Radel® R plastic body; polysulfone piston and cone

T300-series stainless spring

Buna N flow indicator ring and pressure seals

C360 Brass or PVC fittings

Polypropylene limit indicators

Strontium Ferrite magnet

**FITTINGS/ THREADS:** NPT ANSI/ASME B1.20.1, BSPP ISO228

**TEMPERATURE RANGE:** +32 °F to +250 °F (0 °C to +121 °C)

**PRESSURE RATING:** 325 psi / 22.4 bar maximum

**ACCURACY:** ±5% of full scale

**REPEATABILITY:** ±1%

FIGURA 9. ROTÁMETRO Y ESPECIFICACIÓN

Fuente: Página de Hedland – EZ - View.

- **Criterios de selección.**

Fácil instalación

Fácil ajuste del flujo limite

Fácil lectura en GPM o LPM

Opera en cualquier posición

Relativamente insensible a golpes y vibraciones

Respetabilidad de +/- 1%

Bajo costo

**MONTAJE DEL MEDIDOR DE CAUDAL.** El medidor de caudal se instaló entre la descarga de la bomba y la válvula reguladora de flujo. Se acoplo en sus extremos dos universales de PVC de 1", para facilitar su montaje y mantenimiento.

**SISTEMA DE TUBERÍA.** En el proyecto está contemplado utilizar tuberías de diámetro nominal de 1"1/4 en la succión y 1" en la descarga en PVC (ver tabla en anexo 3). Este sistema, en la salida de la bomba, debe tener una válvula de globo, seguida por tramo de tubería la cual debe hacer una curva antes del tramo de que antecede al tanque, puesto que por razones constructivas la entrada al tanque debe situarse por debajo del nivel de agua, para que no se formen burbujas adicionales que entorpezcan el funcionamiento de la bomba de vacío y alteren los valores a medir. Esta curva se logra instalando un codo de 90°, un tramo de tubería y otro codo similar.

La altura de la salida del tanque debe estar lo más bajo posible, siempre teniendo en consideración que esta altura debe coincidir con la altura de entrada de la bomba

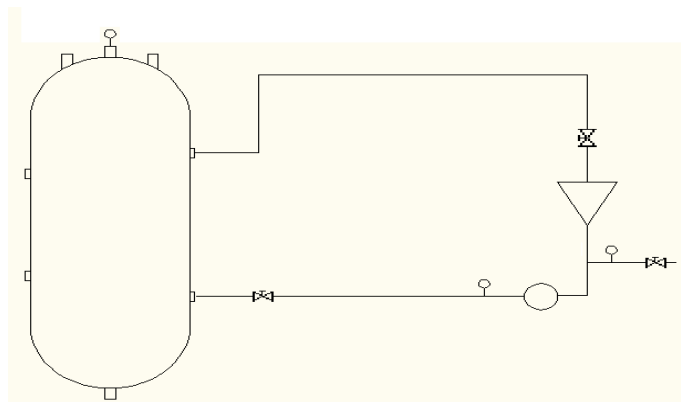


FIGURA 10. SISTEMA DE TUBERÍA Y ACCESORIOS

**VÁLVULAS DE GLOBO.** Las válvulas de globo son de vueltas múltiples, en la cual el cierre se logra por medio de un disco o tapón que cierra o corta el paso del fluido en un asiento paralelo con la circulación en la tubería y permite la regulación del flujo. Se instala una válvula de 1-1/4" en bronce con conexión roscada en la línea de succión a la salida del tanque y una segunda válvula de 1" en el mismo material a la descarga de la bomba, después del





FIGURA 11. VÁLVULA REGULADORA DE FLUJO

- **Criterio de selección.**

Estrangulación o regulación de circulación.

Ideal para accionamiento frecuente.

Estrangulación eficiente con estiramiento o erosión mínimos del disco o asiento.

Carrera corta del disco y pocas vueltas para accionarlas, lo cual reduce el tiempo y desgaste en el vástago y el bonete.

Control preciso de la circulación.

Tipo de conexiones de extremo.

Capacidad nominal para presión.

Capacidad nominal para temperatura.

**MANÓMETRO.** SE instala un manómetro para presión de vacío (30psi a -30 In/Hg), en la parte superior del tanque que permite medir la presión del recipiente, un segundo manómetro (30psi a -30 In/Hg) se encuentra ubicado en la entrada de la bomba, sobre la línea de succión, en la descarga de la bomba se instala un tercer indicador de presión (0 – 60 PSI), para indicar la presión del fluido



FIGURA 12. MANÓMETRO

- **Criterios de selección.** Los criterios que se tuvieron en cuenta para la selección del manómetro fueron:

Fácil mantenimiento.

Fácil consecución en el mercado.

Disponibilidad en el momento.

**MONTAJE ELÉCTRICO.** En este proceso se hace la instalación de la alimentación eléctrica de la bomba y de la bomba de vacío, así como, sus protecciones eléctricas. Se hizo las conexiones eléctricas de los interruptores y relés.

Se realizaron los siguientes procesos:

- Instalación de tubería y sondeo
- Conexión de borneras y montajes de selectores de mandos
- Montaje y prueba de selectores del modulo

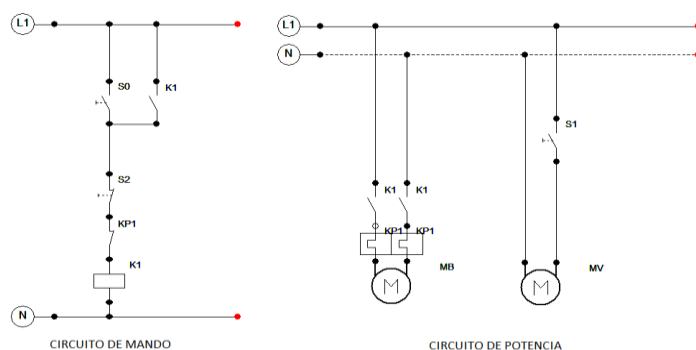


FIGURA 13. PLANO ELÉCTRICO

Nomenclatura:

S0 = Interruptor arranque de la bomba

S1 = Interruptor arranque/parada de la bomba de vacío

S2 = Interruptor de parada de la bomba

K1 = Relé arranque de la bomba

KP1 = Relé térmico de protección de la bomba

MB = Motor impulsor de la bomba

MV = Motor impulsor de la bomba

**DISEÑO Y FABRICACIÓN DEL MÓDULO.** Para diseñar el banco de pruebas fue necesario tener en cuenta varias necesidades importantes. Además de esto se tenía que colocar en un solo módulo un sistema de control (tablero) y un proceso simulado. El banco se diseñó pensando en satisfacer las condiciones de ergonomía y seguridad; con lo cual la altura de la mesa de trabajo tiene un promedio de 65 cm; la altura total del banco sobrepasa el metro con 125 cm. Además los espacios se distribuyeron en 3 secciones: la primera (inferior) es la base de la bomba de vacío; la segunda es la mesa de trabajo donde se simula el proceso y esta la bomba centrífuga y la tercera es donde está anclado el tablero de control.

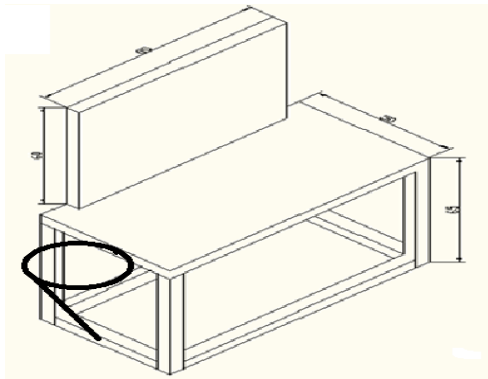


FIGURA 14. ESTRUCTURA DEL BANCO

Por último para facilidad de la movilidad del banco se dispuso de 4 ruedas de seguridad las cuales tienen un mecanismo de freno que hace posible ubicar y estabilizar de forma segura la posición del banco.



FIGURA 15. RODAMIENTOS DE SEGURIDAD DEL BANCO

#### D. MANUAL DE LABORATORIO

Este banco se diseñó para observar el fenómeno de cavitación el cual ocurre con frecuencia en sistemas hidráulicos y es muy indeseable debido a los daños que causa a los elementos de dicho sistema. De esta manera, describimos a continuación el procedimiento para demostrar este fenómeno con este banco didáctico.

#### Condiciones iniciales

- Ubicación del Banco: Si bien las ruedas del banco hacen de éste una estructura móvil, al momento del ensayo debe localizarse dentro de un recinto cerrado, con condiciones ambientales correspondientes a un laboratorio de Hidráulica ( $T^{\circ}= 25^{\circ}\text{C}$ , humedad ambiental: 40-60%). Además, el motor de la bomba debe encontrarse a no más de 2 metros de distancia de la fuente de energía donde se conectará el enchufe. Las ruedas deben encontrarse con los frenos accionados.
- Agua del sistema: el sistema debe estar lleno con agua en el tanque (nivel mencionado anteriormente), en la tubería de salida de tanque – entrada de bomba y parte de la tubería salida de bomba – entrada del tanque. esto se logra conectando la entrada de llenado del depósito a una red de agua, con la válvula de la salida de vaciado cerrada y con todas las válvulas de los sistemas de tuberías abiertas se procede a dejar entrar el agua en el tanque hasta alcanzar la altura deseada. Una vez

alcanzado el nivel exigido se debe cerrar la válvula del llenado y retirarse de la red de agua.

## XII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Por medio del desarrollo de las prácticas de laboratorio propuestas, se evidencia la importancia de medir las variables de operación de una bomba centrífuga, ya que estas le proporcionan al ingeniero y al operador la información necesaria para interpretar el funcionamiento del equipo.

Con los resultados encontrados, tanto en el diseño hidráulico como en el de resistencia, se demuestra que el banco funciona perfectamente, tanto en condiciones normales como en cavitación, puesto que en el resultado de los cálculos hidráulicos se encontró que el punto de funcionamiento del sistema está sobre la curva característica de la bomba, lo que significa que el sistema y la bomba están bien conjugados. Además, los estudiantes notarán, sin problemas, las diferencias de comportamiento de la bomba en condiciones normales como en cavitación.

En la estructura del banco, se observa que los tubos cuadrados de la base cumplen con creces las desigualdades planteadas en las teorías de fallas, lo que indica una total seguridad que el material empleado en el diseño de la base no tendrá problemas toda la estructura del banco de ensayo de cavitación, más el agua que éste posea en su funcionamiento.

En la elaboración de las prácticas, debe asegurarse de que los conexiones realizados son los correctos con el fin de garantizar la integridad de los elementos y dispositivos involucrados en la práctica así como evitar posibles lesiones a las personas.

Antes de realizar cualquier tipo de conexionado el estudiante debe estar habituado con el funcionamiento de cada uno de los elementos, para lo cual puede consultar el marco teórico del proyecto y las sugerencias en las prácticas.

Los elementos constitutivos de este módulo no son aptos para trabajar a la intemperie; por lo tanto, se debe prestar atención, y especial cuidado en su almacenamiento para su protección, para no ocasionar funcionamiento inadecuado de sus elementos.

#### REFERENCIAS

- [1] Trabajo de grado del diseño de banco de ensayo de cavitación de bomba MANFRED BARRA SILVA Valdivia – Chile 2006 UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE
- [2] Los dispositivos para hacer vacío. Disponible en: [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/131/htm/sec\\_8.htm](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/131/htm/sec_8.htm)
- [3] Cavitación. Universidad veracruzana. Facultad de ingeniería. Boca del Río, Ver, Marzo de 2004.
- [4] ROBERT L. MOTT. Mecánica de fluidos aplicada. Cuarta edición.

# Reducción de Tiempos Cesantes Mediante la Implementación de Estrategias de Mantenimiento en el Sector Metalmeccánico de la Ciudad de Barrancabermeja.

Julián Camilo Gómez Guarín, Robinson Yesid Duarte Vega, Nohemy Gómez Casicote.

Escuela de Ingeniería de Producción

Instituto Universitario de la Paz

Barrancabermeja, Colombia

julian.gomez@unipaz.edu.co, robinson.duarte@hotmail.com, nohemy.gomez@unipaz.edu.co

**Resumen-** Pensando no solo disminuir, sino en llegar a eliminar por completo las fallas que hoy en día presenta la maquinaria operativa. Industrias Maquisold, a través del plan de mantenimiento preventivo y de su implementación, busca garantizar las condiciones de seguridad de los empleados, la confiabilidad y disponibilidad de operación de la maquinaria, y generar garantías para la satisfacción de clientes y la de la empresa misma. El plan de mantenimiento es la herramienta para lograr el más alto nivel de operación de equipos en condiciones óptimas, garantizando de esta manera productos de calidad y evitando pérdidas económicas por fallas, incidentes y paradas operacionales no programadas. También a través de él, la empresa contará con todo un programa, el cual contiene además de formatos y fichas técnicas, una serie de procedimientos que servirán de instructivo guía, para la realización periódica de inspecciones y de prácticas que prolonguen la vida útil de la maquinaria. De esta manera la empresa Maquisold, en cabeza de su representante legal, priorizará la realización y aplicación del presente plan de mantenimiento preventivo.

Además de constituirse en la herramienta principal, también es base fundamental de un nuevo proceso de documentación, en el cual se evidencie todas u cada una de las intervenciones que se realizan a la maquinaria, para que de esta manera se logre en un futuro a mediano plazo, la implementación de técnicas de Ingeniería como RCM (Mantenimiento Centrado en Confiabilidad), AMEF (Análisis de Modo Efecto y Falla), TPM (Mantenimiento Productivo Total ) [1]; Las cuales requieren de históricos de la maquinaria bien documentados, así como diseños y desarrollo de componentes de las mismas, también con la implementación de un sistema de gestión en mantenimiento adoptado como política de toda la organización, en el cual se pueda crear una cultura corporativa orientada a la optimización de los sistemas de producción y gestión de activos, la cual no existe en este momento en la empresa, pero que comienza a construirse con el presente plan.

**Palabras Clave-** mantenimiento, metalmeccánico, reducción de tiempos, confiabilidad, mantenimiento preventivo.

**Abstrac-** Thinking not only to reduce, but also to completely eliminate the faults that today's operating machinery presents. Maquisold Industries, through the plan of preventive maintenance and its implementation, seeks to guarantee the safety conditions of employees, the reliability and availability of operation of machinery, and generate guarantees for the satisfaction of customers and the company itself. The maintenance plan is the tool to achieve the highest level of operation of equipment in optimal conditions, thus guaranteeing quality products and avoiding economic losses due to

failures, incidents and unscheduled operational stops. Also through it, the company will have a whole program, which also contains formats and technical files, a series of procedures that will serve as a guide, for the periodic realization of inspections and practices that prolong the useful life of the company. machinery. In this way, the Maquisold company, at the head of its legal representative, will prioritize the realization and application of this preventive maintenance plan.

Besides being the main tool, it is also the fundamental basis of a new documentation process, in which all or each one of the interventions that are made to the machinery are evidenced, so that in this way it is achieved in a medium-term future term, the implementation of engineering techniques such as RCM (Reliability Centered Maintenance), AMEF (Effect and Failure Mode Analysis), TPM (Total Productive Maintenance); Which require well-documented machinery history, as well as designs and development of components thereof, also with the implementation of a maintenance management system adopted as a policy of the entire organization, in which a corporate culture can be created oriented to the optimization of the systems of production and management of assets, which does not exist at the moment in the company, but that begins to be built with the present plan.

Keywords - maintenance, metalworking.

## XIII. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la expansión de los mercados nacionales e internacionales ha aumentado de manera exponencial, todo dado a las políticas de tratados de libre comercio entre países amigos y el avance de mercados económicos que antes se encontraban subdesarrollados o en algunos casos sancionados, el afán diario por entregar productos a tiempo y de una calidad competitiva en el mercado mundial, ha incentivado entre las empresas, la búsqueda no solo de avances tecnológicos sino también, la aplicación de métodos, estrategias, planes y programas de acción que conlleven al cumplimiento de la satisfacción de clientes y de la propia empresa.

La empresa Industrias Maquisold, no ha sido ajena a estas necesidades, es así como a través de los años ha venido incorporando nuevas tecnologías, adquiriendo nuevos equipos y maquinarias, además realizando procesos de contratación de personal capacitado para la operación eficiente de dicha tecnología.

El diseño del presente plan de mantenimiento preventivo a la maquinaria de producción de la empresa Industrias Maquisold, se realizó con base al enfoque Kantiano de mantenimiento, el cual se establece la relación de tres elementos (personas, artefactos y entorno), planteando en él, la interacción entre unidades de servicio al interior de la empresa (mantenimiento y producción) las cuales conforman un sistema que busca asegurar de manera efectiva, la continuidad de los procesos productivos para la obtención de resultados satisfactorios para clientes y para la organización, contribuyendo además, con la confiabilidad y disponibilidad de los equipos utilizados en las áreas de operación, mejorando las condiciones de riesgo a la que se ven expuestos los trabajadores y las condiciones de operación de equipos, logrando así, la reducción de pérdidas por paradas de equipos, acciones correctivas costosas y accidentes o enfermedades laborales.

Otras técnicas como como la RAM, se encuentran presentes en este documento, su aplicación se realizó para la priorización de tareas y de equipos teniendo en cuenta la jerarquización y criticidad debido a la importancia de ellos en los procesos de producción de la empresa y los diferentes impactos para ella.

El plan de mantenimiento preventivo contiene la información necesaria, a través de formatos, fichas y demás documentos que permiten mediante su correcta aplicación, el mejoramiento funcional de su maquinaria, a partir de la detección temprana de posibles fallas mediante inspecciones, logrando el incremento en la vida útil de las mismas, compilando además bases de datos escritos de las intervenciones realizadas a cada uno de ellos y lo más importante, la generación de una cultura organizacional de mantenimiento, la cual servirá como base en un futuro mediano, para la aplicación de métodos o técnicas de ingeniería que conlleven a un nivel de excelencia, convirtiendo a Industrias Maquisold en una empresa líder del sector metalmeccánico.

#### XIV. DESARROLLO

Para planear el mantenimiento preventivo, que contribuya con mejoramiento de la confiabilidad de la maquinaria de producción de la empresa, mediante la elaboración de procedimientos y la creación de formatos claramente definidos, que contengan la información necesaria para establecer e implementar cronogramas de actividades, teniendo como base para su elaboración, la participación activa de trabajadores y representante legal durante su programación de debe:

1) Realizar el diagnóstico y la jerarquización de la maquinaria de producción mediante su inspección, la cual permita conocer el estado actual de ellas y su importancia, para de esta manera priorizar las actividades de mantenimiento a la vez que se concreta el inventario de las mismas y su codificación. Establecer las tareas de mantenimiento de la maquinaria y su periodicidad, a través de la cooperación del personal operador y el personal

calificado con el propósito de aumentar la vida útil de los equipos.

2) Generar el programa de mantenimiento preventivo a la maquinaria de producción, mediante la creación de formatos, fichas técnicas, procedimientos, hojas de vida de los equipos y demás documentos que permitan llevar un control a las actividades establecidas y la documentación de las mismas.

3. Mostrar la información, de manera que se sinteticen los resultados obtenidos y así, divulgar y capacitar al personal mediante reuniones que proporcionen bases, las cuales faciliten la adaptación a nuevas directrices generadas y la promoción hacia una cultura de mantenimiento preventivo.

1. Realizar el diagnóstico y la jerarquización de la maquinaria de producción.

*Inspección de maquinaria.* La inspección de maquinaria consiste en la verificación visual del estado de cada componente de esta, su funcionamiento en los parámetros de seguridad y eficiencia de acuerdo con sus características técnicas. El presente plan de mantenimiento preventivo define para su implementación, tres tipos de inspecciones, cada una de acuerdo con las necesidades y periodicidad del mismo, obteniendo como resultado, la prevención de posibles fallas que generen paradas en el equipo.

*Inspecciones de rutina.* Se realizó de manera diaria, a pesar de no llenar un registro diario en un formato, si cuenta con una guía a de inspección y es de carácter obligatorio para cada operador, en el caso de encontrar alguna anomalía en la máquina, el operario tiene que usar el formato de inspección semanal para reportarlo y definir si requiere la creación de una solicitud de revisión a mantenimiento. A continuación, podemos ver la guía a seguir en el caso del torno, fresadora y taladro radial.

Tabla 1.  
GUÍA DE INSPECCIÓN DIARIA DEL TORNO.

		INDUSTRIAS MAQUISOLD	
		GUÍA DE INSPECCION DIARIA	
		PMP - V 01	
		CODIGO: GID- TN	
<b>GUIA PARA TORNOS</b>			
			
<b>ACTIVIDADES DE CUMPLIMIENTO</b>			
1	Verificar el estado de la conexión eléctrica de la máquina		
	Verificar la posición y fijación de los topes de recorrido		
	Verificar que las porte suelas se encuentren cerradas		
	No poner herramientas ni elementos de medición sobre las guías de la mesa		
	Mantener aseado y limpio tanto la máquina como el entorno de trabajo		
2	Verificar los niveles de los depósitos de lubricación y en caso de ser necesario reponer		
	Verificar el funcionamiento de la bomba de aceite, mediante goteo en el indicador		
	Verificar la lubricación en las guías de la mesa y de ser necesario lubricar		
	Verificar la lubricación del carro transversal y longitudinal, de ser necesario lubricarlo		
<b>NORMAS DE SEGURIDAD</b>			
3	Asegurese que todas las protecciones de los engranajes y correas de transmisión se encuentran en su lugar		
	La contrapunta, el soporte de la herramienta y la pieza debe estar siempre debidamente aseguradas antes de encender la máquina		
	El uso de elementos de protección personal es obligatorio		
	desconectar la máquina en caso de haber terminado la labor o en caso de la eljarse de ella		
OBSERVACION: En caso de encontrar alguna anomalía, se debe reportar de inmediato a mantenimiento, mediante el formato de inspección periódica.			



Tabla 2.  
GUÍA DE INSPECCIÓN DIARIA DE LA FRESADORA

		<b>INDUSTRIAS MAQUISOLD</b> GUÍA DE INSPECCION DIARIA		PMP - V 01	
				CODIGO: GID- FD	
<b>GUIA PARA FRESADORAS</b>					
					
<b>ACTIVIDADES DE CUMPLIMIENTO</b>					
1	Verificar el estado de la conexión eléctrica de la máquina				
	Verificar la sujeción de la pieza mediante ajuste de la mordaza				
	Verificar que las portesuelas se encuentren cerradas				
	Verificar tornillos de fijación de la torre porta herramientas				
	Verificar que las porte suelas se encuentren cerradas				
2	No poner herramientas ni elementos de medición sobre las guías de la bancada				
	Mantener aseado y limpio tanto la maquina como el entorno de trabajo				
	<b>VERIFICACION DE LUBRICACION</b>				
3	Verificar los niveles de los depositos de lubricacion y en caso de ser necesario reponer				
	Verificar el funcionamiento de la bomba de aceite, mediante goteo en el indicador				
	Verificar la lubricacion en las guías de la bancada y los carros longitudinal y transversal y de ser necesario reponer				
	Verificar la lubricacion de las guías de las mesas y consola de ser necesario lubricar de manera manual				
<b>NORMAS DE SEGURIDAD</b>					
3	Asegurese que todas las protecciones de los engranajes y correas de transmision se encuentran en su lugar				
	La contrapunta, el soporte de la herramienta y la pieza debe estar siempre debidamente aseguradas antes de encender la maquina				
	El uso de elemntos de proteccion personal es obligatio				
desconectar la maquina en caso de haber terminado la labor o en caso de la eljarse de ella					
OBSERVACION: En caso de encontrar alguna anomalia, se debe reportar de inmediato a mantenimiento, mediante el formato de inspeccion periodica.					

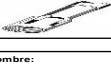
*Inspecciones de maquinaria programadas.* Son inspecciones más sencillas que las generales, pero más rigurosas que las verificaciones diarias de rutina, se aplican manera semanal, mensual y anual. Su formato de aplicación es el siguiente:

Tabla 3.  
FORMATO DE INSPECCIÓN PROGRAMADA MAQUINARIA

		<b>INDUSTRIAS MAQUISOLD</b> INSPECCION PROGRAMADA DE MAQUINARIA				PMP - V 01				
						CODIGO: IPM				
<b>DATOS DE LA MAQUINA</b>										
Nombre:		Marca:	Amperaje:	Peso:	Codigo:					
Modelo:		Voltaje:	Hr:	Potencia:	Año de Fabricacion:					
ITEM	DESCRIPCION	SEMANA 1		SEMANA 2		SEMANA 3		SEMANA 4		OBSERVACIONES
		B	R	M	B	R	M	B	R	
<b>SITEMA ELECTRICO</b>										
1	El interruptor de encendido funciona correctamente									
2	El cable de potencia se encuentra en buenas condiciones.									
3	La maquina se encuentra conectada a tierra									
4	El boton de parada de emergencia funciona correctamente									
<b>NIVELES DE ACEITE</b>										
5	Nivel de aceite de caja de velocidades									
6	Nivel de aceite de caja de avance									
7	Nivel de aceite en el soporte de arbol horizontal									
<b>FUNCIONAMIENTO DE PARTES ELECTRICAS</b>										
8	Lampara de mesa longitudinal									
9	Luces de tablero de encendido									
10	Luces de tablero de control									
11	Pulsadores de avance									
12	Motor de caja de velocidades									
13	Motor de caja de avance									
<b>COMPONENTES MECANICOS</b>										
14	Palanca de caja de velocidades									
15	Palanca de caja de avance									
16	Avance automatico de cabezal horizontal									
17	Sistema de bomba de refrigeracion									

*Inspecciones General de la Máquina.* Consiste en una inspección detallada, en la cual no solo se evaluaron visualmente sus componentes, sino también en compañía de los operadores y técnicos se hicieron pruebas de funcionamiento y se escucha cada uno de sus comentarios frente al funcionamiento y los inconvenientes o anomalías que se han presentado mientras trabajan en ellas, y se registran observaciones correspondientes de lo encontrado al respaldo del formato. Este tipo de inspección se llevó a cabo al inicio de la planeación del presente plan y debe realizarse cada año.

Tabla 4.  
FORMATO DE INSPECCIÓN GENERAL DE MAQUINARIA

		<b>INDUSTRIAS MAQUISOLD</b> INSPECCION GENERAL DE MAQUINARIA				PMP - V 01	
						CODIGO: IGM	
<b>DATOS DE LA MAQUINA</b>							
Nombre:		Marca:	Amperaje:	Peso:	Codigo:		
Modelo:		Voltaje:	Hr:	Potencia:	Año de Fabricacion:		
ITEM	DESCRIPCION	ESTADO				OBSERVACION	
		B	R	M	NA		
<b>SITEMA ELECTRICO</b>							
1	El interruptor de encendido funciona correctamente						
2	El cable de potencia se encuentra en buenas condiciones.						
3	La maquina se encuentra conectada a tierra						
4	El boton de parada de emergencia funciona correctamente						
5	Lampara de mesa longitudinal						
6	Luces de tablero de encendido						
7	Luces de tablero de control						
8	Pulsadores de avance						
9	Motor de caja de velocidades						
10	Motor de caja de avance						
<b>COMPONENTES MECANICOS</b>							
11	Estado de la bancada						
12	Estado de las guías de la bancada						
13	Estado del sistema de fijacion de copa						
14	Estado de indicadores de niveles de aceite						
15	Palanca de caja de velocidades						
16	Palanca de caja de avance						
17	Avance automatico de cabezal horizontal						
18	Sistema de bomba de refrigeracion						
19	Estado de guardas poleas y engranajes						
20	Ruedas de cambio y tornillo de fijacion de la tira						
21	Barra de rosacar						
22	Barra de cilindrar						
23	Barra de accionamiento						
24	Estado de la torre						
25	Limpieza general						
26	Carro longitudinal						
27	Carro transversal						
28	Carro superior						
29	Filtro del sistema de refrigeracion						
30	Estado de tanque de almacenamiento de refrigeracion						
31	Mangueras y conductos de refrigeracion						
32	Pintura						
33	Aspecto general de la maquina						

*Jerarquización de la maquinaria.* Para realizar esta actividad se utilizó la metodología de criticidad por medio de la matriz (RAM41), que ha sido adaptada a las necesidades del Plan de Industrias Maquisold basada en tres factores: impactos económicos, ambientales y de seguridad, aplicándolo en la consecuencia y para el caso de la probabilidad de ocurrencia de la falla, se establecieron los tiempos de ocurrencia de las fallas (este dato fue suministrado por el Gerente de la Empresa, sin soporte documental).

*Impacto económico:* Para el costo económico, Industrias Maquisold determinó el gasto en el que incurre la empresa para poner en servicio la máquina.

De esta manera se realizó el ejercicio con el torno DMTG CW6280C (TN-02), con el fin de establecer un promedio o rango de costo por equipo, determinado por la siguiente fórmula:

$$\text{Costo del mantenimiento semanal} = \frac{\text{Costo de mantenimiento anual (CMAPA)}}{\text{Semanas año (52)}}$$

Ec. 1

$$\text{CMA} = \text{Costo MO} + \text{Costo Repuesto} + \text{Costo subcontratado. Ec. 2}$$

$$\text{NHD} = \text{Numero Horas} - \text{Día} = \text{Horas de Trabajo promedio en un Día. Ec. 3}$$

$$\text{NDS} = \text{Número de Días} - \text{Semanas} = \text{Días promedio de trabajo de la maquina en una semana. Ec. 4}$$

El costo de mantenimiento del Torno DMTG CW6280C (TN-02) en el año 2016 en promedio (CMPA) fue dado de la siguiente forma:

$$\text{Costo MO propia} = \$180.000. \text{ Ec. 4}$$

$$\text{Costo de repuestos} = \$512.000. \text{ Ec. 5}$$

$$\text{Costo mantenimiento subcontratado} = \$345.000. \text{ Ec.6}$$

En total el costo fue de \$1.037.000, este costo es anual, si lo llevamos a costo semanal hablamos de \$19.942 de esta manera realizamos el mismo ejercicio para las demás maquinas, el cual se ve reflejado en la siguiente tabla:

Tabla 5.  
COSTO PROMEDIO MANTENIMIENTO DE  
MAQUINARIA AÑO 2016.

NOMBRE DE LA MÁQUINA	COSTO PROMEDIO AÑO EN PESOS	COSTO PROMEDIO SEMANAL EN PESOS
TALADRO RADIAL MAS (TR-01)	656.000	12.615,38
TORNO DMTG (TN-02)	1.037.000	19.942,31
TORNO (TN-03)	882.000	16.991,53
FRESADORA HECKER (FR-04)	561.000	10.788,46
FRESADORA MAGNA (FR-05)	456.000	8.769,23
TORNO YANCHENG (TN-06)	842.000	16.192,30
SEGUETA ELCTRICA (SE-07)	489.000	9.403,85
PRENSA HIDRAULICA (PH-08)	265.000	5.096,15

El cálculo se realizó con el representante legal de la empresa, sin embargo, la falta de documentación en las intervenciones hechas en los equipos hace que la implementación de la herramienta RAM para hallar el grado de criticidad, no sea confiable, por lo cual en este punto del plan de mantenimiento solo nos limitaremos a la jerarquización de los equipos y de esta manera saber qué equipo tiene un grado mayor de relevancia para la empresa con respecto a los demás.

Una vez dicho lo anterior, además del costo anual de mantenimiento descrito, se tomó en cuenta tres aspectos

1. La cantidad de trabajo que le llega la maquina
2. La capacidad de trabajo (Dimensiones de piezas a realizar)
3. El respaldo que pueda tener con respecto a otra maquina (¿si falla, tiene reemplazo?)

Para el caso de los tornos, encontramos que la empresa cuenta con tres de ellos, los cuales se pueden decir que la característica más relevante entre ellos, son las dimensiones de las piezas que pueden fabricar, así que los clasificaremos de la siguiente manera

- Torno CJ6250C ( Pequeño 2420\*1150\*1800mm )
- Torno Yancheng ( Mediano 3668x1130x1392mm)
- Torno DMTG ( Grande 3690x1380x1450)

En el caso de las fresadoras, se cuenta con dos ellas, sin embargo, solo una se encuentra totalmente operativa, la otra está pendiente por repuestos para su uso. Y para el taladro radial, solo se cuenta con uno de ellos, pero tanto el torno como la fresadora podría en algunos casos realizar las funciones de él.

Para dar un orden quedaría de la siguiente manera por su orden de importancia, teniendo en cuenta los tres aspectos mencionados anteriormente:

1. Fresadora VM-4V (FD- 05)
2. Torno Yancheng (TN- 06)
3. Taladro Radial MAS (TR- 01)
4. Sierra Eléctrica (SE- 07)
5. Torno CJ6250C (TN- 03)
6. Torno DMTG (TN- 02)
7. Prensa Hidráulica (PH- 08)
8. Fresadora Hackert (FD- 04)

La justificación del orden de importancia, es básicamente que a la fresadora VM-4V (FD-05) le llegan más volumen de trabajo de acuerdo a sus características técnicas y además, la fresadora Heckert viene presentando problemas hidráulicos que no han sido solucionados y el caso del torno Yancheng (TN- 06), es de un tamaño mediano por lo que puede realizar trabajos en piezas pequeñas y grandes que son más solicitadas por los clientes y su respaldo podría ser cualquier alguno de los otros dos tornos dependiendo el tamaño y además el costo de mantenimiento semanal fue menor que los demás de acuerdo a la tabla 6 del presente documento.

Nota: la jerarquización de la maquinaria se realizó de acuerdo a lo manifestado por su representante legal y su criterio como dueño.

Inventario de maquinaria de producción. A través de los años, Industrias Maquisold ha venido incorporando nuevas tecnologías y procesos operativos para el cumplimiento del alcance de su misión, de esta manera y teniendo en cuenta la solicitud del representante legal el señor Ricardo Figueroa Lozano, quien expresa estar próximo a cambios de algunos equipos y maquinaria de producción, así mismo manifiesta estar próximo a iniciar un proceso de certificación con ISO, se determinó manejar un vocabulario técnico acorde al nuevo proceso y además conseguir que el presente plan, sea pieza fundamental para lograr documentar lo concerniente a la maquinaria que continuará en la empresa, de esta manera a continuación se relaciona la maquinaria que hace parte del presente plan de mantenimiento y sus datos básicos.

MAQUINARIA DE PRODUCCION	
Nombre: Taladro Radial	Registro fotografico
Marca: MAS V= 50	
Modelo/Serie: 3153	
Cantidad: 1	
Nombre: Tomo Horizontal	
Marca: DMTG	
Modelo/Serie: CW 6280C	
Cantidad: 1	
Nombre: Tomo Paralelo	
Marca: AEROMAQUINADOS	
Modelo/Serie: CJ 6250C	
Cantidad: 1	
Nombre: Fresadora	
Marca: Heckert	
Modelo/Serie: FU 250X1000	
Cantidad: 1	
Nombre: Fresadora Convencional	
Marca: Magnum Cut	
Modelo/Serie: MV 4V	
Cantidad: 1	
Nombre: Tomo Paralelo	
Marca: SMTCL	
Modelo/Serie: CA6261C	
Cantidad: 1	
Nombre: Sierra electrica	
Marca: Cocen Mechatronics	
Modelo/Serie: MH 916 JRP	
Cantidad: 1	
Nombre: Prensa hidraulica	
Marca: AEROMAQUINADOS	
Modelo/Serie: HP 50m	
Cantidad: 1	

Fig. 1. Inventario de la Maquinaria

Codificación de la maquinaria. Para realizar esta actividad se tuvo en cuenta la solicitud del representante legal, en cuanto a la adaptación del plan, a futuros cambios que se generen con la incorporación de procesos de certificación como ISO entre otros, de esta manera el sistema utilizado se simplifica teniendo en cuenta las necesidades de la empresa y se establece con las siguientes características:

- ✓ Es un código alfanumérico.
- ✓ Se lee de izquierda a derecha.
- ✓ Las letras se refieren a letras representativas de su nombre técnico.
- ✓ Los números son un consecutivo de su posición al ingreso al área de producción, en sentido horario en contra del reloj.

Una vez descrito se procede al ejemplo:

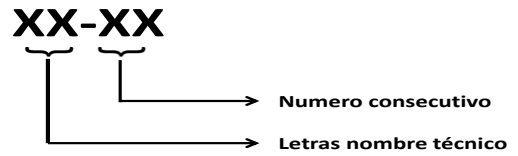


Fig. 2. Codificación Equipos

La ubicación de la maquinaria en el área de producción también hace parte de procesos establecidos con anterioridad por la empresa, los cuales se realizaron con argumentos técnicos y además con anclajes fijos, acatando recomendaciones de operación de los fabricantes de cada una de ellas y han sido tomados en cuenta para el proceso de codificación.

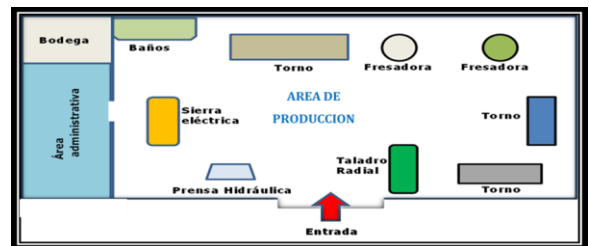


Fig. 3. Ubicación de maquinaria en área de producción.

De acuerdo con la ubicación de la maquinaria y las necesidades de la empresa, se codifica de la siguiente manera:

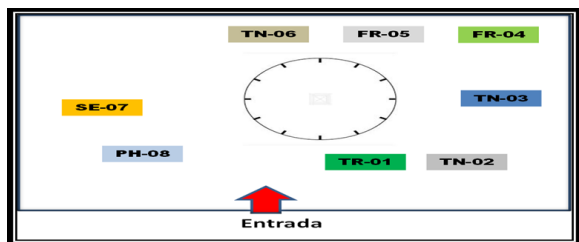


Fig. 3. Codificación de Maquinaria.

Esta codificación es de vital importancia teniendo en cuenta que, a partir del momento de implementación del código, los formatos en adelante que constituyen el presente plan, llevarán su respectivo código de identificación de manera que facilite las actividades concernientes al documento, su ubicación y además sus características de trabajo. En otros sistemas de codificación se utilizan mayor número de siglas, ampliando el código a muchas más letras, sin embargo, como se plantea al inicio del ítem, se pretende facilitar la nomenclatura para que se adapte a nuevos procesos documentales y de certificación.

Tabla 6.  
CODIFICACIÓN DE MAQUINAS.

CODIFICACIÓN DE MAQUINARIA						
ITEM	NOMBRE DE LA MAQUINA	CODIGO ASIGNADO	SERIE/MODEL	CANTIDAD	ESTADO	
					M	B
1	TALADRO RADIAL MAS	TR-01	VO 50	1		X
2	TORNO DMTG	TN-02	CW6280C	1		X
3	TORNO	TN-03	CJ6250C	1		X
4	FRESADORA HECKER	FD-04	FU250	1		X
5	FRESADORA MAGNA	FD-05	VM-4V	1		X
6	TORNO YANCHENG	TN-06	CA6261C	1		X
7	SEGUETA ELCTRICA	SE-07	MH-996JRP	1		X
8	PRENSA HIDRAULICA	PH-08	HP-50	1		X

## 2) ESTABLECIMIENTO DE LAS TAREAS DE MANTENIMIENTO DE LA MAQUINARIA, SU PERIODICIDAD Y GENERACIÓN DEL PROGRAMA DE MANTENIMIENTO PREVENTIVO A LA MAQUINARIA DE PRODUCCIÓN.

Se consolida la información recogida, divulgando sus resultados con el personal de la empresa. Una vez se realizan las actividades descritas del primero objetivo, se reúne el personal involucrado en el plan de mantenimiento, con el fin de divulgar los resultados obtenidos hasta este momento y su consolidación para de esta manera continuar con el desarrollo de las nuevas actividades.

Se registra los procedimientos de mantenimiento preventivo a la maquinaria. El plan de mantenimiento preventivo procura además del cuidado de la maquinaria, establecer una cultura hacia las actividades de prevención, ya que, a partir del cumplimiento de lo establecido, se logrará obtener condiciones óptimas de funcionamiento lo cual repercute directamente en el aumento de la producción y las ganancias para la empresa.

De esta manera las actividades y procedimientos están encaminados primordialmente a las actividades de limpieza y de lubricación, sin embargo, también en un menor porcentaje, se han programado actividades menores de mantenimiento eléctrico y mecánico. Teniendo en cuenta lo anterior, se realizó un listado de actividades de mantenimiento preventivo a las cuales se les asignó un código para su fácil identificación y de esta manera se creó un instructivo en el cual se relacionan los procedimientos paso a paso para su ejecución y los recursos que se necesitan para su implementación.

Las actividades relacionadas en el siguiente listado también son de obligatorio cumplimiento, su periodicidad esta consignada en el presente plan de mantenimiento y los formatos de cumplimiento.

Tabla 7.  
LISTA DE PROCEDIMIENTOS DE ACTIVIDADES.

INDUSTRIAS MAQUISOLD		PMP - V 01
LISTA PROCEDIMIENTOS DE MANTENIMIENTO		CODIGO: LPM
LIMPIEZA Y LUBRICACION		
ACTIVIDAD	DESCRIPCION	
PMP- 01	LIMPIEZA GENERAL DE MAQUINAS	
PMP- 02	CAMBIO DE ACEITE	
PMP- 03	LIMPIEZA DE TANQUE REFRIGERANTE	
PMP- 04	REVISION, ENGRASE Y LUBRICACION DE RODAMIENTOS	
ELECTRICAS		
PMP- 05	REVISION, AJUSTE Y CAMBIO DE CONEXIONES ELECTRICAS	
PMP- 06	REVISION DE VOLTAJE Y AMPERAJE	
PMP- 07	REVISION DE MOTOR ELECTRICO	
MECANICAS		
PMP- 08	AJUSTE Y ALINEACION DE PARTES MOVILES	
PMP- 09	INSPECCION, AJUSTE Y CAMBIO DE CORREAS, BANDAS Y POLEAS	
PMP- 10	REVISION Y CAMBIO DEL FILTRO DE ACEITE	

Se realiza de la recolección de información técnica y otra necesaria de la maquinaria. La información en todo plan de manteniendo es primordial, más aún cuando se trata de maquinaria y equipos industriales, muchos de ellos importados desde otros países y diseñados para trabajos de precisión como el caso de la maquinaria para el sector metalmeccánico, es por ello que al adquirirlos, se entregan con la información necesaria para su operación, mantenimiento y además con la descripción clara de sus capacidades y características y las recomendaciones de sus fabricantes.

En este punto se solicitó a la gerencia, la información técnica suministrada por proveedores y fabricantes de cada máquina relacionada en el plan, sin embargo; fue necesario solicitar datos importantes a los proveedores mediante correos electrónicos y llamadas telefónicas.

Se elabora el sistema documental. Todo sistema que contenga información debe tener soporte documental para que se pueda llevar a cabo de una manera planeada y organizada. Mediante él se logra documentar las intervenciones, obtener datos técnicos de los equipos, mantener al día los inventarios de recursos, en fin para el logro del plan de mantenimiento preventivo, es indispensable la creación de un sistema documental que facilite las actividades programadas para su ejecución.

En Industrias Maquisold, existe un sistema documental que se realizó hace más de diez años con el proceso de certificación ISO 9001 de ese entonces, a pesar de haber obtenido la certificación en ese momento, la empresa no



siguió más, los lineamientos establecidos en ella, renunciando a la importancia del mismo en el crecimiento como empresa, además de no continuar con el manejo documental, se ha rotado de personal el cual no ha sido capacitado bajo los criterios de ISO 9000 y la maquinaria también ha sido reemplazada a través de los años. En fin, el sistema documental ISO de 2004, ha sido abandonado y es obsoleto en este momento. Teniendo en cuenta las necesidades del plan de mantenimiento, se generó todo un sistema de información, el cual es implementado a través de una serie de formatos, fichas y documentos creados específicamente teniendo en cuenta las necesidades de la empresa y del presente plan. Fue necesario asignar códigos a los formatos para lograr administrarlos de mejor manera, y una lista maestra de los mismos para ubicar y signar de acuerdo a la actividad que se pretende realizar, los formatos relacionados a continuación hacen parte de este sistema al igual que su listado maestro:

Tabla 8.  
LISTA MAESTRA DE CÓDIGOS

INDUSTRIAS MAQUISOLD		PMP - V 01			
LISTA MAESTRA DE CODIGOS		CODIGO: LMC			
DOCUMENTACION DEL PLAN					
ITEM	DESCRIPCION	CODIGO	TIPO		
			F	L	D
1	Plan de Mantenimiento Preventivo Version 01	PMP-V-1			X
2	Lista Maestra de codigos	LMC		X	
3	Hoja de Vida Maquinaria	HVM	X		
4	Listado de Maquinaria Disponible	LMD		X	
5	Solicitud de Revision de Maquinaria	SRM	X		
6	Ficha Tecnica Maquinas	FTM			X
7	Carta de lubricacion maquinas	CLM	X		
8	Guia de inspeccion diaria	GID	X		
9	Inspeccion programada maquinas	IPM	X		
10	Inspeccion general Maquinas	IGM	X		
11	Lista de procedimientos mantenimiento	LPM	X		
12	Plan mantenimiento Torno	PMTN		X	
13	Plan mantenimiento Fresadora	PMFD		X	
14	Plan mantenimiento Taladro Radial	PMTR		X	
15	Orden de Trabajo	OT			X
DOCUMENTACION DE MAQUINAS					
1	Taladro Radial	TR - 01	X		
2	Torno Horizontal	TN - 02	X		
3	Torno Paralelo	TN - 03	X		
4	Fresadora	FR - 04	X		
5	Fresadora	FR - 05	X		
6	Torno Paralelo	TN - 06	X		
7	Segueta Electrica	SE - 07	X		
8	Prensa Hidraulica	PH - 08	X		

En este formato se encuentra relacionada la siguiente información:

- Ítem
- Descripción del objeto del formato
- Código
- Tipo de documento (Formato, lista, documento)

Tabla 9.  
FICHA TECNICA DE LA MAQUINARIA

INDUSTRIAS MAQUISOLD		PMP - V 01	
FICHA TECNICA MAQUINARIA		CODIGO: FTM	
INFORMACION TECNICA Y COMERCIAL DEL EQUIPO			
REGISTRO FOTOGRAFICO			
IDENTIFICACION		ESPECIFICACIONES	
Nombre del Equipo:		Voltaje:	
Marca:		Amperaje:	
Modelo:		Hr:	
Serie:		Tipo de maquina:	
Código Asignado:		Peso:	
Año de Fabricación:		Potencia Total:	
DATOS DEL PROVEEDOR			
Nombre:			
Lugar de Fabricación:			
Telefono:			
Contacto:			
Observaciones especiales:			
DATOS BASICOS			

En este formato se registran las características técnicas y variables físicas de la maquinaria y los siguientes datos

- Nombre de la máquina.
- Fabricante.
- País de origen
- Dimensiones.
- Tipo de trabajo.
- Características técnicas.
- Peso

Inventario de equipos. En él se relaciona la maquinaria que hace parte del presente plan, en ella además se registra información concerniente a la maquina como es:

- Nombre de la máquina.
- Código asignado por la empresa.
- Serie/Modelo.
- Año de fabricación.
- Estado en el que se encuentra.
- Documentación técnica.
- Casilla para observaciones.

Tabla 10.  
LISTADO DE MAQUINARIA

INDUSTRIAS MAQUISOLD		PMP - V 01										
LISTA DE MAQUINARIA DISPONIBLE		CODIGO: LMD										
LISTADO DE MAQUINARIA DISPONIBLE												
ITEM	NOMBRE DE LA MAQUINA	CODIGO ASIGNADO	SERIE/MODELO	AÑO DE FABRICACION	ESTADO		DOCUMENTACION TECNICA				OBSERVACIONES	
					M	B	MF	MO	FT	CL		P
1	TALADRO RADIAL MAS	TR-01	VO 50			X						
2	TORNO DMTG	TN-02	CW520C			X						
3	TORNO	TN-03	CJ6250C			X						
4	FRESADORA HECKER	FD-04	FUZ50			X						
5	FRESADORA MAGNA	FD-05	VM-4V			X						
6	TORNO YANCHENG	TN-06	CA6201C			X						
7	SEGUETA ELCTRICA	SE-07	MH-99RPP			X						
8	PRESA HIDRAULICA	PH-08	HP-50			X						
9												
10												
MF: Manual de Fabricante		FT: Ficha Tecnica		P: Planos								
MO: Manual de Operación		CL: Carta de Lubricación		LR: Lista de Repuestos								

Carta de lubricación. [3][4]. Para lograr el mejor desempeño de la maquinaria, evitar los daños y lograr alargar la vida útil de la misma, es necesario contar con la carta de lubricación de cada una de ellas, la carta consiste en un formato diseñado específicamente para cada máquina, donde se registra de manera clara el paso a paso para mantener bien lubricada cada aspecto de ellas, en qué periodo y además el tipo de lubricante de acuerdo a sus características el formato contiene:

- Periodo de lubricación.
- Tipo de lubricación.
- Tipo de tarea
- Clase de lubricante y cantidad
- El mecanismo/parte o elemento a lubricar.
- Tiempo que se estima para la ejecución de la actividad.

Hoja de vida de la Maquinaria. [5]. Este formato no es otra cosa más que la historia de la máquina, es decir; En él se consignan datos importantes de las características de la máquina, pero su principal función es, registrar las intervenciones que se realizan a la maquina con el fin de crear tener una base de datos para determinar frecuencias de ocurrencia, costos y otros datos de interés para el plan y los ítems contenidos en él, son los siguientes:

- Número de la OT que lo acompaña.
- El motivo de la intervención de la máquina.
- Fecha en la que se realizó la intervención.
- Tiempo que se empleó.
- Tipo de intervención.
- Materiales e insumos.
- Ejecutor de la actividad.
- Costo de la actividad.

Tabla 11.  
CARTA DE LUBRICACIÓN DE MÁQUINAS

INDUSTRIAS MAQUISOLD CARTA DE LUBRICACION DE MAQUINAS						PMP - V 01			
						CODIGO: CLM			
DATOS DE LA MAQUINA									
Nombre:	Marca:	Amperaje:	Peso:	Modelo:	Voltaje:	Hr:	Potencia:	Codigo:	Fabricacion:
Periodo de Lubricacion	Tipo de Lubricacion	TAREA	Lubricante		Mecanismo/Parte/elemento a Lubricar	Tiempo Estimado			
			Tipo	Cantidad					
DIARIO									
SEMANAL									
MENSUAL									
SEMESTRAL									
ANUAL									
TAREAS:									

Tabla 12.  
HOJA DE VIDA DE LA MAQUINARIA.

INDUSTRIAS MAQUISOLD HOJA DE VIDA DE MAQUINARIA								PMP - V 01	
								CODIGO: HVM -	
DATOS DE LA MAQUINA									
Nombre:	Marca:	Amperaje:	Peso:	Modelo:	Voltaje:	Hr:	Potencia:	Codigo:	Año de Fabricacion:
INTERVENCIONES									
OT No:	MOTIVO DE LA INTERVENCION	FECHA	TIEMPO EMPLEADO /h.	TIPO DE INTERVENCION		MATERIALES E INSUMOS	EJECUTOR	COSTO TOTAL	
				MP	MC				

Las actividades de Intervención a la maquinaria en Industrias Maquisold, son el alcance principal para la generación del presente plan de mantenimiento preventivo, el sistema de información creado se convierte en mecanismo para documentarlo y llevarlo a cabo, sin embargo en este

punto del plan, es donde realmente llevamos al más alto punto del documento ya que con los mecanismos consolidados con anterioridad, podemos planear, programar y ejecutar las actividades de intervención de la maquinaria de manera clara y eficiente.

A continuación, podemos ver los pasos que se deben seguir, para realizar las actividades de mantenimiento a la maquinaria:

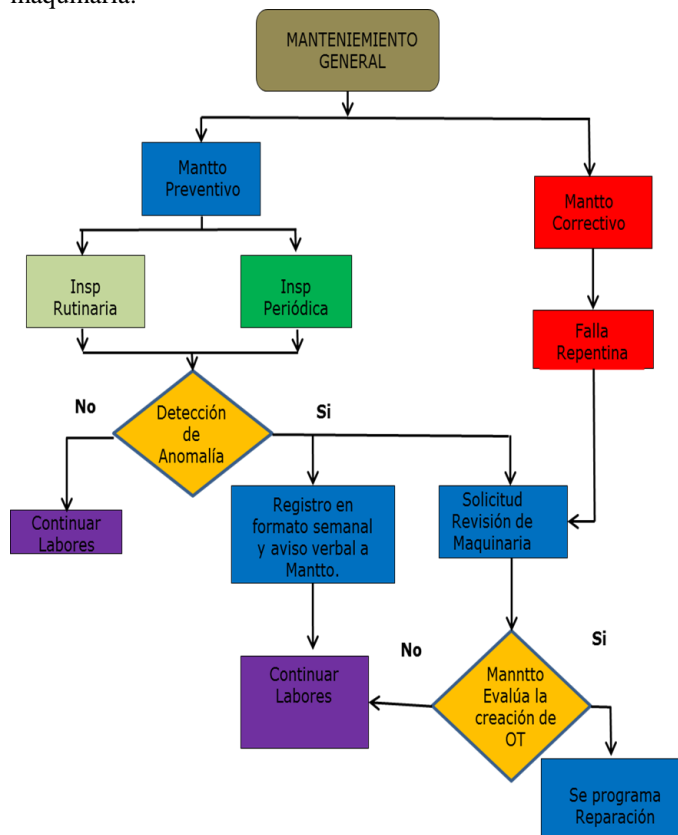


Fig. 4. Diagrama de flujo para la planeación de mantenimiento

Se establece la solicitud de revisión de máquina en los procedimientos de planeación, programación y ejecución de actividades de mantenimiento, existen dos formatos indispensables que deben ser diligenciados para tal fin, el primero de ellos hace referencia a la solicitud de revisión de maquinaria (SRM), este formato debe ser diligenciado por el operador de la máquina, cuando en su actividades de verificación o inspección rutinaria, encuentre alguna anomalía que a su consideración pueda ser indicio de una falla o desencadene la misma en la máquina. El formato será entregado a la administradora del mantenimiento (secretaria) y esta a su vez se encargará junto con el representante legal de definir la creación o no, de una OT.

La información contenida en el formato es la siguiente:

- Nombre de la máquina.
- Código.
- Nombre del solicitante.
- Cargo del solicitante
- Nivel de compromiso funcional de la máquina.
- Motivo por el cual se realiza la solicitud.
- Firma.

Tabla 14.  
ORDENES DE TRABAJO.

		<b>INDUSTRIAS MAQUISOLD</b>			PMP - V 01	
		<b>ORDEN DE TRABAJO</b>			CODIGO: OT	
<b>DATOS DE LA MAQUINA</b>						
Nombre:	Marca:	Amperaje:	Peso:	Codigo:		
Modelo:	Voltaje:	Hz:	Potencia:	Año de Fabricación:		
Solicitado por:		Tipo de Trabajo		Compromiso Funcional del Equipo		Fecha:
Cargo:		MP	MC	B	M	A
<b>Planeación y Programación</b>						
Diagnostico Inicial del evento presentado:						
Actividades a realizar:		Especialidad		Genera Para da		
		Mecanico	Elctrico	Otro	Si	No
		Nombre del ejecutor		Tiempo de Para da Horas		
<b>MATERIALES REPUESTOS HERRAMIENTAS E INSUMOS A UTILIZAR</b>						
Descripción		Cantidad	Referencia	Costo		
<b>Resultados</b>						
Descripción de daño o situación real encontrada:						
Descripción de Repuestos e Insumos utilizados		Cantidad	Referencia	Costo		
Fecha de Inicio: Hora		Fecha de Terminación Hora	COSTO Total		Firma	

En el anterior formato se consigna los siguientes datos técnicos:

- ✓  Nombre de la máquina, modelo, marca, voltaje, amperaje, Hz, peso, potencia, código asignado, año de fabricación.
- ✓ Además, se diligencia lo siguiente:
- ✓ Nombre y cargo de quien solicita.
- ✓ Tipo de Trabajo (MP, MC)
- ✓ Compromiso funcional del equipo. (Bajo, medio, alto.)
- ✓ Fecha de creación de la OT.
- ✓ Diagnóstico inicial por el cual se crea la OT.
- ✓ Actividades a realizar.
- ✓ Especialidad del trabajo (mecánico, eléctrico, otro) y nombre del ejecutor.
- ✓ Si genera para y cuánto tiempo.
- ✓ Descripción y costo de materiales insumos y otros para la actividad.
- ✓ Descripción de hallazgos encontrados.
- ✓ Relación y costo de recursos utilizados en la actividad.
- ✓ Fechas de inicio y terminación de la intervención.
- ✓ Costo real de la actividad.
- ✓ Firma del ejecutor.

En la parte posterior del formato de orden de trabajo, se considera un espacio para cualquier otro tipo de observación e incluso algunos costos que por algún motivo fueron incluidos en la parte frontal del formato, o si en determinado caso no alcanzo el espacio.

Una vez se termina la intervención de la maquinaria, es necesario realizar la documentación de las actividades realizadas, las cuales servirán como datos claves en la

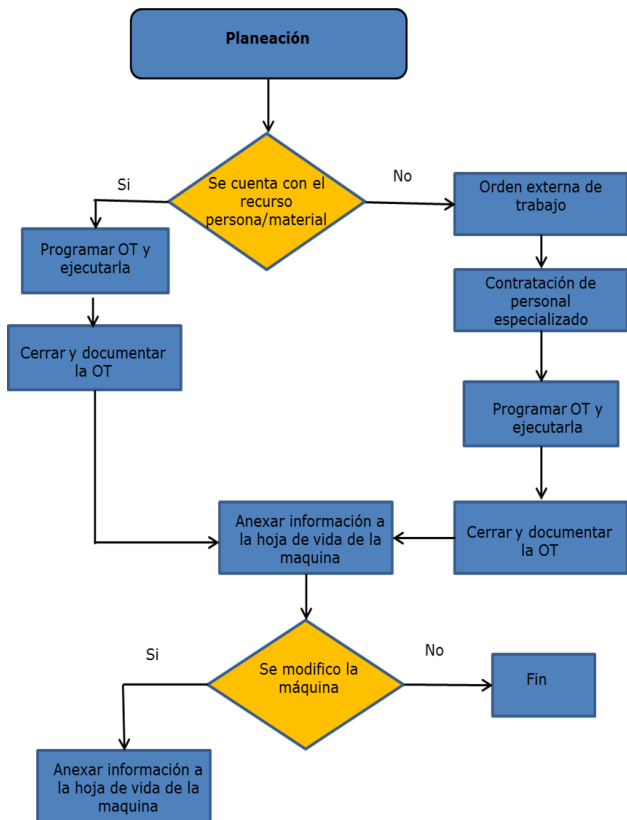


Fig. 5. Diagrama de flujo para la ejecución y documentación de mantenimiento

Tabla 13.  
SOLICITUD DE REVISIÓN DE MAQUINARIA

		<b>INDUSTRIAS MAQUISOLD</b>			PMP - V 01	
		<b>SOLICITUD REVISION MAQUINA</b>			CODIGO: SRM	
Maquina:		Solicitante:		Fecha:		
Codigo:		Cargo:		Compromiso funcional del equipo		
Motivo de la solicitud:		B	M	A		
Bajo: Puede programarse en el mes		Medio: Puede programarse la proxima semana		Alto: Dede realizarse durante la semana		
				Firma:		
				Cedula C.C.		

Las ordenes de trabajo (OT) son definidas y creadas únicamente por el representante legal, quien en compañía de la administradora del plan de mantenimiento (secretaria), diligencian y tramitan lo concerniente a la programación de intervenciones de la maquinaria. El formato es el siguiente.

implementación de otras técnicas y procedimientos para el mejoramiento de las actividades de mantenimiento y además, servirá para cuantificar los costos del plan mismo y con ello actualizar, mejorar y convertir el presente plan en un plan eficiente y para conseguirlo es necesario se debe actualizar la hoja de vida de los equipos, con los datos consignados en el formato de OT.

Para generar el programa de mantenimiento preventivo. Se cuenta con toda la información, formatos procedimientos y herramientas plenamente definidas e integradas en este documento, de manera que se define así, el programa de cumplimiento de las actividades de mantenimiento a la maquinaria anual. [2]

### 3) *Mostrar la información, de manera que se sintetizen los resultados obtenidos y así, divulgar y capacitar al personal*

Se concertó con el representante legal de la empresa la realización actividades de orden, aseo y demarcación de zonas en el área operativa de la empresa y codificación de máquinas, al final de la programación hecha para la realización del documento, teniendo en cuenta que en el transcurso de la planeación de actividades se evidencio la necesidad de realizar una serie de actividades preparatorias como orden, limpieza con desengrasantes, detergentes biodegradables y otros, con el fin de llevar a cabo la demarcación de áreas de seguridad operativa. En la figura 6 se presenta el registro fotográfico de la actividad.

Cada vez que en una empresa se realiza la incorporación de un nuevo proceso que conlleve a cambios en la misma, es necesario establecer mediante reuniones con el personal y su representante legal, un proceso de capacitación y adaptación.

El presente plan de mantenimiento no es ajeno a esta situación, es por ello que ha sido necesario establecer en él un programa sencillo de reuniones para la divulgación, capacitación y entrenamiento al personal, facilitando la adaptación del personal a las nuevas directrices y sobre todo al cumplimiento cabal de su programa, inculcado de esta manera una cultura hacia el mantenimiento y el cuidado de la maquinaria en la empresa, convirtiéndola en una herramienta ideal para el aumento de la producción la organización de las actividades y el mejoramiento de la calidad de los trabajos y el ambiente laboral.

El programa se basó en cuatro etapas básicas, las cuales son:

I. Inducción al plan de mantenimiento: Una vez aprobado el ante proyecto, se realizó la inducción al personal, con respecto a los objetivos del plan y las tareas a realizar, de esta manera se involucró el personal, los cuales aportaron ideas y se interesaron por dar su ayuda para sacar adelante el proyecto.

II. Entrevistas y charlas con los trabajadores: Para el logro de los objetivos del plan de mantenimiento, fue de vital importancia los aportes entregados por los trabajadores y

representante legal, en cuanto al funcionamiento de la maquinaria, la creación de los



Fig. 6. Demarcación de seguridad de áreas operativas.

procedimientos y el establecimiento de las actividades con sus respectivos periodos de cumplimiento.

III. Divulgación y entrenamiento del documento final: En esta reunión, se realizó la divulgación y capacitación al personal, acerca de los procedimientos para las actividades, los formatos y todo lo referente al sistema creado para la implementación del presente plan.

IV. Afianzamiento del personal al plan: En esta nueva etapa se realizó la entrega de formatos a manera de ejercicio práctico, donde los trabajadores practicaron llenándolos y poniéndolos en práctica para afianzar su manejo y disposición.

Para el registro y control de las actividades de capacitación y de inducción al presente Plan, se elaboró el Formato de Asistencia y Capacitación, en el cual quedó consignado las actividades anteriormente descritas.





Fig. 7. Capacitación al personal acerca del Plan de Mantenimiento

## XV. CONCLUSIONES

Mediante el diagnóstico realizado se identificaron las necesidades y los requerimientos en cuanto a la programación y ejecución de actividades de mantenimiento de la maquinaria, logrando así, la realización del plan.

El inventario, la codificación, y la jerarquización hecha a la maquinaria, se realizaron como base para establecer el alcance del plan, priorizando actividades y periodos de cumplimiento.

La creación de las hojas de vida, fichas técnicas y la consolidación de las cartas de lubricación de la maquinaria, aportaron la información técnica para la implementación de los demás documentos creados para el funcionamiento del plan.

La implementación de las guías diarias de mantenimiento garantizará la inspección y detección temprana de anomalías en la maquinaria, evitando que se presente fallas dramáticas que saquen de servicio de manera imprevista, con resultados catastróficos para la operación.

Con el establecimiento de los procedimientos de planeación, programación, ejecución y documentación de las actividades de intervención de la maquinaria, se logrará definir la ruta a seguir por trabajadores al realizar los mantenimientos.

Se realizó la programación anual de actividades de mantenimiento preventivo, a la maquinaria de producción de la empresa.

Mediante reuniones de divulgación y capacitación se comunicó al personal trabajador los objetivos, las actividades y los resultados obtenidos durante la creación del presente plan, destacando el aporte hecho por ellos en el logro obtenido.

Las actividades complementarias, son un aporte personal realizado como valor agregado, las cuales mejoran significativamente las condiciones laborales de la empresa.

Se realizó la planeación del mantenimiento preventivo de la maquinaria del área de producción de la empresa Industrias Maquisold, estableciendo las características y necesidades de

la empresa y buscando mediante su aplicación, evitar fallas inesperadas e incidentes con el personal logrando el aumento de la producción debido a la mayor disponibilidad de la maquinaria en condiciones óptimas, así como la disminución en el costo de reparaciones teniendo en cuenta la prolongación de la vida útil de la misma.

## AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Universitario de la Paz por haberme aceptado ser parte de él y darme la oportunidad de superarme académicamente y obtener un título profesional.

A los todos los docentes del Programa de Tecnología en Electromecánica, quienes me prepararon para el desafío de enfrentar el futuro y que ningún reto me parecerá imposible después de culminar mi graduación.

Al ingeniero Mecánico Julián Camilo Gómez Guarín, director del Trabajo, por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimiento, así como también haberme tenido toda la paciencia del mundo para guiarme durante el desarrollo del trabajo de grado.

A los profesionales integrantes del jurado calificador, muchas gracias.

Al Gerente de la Empresa Industrias Maquisold, por permitirme realizar el trabajo de investigación.

Y a todas aquellas personas que de una u otra forma brindaron su ayuda en cualquier momento de nuestra realización del trabajo de grado, muchas gracias.

## REFERENCIAS

- [1] Mantenimiento de equipos. [En línea]. Recuperado en 2017-02-21. Disponible en: [www.asistein.com/cmantenimiento.php](http://www.asistein.com/cmantenimiento.php).
- [2] GONZÁLEZ BUTIMEA, José. Mantenimiento preventivo a torno paralelo convencional. Universidad Tecnológica del estado de Querétaro Disponible [En línea]. <http://www.uteq.edu.mx/tesis/IN/0190.pdf>.
- [3] ALBARRACÍN AGUILÓN, Pedro. Selección correcta de un aceite industrial. UDEA. Abril 09 de 2003 Medellín-Colombia. [En línea]. Disponible en: <http://www.widman.biz/boletines/2.html>
- [4] Ingenieros de lubricación Ltda. – selección correcta de un aceite industrial por Pedro Albarracín Aguilón ingeniero mecánico UDEA, abril 09 de 2003 Medellín-Colombia [En línea]. Disponible en <http://www.widman.biz/boletines/2.html>.
- [5] GUTIERREZ RAMÍREZ, German Ernesto y WONG AGUIRRE, Mayerlin Margarita Modelo de mantenimiento de los equipos de producción de la empresa Inmecin Ltda. Especialización de gerencia de mantenimiento. Bucaramanga: Universidad Industrial de Santander UIS. Facultad de Ingenierías Físico-Mecánicas. 2007. p. 36.

# Caracterización y diseño de un plan estratégico en el sector hotelero del municipio de barrancabermeja-santander

Carolina Díaz Betancur, Vlaxmir Robles Marín, Luzdivia Flores Vanegas y Mónica Buitrago Lozada  
 Instituto Universitario de la Paz, Barrancabermeja  
[carolina.diaz@unipaz.edu.co](mailto:carolina.diaz@unipaz.edu.co), [vlaxmir.robles@unipaz.edu.co](mailto:vlaxmir.robles@unipaz.edu.co), [luzdivia0809@gmail.com](mailto:luzdivia0809@gmail.com),  
[mbuitloz@gmail.com](mailto:mbuitloz@gmail.com), [jose.miranda@unipaz.edu.co](mailto:jose.miranda@unipaz.edu.co), [cjgarcia9810@gmail.com](mailto:cjgarcia9810@gmail.com).

*Resumen* — El propósito de este artículo es presentar los principales resultados de la caracterización y diseño del Plan Estratégico en el sector hotelero del municipio de Barrancabermeja. El instrumento utilizado para la recolección primaria fue la encuesta. El tamaño de la muestra se determinó a partir de la información reportada por la Cámara de Comercio, analizando en total 58 hoteles; asimismo, la investigación se apoyó en fuentes secundarias con el propósito de una mejor comprensión y análisis del sector. Los resultados obtenidos permitieron identificar las principales características del sector. La metodología utilizada parte de un análisis del entorno externo e interno, enfocándose en los aspectos estratégicos que pueden incidir tanto de forma positiva como negativa.

**Palabras clave**—Análisis PESTAL, Caracterización, competitividad, plan estratégico y turismo.

*Abstract* — *The purpose of this article is to present the main results of the characterization and design of the Strategic Plan in the hotel sector of the municipality of Barrancabermeja. The instrument used for the primary collection was the survey. The size of the sample was determined from the information reported by the Chamber of Commerce, analyzing a total of 58 hotels; also, the research was supported by secondary sources with the purpose of a better understanding and analysis of the sector. The results obtained allowed to identify the main characteristics of the sector. The methodology used is based on an analysis of the external and internal environment, focusing on the strategic aspects that can affect both positively and negatively.*

**Keywords:** PESTAL Analysis, Characterization, competitiveness, strategic plan and tourism

## XVI. INTRODUCCIÓN

El presente artículo es una síntesis de la caracterización y del plan estratégico propuesto para el sector hotelero del municipio de Barrancabermeja, para este fin se utilizaron instrumentos de diagnóstico estratégico externo como el análisis de las cinco fuerzas de Porter y análisis PES/TAL, mediante el uso de fuentes secundarias; mientras que en el marco interno se empleó la encuesta cuyos resultados permitieron identificar las Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas. A partir de la información recopilada se propuso un plan estratégico como instrumento de apoyo para la toma de decisiones empresariales que permitan el

desarrollo de estrategias que contribuyan al desarrollo regional del sector de la economía local.

## XVII. DESARROLLO

En el año 2012 la agremiación hotelera COTELCO anunció un crecimiento del 300% en la construcción hotelera bajo la expectativa del proyecto de modernización de la refinería de Barrancabermeja, lo que se tradujo también en una alta inversión (200.000 millones de pesos aproximadamente). Cuatro años después, esta misma agremiación se pronunció nuevamente anunciando que la crisis económica bajó la ocupación de los hoteles en un 50%, argumentando que en la ciudad se desarrolla un turismo corporativo; este tipo de turismo es aquel que se genera a partir de los proyectos y oportunidades de trabajo que se abren en el municipio para foráneos que llegan a requerir servicios de hospedaje por asuntos laborales. [1]

De acuerdo con cifras suministradas por la Unión Sindical Obrera (USO) de Barrancabermeja, la empresa Ecopetrol, a marzo de 2016, habría despedido aproximadamente a 40.000 trabajadores, [2] afectando de manera directa al turismo corporativo, lo cual se refleja en la reducción los ingresos generados por este tipo de servicio.

En el año 2015 las ventas del sector disminuyeron drásticamente en un 71%; tan solo el 28% se mantuvieron y un 1% logró un aumento. Las cifras anteriores evidencian una situación preocupante para los hoteles de Barrancabermeja, ya que el 99% del sector se encuentra estancado o decrecido, lo cual refleja una clara necesidad de implementar acciones que permitan redireccionar la tendencia negativa que se presentan en las estadísticas del año 2015[3].

La reciente baja de los precios del petróleo, la suspensión del proyecto de modernización de la refinería y el alza del dólar son aspectos que han [4] contribuido a agravar la crisis económica por la que atraviesa el municipio; entre los sectores económicos más golpeados se encuentra el sector hotelero. Esto permite deducir que éste no se está adaptando a las nuevas condiciones socioeconómicas del municipio, por lo que la caracterización, el análisis del entorno tanto externo como interno y la evaluación del sector hotelero permitirá

formular un plan estratégico que se adapte a la nueva dinámica de este renglón económico en Barrancabermeja.

### A. ANTECEDENTES

La dinámica de la época actual demanda un re-ajuste permanente de estrategias que permitan explotar las capacidades y aprovechar ventajas y oportunidades que permitan a las empresas o a los sectores económicos ser sostenibles en mercados cada vez más agresivos; del mismo modo es de suma importancia advertir las amenazas y los riesgos que pueden sobrevenir a causa de los diferentes cambios que se puedan generar en un determinado contexto; pues de este modo será posible anticiparse y asimilar de la manera más adecuada la llegada de cambios en el entorno y nuevas tendencias.

Un esquema desarrollado por David Garvin, profesor de Harvard Business School, ilustra cuatro (4) etapas de la planeación estratégica, se trata de un proceso simple y fácil de comprender el cual es descrito a continuación [5]:

- **Análisis de entorno:** Esta etapa está enfocada al análisis de la industria; asimismo, es necesario un buen autodiagnóstico el cual permita saber cuáles son las fuerzas (capacidades, competencias o habilidades) que van a permitir el aprovechamiento de las oportunidades; del mismo modo también ayudará a identificar las debilidades que pueden limitar el logro de los objetivos planteados por una empresa o un sector económico.
- **Formulación:** A partir del contexto interno y externo reconocido en la etapa anterior, es posible formular la estrategia con sus tres componentes: objetivos, plan de acción para lograrlos y capacidades y recursos que permitan llevar a cabo dicho plan de acción.
- **Programación:** Es la etapa entre la formulación y la ejecución en donde se especifican las metas a alcanzar y se definen las actividades necesarias para alcanzar dichos objetivos.
- **Ejecución:** En esta etapa se llevan a cabo las tareas y metas programadas, se coordinan recursos, se fijan prioridades y se hace seguimiento.

En este contexto, las estrategias no deben surgir de la nada, deben responder al entorno del negocio, de ahí la importancia de realizar un análisis de la situación actual del entorno general de la sociedad. Para lo cual el análisis PEST/AL se constituye en una metodología empleada para revisar el entorno general, que consiste en examinar el impacto de aquellos factores externos que están fuera de control de la empresa, pero que pueden afectar a su desarrollo futuro. [6]

Según [7] WHEELER & HUNTER, la matriz de factores externos, EFAS permite organizarlos en oportunidades y amenazas; y a partir de ello analizar con qué eficiencia el sector o empresa está dando respuesta a las mismas, y al

tiempo se les asigna un nivel de importancia de acuerdo a su impacto sobre la organización evaluada. Asimismo, la matriz IFAS permite organizar los factores internos en debilidades y fortalezas; y a partir de ello analizar con qué eficiencia el sector o empresa está dando respuesta a las mismas. Mediante esta matriz también se le asigna a cada factor interno un nivel de importancia de acuerdo a su impacto sobre la organización o sector evaluado. Una vez evaluado los factores externos e internos identificados los resultados se sintetizan en la matriz la matriz SFAS de factores estratégicos.

De otra parte, las fuerzas externas que ejercen influencia sobre una industria son muy importantes ya que afectan a todas las empresas de su segmento, y la clave en la planeación estratégica se encuentra en las habilidades que generen las empresas para enfrentarse a ellas.

Para analizar las fuerzas que impulsan la competencia en una industria determinada, es necesario estudiar las siguientes fuerzas:

- Compradores o clientes del sector.
- Productos o servicios sustitutos para el sector.
- Proveedores del sector.
- Otras partes interesadas que puedan influir en la industria.
- Amenaza de nuevos participantes que lleguen a competir a la industria.

Las cinco fuerzas mencionadas permiten ver que la competencia en un sector económico o industria, debe ser analizada de una manera mucho más amplia que simplemente analizar a los rivales. [8].

En este contexto, respecto al sector hotelero MATIZ [9] indica que estos, en búsqueda de una serie de ventajas competitivas, han diseñado y desarrollado estrategias que se ejecutan mediante planes de acción, promociones y ofertas que permiten la diferenciación de cada una de las cadenas. Estas estrategias podrían ser la clave para salir de un sector que muestra tendencia al hacinamiento, en donde la mayoría sigue al líder y tratan de imitar los esquemas de negocios, en aras de obtener una rentabilidad o un posicionamiento parecido al suyo.

El desarrollo de esta investigación contempló el análisis externo del análisis externo a partir del análisis de factores externos e internos, así como las fuerzas externas del entorno con el fin de formular el plan estratégico que permita al sector hotelero posicionarse en el mercado.

### B. METODOLOGÍA

El tipo de investigación fue descriptiva, la cual es un método científico que requiere la observación y posterior descripción del comportamiento de un sujeto (para este caso un sector) sin influir sobre él de ninguna manera. [9]

Este tipo de investigación se consideró teniendo en cuenta que lo que se pretende es describir y caracterizar el sector hotelero del municipio de Barrancabermeja mediante un análisis de los factores externos e internos, y a partir de allí presentar las conclusiones y recomendaciones resultado del estudio.

## XVIII. RESULTADOS OBTENIDOS

En primer lugar, se presentan los resultados del análisis externo a partir del análisis de factores externos mediante la utilización de la metodología PEST/AL, la cual evalúa los aspectos políticos, económicos, sociales, tecnológicos, ambientales y legales asociados al sector hotelero del municipio de Barrancabermeja, obteniendo una relación de cuatro (4) oportunidades y tres (3) amenazas principales del renglón económico de estudio. Las cuales se consolidaron en la matriz EFAS para la evaluación de factores estratégicos externos.

N°	Factores externos	Peso	Calificación	Ponderación	Comentarios
<b>Oportunidades</b>					
1	Nuevas obras que atraerán más turismo corporativo y tradicional	0,25	3,5	0,875	Vía Yuma - puerto multimodal
2	Atracciones a nivel de turismo	0,05	1	0,05	Refrigerio, represa hidrosigomosa, no magdalena
3	Recursos TIC's de bajo costo y gratuitos	0,2	2,5	0,5	TIC's no están siendo aprovechados
<b>Amenazas</b>					
4	Amenazas	0,15	1,5	0,225	Otros sectores de la economía
<b>Amenazas</b>					
5	Inestabilidad en la economía Barranquilla	0,15	2,5	0,375	Afectando en mayor proporción al sector hotelero
6	Servicios sustitutos	0,15	2	0,3	Residencias, apartamentos y habitaciones
7	Desinterés de algunos por visitar la ciudad	0,05	1	0,05	Poco sitio turístico
		1,00		2,375	

Figura 1. Matriz EFAS

Una vez evaluado el entorno se procede a desarrollar el Análisis de Porter, para lo cual se consideraron los siguientes aspectos:

**Poder de negociación de los clientes:** El análisis de este poder permite identificar barreras en el mercado a causa de productos sustitutos con precios competitivos. En este sentido, este es alto, en la medida que existe una amplia oferta de servicios sustitutos, dada la disminución del turismo corporativo y la situación económica por la que atraviesa el municipio; por lo tanto, el cliente dispone de distintas opciones para elegir a bajo costo; asimismo, está en capacidad de negociar el precio y exigir un mejor servicio.

**Poder de negociación de los proveedores:** Ésta fuerza permite analizar si los proveedores cuentan con herramientas para negociar con la industria hotelera. De acuerdo con lo anterior que el poder de negociación de los proveedores es bajo.

**Amenaza de nuevos competidores:** El análisis de ésta fuerza de la industria es empleada para detectar empresas y/o sectores con servicios similares en el mercado. Se puede analizar este factor desde las siguientes barreras: economía de escalas, diferenciación, requerimiento de capital, acceso a canales de distribución o las ventajas de los costos independientes. En este sentido, dado el contexto económico actual de Barrancabermeja no es pertinente la ampliación de la

capacidad hotelera, dado el nivel de ocupación presenta una tendencia a la baja, volviendo poca atractiva la inversión.

En este sentido, para incursionar a la industria hotelera se requiere una inversión alta en capital, lo cual disminuye aún más la probabilidad de que incursionen nuevos competidores. De igual manera se puede descartar una amenaza alta de nuevos competidores diferenciados, dado el nivel de inversión requerido.

Por otra parte, se considera que no existen competidores entrantes explorando posibilidades para acceder al mercado mediante nuevos canales de distribución ni mediante ventaja en costos ya que la industria actualmente en Barrancabermeja es poco atractiva. Por tanto, la amenaza de entrada de nuevos competidores es baja.

### Amenaza de servicios sustitutos

En este punto, se analizará la situación del sector hotelero frente a barreras similares a las trabajadas en la amenaza por competidores entrantes; sin embargo, esto se hará desde la perspectiva de los productos sustitutos. En años anteriores el turismo corporativo generaba una alta demanda en lugares de alojamiento, y por este motivo surgieron alternativas de hotelería informal tales como:

- Residencias
- Apartamentos
- Habitaciones que se alquilan por meses, semanas o días
- Apartamentos compartidos

Ante esta amplia oferta, un hotel puede ser fácilmente remplazado por otras opciones que también le proveen hospedaje y en muchas ocasiones también servicios de alimentación, aseo y otros; sin embargo; bajo las condiciones económicas actuales es posible que no exista nueva inversión de capital en este tipo de servicios sustitutos ya que actualmente existen muchos con baja ocupación.

Los hoteles tienen una gran desventaja en costos frente a los servicios sustitutos ya que el costo de una noche de hotel tiende a ser siempre más alto que lugares como residencias o habitaciones; del mismo modo, los hoteles ofrecen una alta diferenciación en la calidad del servicio, pero de igual forma, están en capacidad de proveer servicios complementarios similares (comida, aseo otros) que aun cuando no son de la misma calidad, cumplen con la misma función y a menor coste. Por otra parte, no existe ninguna política gubernamental que se pueda considerar como una barrera para la oferta de servicios sustitutos.

De acuerdo con lo anterior, se puede deducir que la amenaza de servicios sustitutos es alta.

### Rivalidad entre competidores

En este punto se analizan los competidores que proveen el mismo producto. Esta rivalidad se analiza principalmente



desde las estrategias de negocios que usan las empresas para destacarse por encima de los demás. A pesar de que el número de hoteles actualmente no es muy alto el nivel de ocupación en los mismos ha disminuido significativamente, por lo tanto, la competencia sigue siendo intensa; por ésta misma razón, la tasa de crecimiento de la industria se ha estancado. Las barreras de salida del negocio son altas teniendo en cuenta que la inversión en infraestructura hotelera es alta, y si se quiere salir de ésta industria, no es fácil recuperar la inversión realizada.

En términos de capacidad, es difícil establecer una constante para el sector, ya que, así como existen hoteles con infraestructura amplia, también existen algunos que ofrecen únicamente los servicios básicos.

De acuerdo con lo anterior, se puede decir que existe una rivalidad alta teniendo en cuenta que las ventas han venido bajando y existe una gran cantidad de hoteles que están buscando incrementar sus ventas.

Una vez evaluado el entorno se procede al análisis de los factores internos, la información se obtuvo a partir de la encuesta aplicada a 58 hoteles instalados en el municipio de Barrancabermeja. Los siguientes párrafos presentan el análisis de los resultados obtenidos.

El 50% de los hoteles de Barrancabermeja manifestaron que no están dispuestos a realizar inversiones económicas en planes estratégicos debido a que cuando existió la expectativa de la ampliación de la refinería se hicieron grandes inversiones en infraestructura, inversiones que han considerado pérdidas ya que, contrario a lo que esperaban, han experimentado una caída en las ventas en los últimos años.

El 72,9% de las empresas no están adoptando algún tipo de planeación estratégica para afrontar las nuevas condiciones económicas y sociales del municipio; por lo tanto, se deduce que no está actuando dinámicamente frente a las fuerzas que ejercen influencia dentro de su industria.

El 60,4% de los hoteles cuentan con oportunidades para ofrecer servicios adicionales (zonas húmedas, servicios de negocios, realización de eventos al tiempo que el 100% de los hoteles pueden acceder de forma gratuita a distintos medios de comunicación digital como correo electrónico, redes sociales, página web, libros electrónicos facilitando la comunicación con los clientes actuales y potenciales.

De otra parte, los resultados se sintetizan en la matriz IFAS para la evaluación de los factores estratégicos internos, identificándose (3) fortalezas y cuatro (4) debilidades.

N°	Factores externos	Peso	Calificación	Ponderación	Comentarios
1	Oportunidades Nuevas obras que atraerán más turismo corporativo y tradicional	0,25	3,5	0,875	Vía Yuma , puerto multimodal
2	Atracciones a nivel de turismo	0,05	1	0,05	Refinería, represa hidrosogamoso, no magdalena
3	Recursos TIC's de bajo costo y gratuitos	0,2	2,5	0,5	TIC's no están siendo aprovechados
4	Amenazas Alianzas	0,15	1,5	0,225	Otros sectores de la economía
5	Inestabilidad en la economía Barranqueña	0,15	2,5	0,375	Afectando en mayor proporción al sector hotelero
6	Servicios sustitutos	0,15	2	0,3	Residencias, apartamentos y habitaciones
7	Desinterés de externos por visitar la ciudad	0,05	1	0,05	Poco sitio turístico
		1,00		2,375	

Figura 2. Matriz IFAS

Para elaborar la matriz de resumen de factores estratégicos SFAS se seleccionaron los factores más relevantes para abordar el plan estratégico.

N°	Factores externos	Peso	Calificación	Ponderación	Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
1	F. Infraestructura amplia	0,2	3	0,6			X
2	F. Disposición para generar alianzas	0,2	4,5	0,9		X	
3	A. Inestabilidad en la economía Barranqueña	0,1	2,5	0,25		X	
4	A. Servicios sustitutos	0,05	2	0,1			X
5	D. No aprovechan las TIC's	0,1	0,3	0,03			X
6	D. Alta dependencia del sector hacia el turismo corporativo	0,1	2	0,2			X
7	O. Nuevas obras que atraerán más turismo corporativo y tradicional	0,1	3,5	0,35			X
8	O. Recursos TIC's de bajo costo y gratuitos	0,15	2,5	0,375	X		
		1		2,805			

Figura 3. Matriz SFAS

## XIX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El sector hotelero resultó evaluado de manera insatisfactoria en cuanto a su respuesta frente a factores estratégicos tanto internos (2,69/5) como externos (2,38/5); esto quiere decir que el sector hotelero del municipio de Barrancabermeja no está explotando de manera suficiente las fortalezas y oportunidades que le ofrece su entorno; y tampoco está atacando efectivamente las debilidades y amenazas del mismo.

Se puede observar la respuesta del sector hotelero frente a estos factores estratégicos es deficiente teniendo en cuenta que su evaluación arrojó un resultado de 2,8/5 puntos; por lo tanto, se observan muchas oportunidades de mejora. También se puede observar que los factores seleccionados pueden generar impactos a mediano y largo plazo, por lo tanto, pueden generar un aporte significativo a la sostenibilidad del sector por varios años.

Para la presentación del plan estratégico del sector hotelero de Barrancabermeja, se consideró pertinente elaborar un cuadro estructurado donde se relacionan los ocho (8) factores estratégicos seleccionados como foco de trabajo; asociándolos a las actividades y acciones que dan respuesta a los mismos y que se consideran pertinentes para potenciar las fortalezas,

atacar las debilidades, mitigar las amenazas y aprovechar las oportunidades que ofrece el entorno interno y externo del sector.

El plan estratégico formulado, está enfocado en generar acciones sobre factores estratégicos considerados de mayor impacto (con base en su caracterización), para favorecer la sostenibilidad del sector hotelero a partir de aprovechamiento de tecnologías, generación de alianzas y otros aspectos que demandan inversiones menores y en muchas ocasiones nulas.

Se recomienda:

Teniendo en cuenta que el turismo corporativo ha sido por muchos años una importante fuente de ingresos para el sector hotelero, se considera pertinente que las agremiaciones hagan estudios de mercado alrededor de los nuevos proyectos que sobrevienen en el municipio, para prepararse mediante la generación de estrategias que les permitan adelantarse a sus competidores (habitaciones amobladas, residencias, aparta-estudios, otros), y generar ofertas atractivas para la nueva población flotante que llegue a Barrancabermeja por cuestiones laborales.

Se considera pertinente que los hoteles generen alianzas estratégicas, (especialmente aquellos que no cuentan con muchos servicios complementarios), a fin de que sus servicios se conviertan en una alternativa mucho más atractiva para los clientes potenciales. Para esto se requiere que el sector realice estudios periódicos que permitan determinar las principales necesidades de los clientes, y a partir de ello enfocarse en suplirlos; lo anterior les permitirá potenciar su competitividad.

Las tecnologías de información son hoy en día un instrumento potente para la competitividad, ya que pueden optimizar, facilitar y economizar diferentes tipos de labores (comerciales, administrativas, entre otras), por lo tanto, se considera fundamental que los hoteles estudien y se apropien de los instrumentos que más se acomoden a sus necesidades; no solo como un importante instrumento de recuperación, sino como un elemento básico de sostenibilidad a mediano plazo.

Se propone que el sector hotelero identifique nuevos clientes, dirigiendo sus estrategias no solo a clientes de tipo corporativo, sino que empiece a ver a los mismos habitantes del municipio como clientes potenciales a través de la explotación de su infraestructura. Teniendo en cuenta que muchos hoteles cuentan con zonas húmedas, restaurantes y otros, se pueden empezar a promocionar servicios orientados al esparcimiento, recreación y celebración de distintos eventos.

Considerando que el entorno de la industria hotelera de Barrancabermeja es altamente dinámico, se recomienda al sector hotelero realizar reuniones periódicas para hacer un análisis FODA y generar estrategias que les permita responder efectivamente a las necesidades del mercado.

Finalmente, para lograr mejores resultados, es conveniente la participación de una muestra representativa de los hoteles de la región, de modo que todos ellos puedan presentar sus

inquietudes e ideas, logrando el trabajo en equipo. Por lo anterior, se recomienda a los hoteles que aún no se encuentren agremiados, que se integren a estas con el fin de facilitar la búsqueda de soluciones a las problemáticas y hacer más fácil y económica la aplicación de estrategias de supervivencia y sostenibilidad del sector.

## REFERENCIAS

- [1] VANGUARDIA LIBERAL. La crisis económica bajó la ocupación en hoteles 50 %. [En línea]. [Septiembre de 2016]. Disponible en: (<http://www.vanguardia.com/santander/barrancabermeja/343973-la-crisis-economica-bajo-laocupacion-en-hoteles-50>)
- [2] VANGUARDIA LIBERAL. Según la USO, seguirán despidos en Ecopetrol en Barrancabermeja. [En línea]. [Septiembre de 2016]. Disponible en: (<http://www.vanguardia.com/santander/barrancabermeja/352337-segun-la-uso-seguiran-despidosen-ecopetrol-en-barrancabermeja>)
- [3] CÁMARA DE COMERCIO DE BARRANCABERMEJA. Coyuntura económica y social de Barrancabermeja 2015. [En línea]. [Octubre de 2016]. Disponible en: (<http://www.santanderinnova.org.co/media/3496520c9548113dbbb2b768b1e4c20b.pdf>)
- [4] WRADIO. ¿Qué pasó con la modernización de la refinería de Barrancabermeja?. [En línea]. [Octubre de 2016]. Disponible en: (<http://www.wradio.com.co/multimedia/graficos/que-paso-con-lamodernizacion-de-la-refineria-de-barrancabermeja/20160229/recurso/3071123.aspx>)
- [5] IPADE BUSSINES SCHOOL. Un esquema en 4 etapas para la planeación estratégica. [En línea]. [Noviembre de 2016]. Disponible en: (<http://www.ipade.mx/editorial/Pages/articulo-planeacion-estrategica.aspx>)
- [6] MARTÍNEZ PEDROS, Daniel; MILLA GUTIERREZ, Artemio. Análisis del Entorno. Capítulo del libro La elaboración del plan estratégico y su implantación a través del cuadro de mando integral, 2012. p. 34.
- [7], [8] WHEELER, Thomas; HUNGER, David. Administración estratégica y política de negocios. Traducido por Miguel Angel Sánchez. 10 ed. Naucalpan de Juárez, Edo. de México: Pearson Educación, 2007. 97, 145 p. ISBN: 978-970-26-0878-3.
- [9] MATIZ, Javier; QUIROGA, Sebastián; ISAZA, Natalia; MALAVER ROJAS, Hugo; RIVERA RODRÍGUEZ, Hugo. Documentos de investigación: Turbulencia empresarial en Colombia: el caso del sector hotelero. Facultad de Administración: Universidad del Rosario, Bogotá 2011

# RIDING

*Revista de Investigaciones, Desarrollo e Innovación en Ingenierías*

ISSN - 2590-5929

Escuela de Ingeniería de Producción  
2018

