

Encuentro de Investigación Formativa Ingeniería Industrial - Medellín

Memorias VII versión

Grupo de Investigación en Sistemas Aplicados
en la Industria (GISAI)



Universidad
Pontificia
Bolivariana

© Editorial Universidad Pontificia Bolivariana
Vigilada Mineducación

Encuentro de Investigación Formativa - Memorias versión VII

ISSN: 2539-3243

Primera edición, 2016

Escuela de Ingenierías

Facultad de Ingeniería Industrial

Arzobispo de Medellín y Gran Canciller UPB: Mons. Ricardo Tobón Restrepo

Rector General: Pbro. Julio Jairo Ceballos Sepúlveda

Vicerrector Académico: Álvaro Gómez Fernández

Decana Escuela de Ingenierías: Piedad Gañán Rojo

Directora Facultad de Ingeniería Industrial: Diana Rocío Roldán Medina

Editora: Natalia Uribe Angarita

Coordinación de producción: Ana Milena Gómez Correa

Diagramación: María Isabel Arango Franco

Correctora de estilo: Mónica Patricia Ospina Toro

Dirección editorial:

Editorial Universidad Pontificia Bolivariana, 2016

E-mail: editorial@upb.edu.co

www.upb.edu.co

Telefax: (57) (4) 354 4565

A.A. 56006 - Medellín - Colombia

Radicado: 1483-21-07-16

Prohibida la reproducción total o parcial, en cualquier medio o para cualquier propósito sin la autorización escrita de la Editorial Universidad Pontificia Bolivariana.

Equipo de trabajo

Coordinadores del evento

Diana Rocío Roldán Medina
Javier Diazgranados Londoño

Comité logístico

Mauricio Alonso Carmona Castro
Diana Rocío Roldán Medina
Javier Diazgranados Londoño
Ibet Patricia Bustamante Correa

Comité académico

Diana Rocío Roldán Medina
Luz Stella Restrepo Ruiz
Luciano Gallón Londoño
Gloria Patricia Fernández Morales
Sandra Bibiana Arango Alzate
Diego León Zapata Ruiz

Comité editorial

Jairo Estrada Muñoz
Javier Darío Fernández Ledesma
Javier Diazgranados Londoño

Comité científico

Diana Rocío Roldán Medina
Javier Diazgranados Londoño
Mauricio Alonso Carmona Castro
Diana Rocío Roldán Medina
Javier Diazgranados Londoño
Ibet Patricia Bustamante Correa
Diana Rocío Roldán Medina
Luz Stella Restrepo Ruiz
Luciano Gallón Londoño
Gloria Patricia Fernández Morales
Sandra Bibiana Arango Alzate
Diego León Zapata Ruiz Jairo Estrada Muñoz
Javier Darío Fernández Ledesma
Javier Diazgranados Londoño



Contenido

Banda transportadora con electroimán	7
La gestión de la calidad en el sector público colombiano Caso Notaría Única de Girardota, Antioquia.....	37
Campero explorador móvil controlado a distancia.....	53
Diseño experimental para evaluar la influencia del aleante en la resistencia mecánica de una aleación de magnesio	69
Modelo de simulación para el comportamiento del sistema de transporte masivo “Metrolínea” y de sus usuarios en la parada de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga	81
Estimación de la pobreza monetaria en Colombia del 2008 al 2012 a través de las metodologías implementadas por el DANE.....	101
Aspectos económicos, ambientales y sociales que caracterizan la cadena de abastecimiento porcícola en Santander.....	113
Análisis, modelizado y pronóstico de la serie de índices de precios al consumidor en Medellín 2010-2015	127
Prótesis ortopédica para pierna	143
Pósters.....	157



Banda transportadora con electroimán

María Angélica Barrera Certuche

IV Semestre Ingeniería Industrial
maangelik92@hotmail.com

Jhon Eduar Correa Arce

IV Semestre Ingeniería Industrial
edu_ar96@hotmail.com

Soraya Echeverry Pantoja

IV Semestre Ingeniería Industrial
sora_echeverry94@hotmail.com

Johan Felipe Martínez Ramírez

IV Semestre Ingeniería Industrial
pipe1094@hotmail.com

Christian Ricardo Martínez Rojas

IV Semestre Ingeniería Industrial
rdpz34@hotmail.com

Rubén Darío Parra

Docente – Ingeniería Química
christian.m93@hotmail.com

Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Palmira, Valle, kilómetro1, vía Tienda Nueva.
Teléfono: (572) 270 2545.

Resumen

En el presente artículo se resume los resultados más importantes durante el tiempo de formación, que se obtuvo luego de cuatro meses de trabajo continuo. Se construyó una banda transportadora con accionamiento magnético para aplicación industrial, formada por dos sistemas principales: arrastre y levitación. Se explica el proceso de diseño y construcción del sistema de arrastre de carga, y la implementación del control para la levitación del material.

Se desarrolló el proceso de diseño para el arrastre mediante la construcción de prototipos: madera y metales, en el que se intercaló la simulación de su funcionamiento. La máquina tiene una capacidad de arrastre hasta dos kilogramos con una anchura de 15 cm.

Palabras clave

Banda transportadora, arrastre, levitación, carga, diseño.

Abstract

In this article the most important results are summarized for training time, which after four months of continuous work achieved. Drag and levitation: a conveyor belt with magnetic drive for industrial application consists of two main systems is built. The process of design and construction of the drive system load, and control implementation for levitation of the material is explained.

The design process for the drag was developed through prototyping: wood and metal, in which the simulation was sand witched operation. The machine has a towing capacity up to 2 kilograms with a width of 15cm.

Keywords

Conveyor belt, pull, levitation, load, design.

Introducción

El separador electromagnético de limpieza automática está diseñado para extraer y recuperar las piezas ferro-magnéticas que se encuentran entre el material que circula por una cinta transportadora.

Se compone por un potente electroimán que forma a su vez la estructura principal o cuerpo soporte de una pequeña cinta nervada que envuelve al electroimán.

Unos pequeños bastidores solidarios al electroimán soportan los tambores motriz y de reenvío y el motor-reductor para el arrastre de la cinta.

Los separadores electromagnéticos de limpieza automática serán utilizados en caso de realizar una evacuación automática del material, asegurando una gran recuperación de férrico. 4. (FELEMAMG, 2015).

Problemática

El transcurso de diseño de un electroimán y una banda transportadora requiere un conocimiento de las leyes básicas del electromagnetismo y de bandas. Para un dispositivo óptimo es esencial un buen diseño, eligiendo los materiales y procedimientos de construcción adecuados. Los mayores retos para la construcción de la máquina son:

- Elegir un buen material ferro-magnético, que presente una baja reluctancia y permita un buen desempeño.
- Calcular la corriente necesaria para generar un campo magnético capaz de ejercer una fuerza suficiente para levantar un peso de 1Kg.
- Elegir el calibre de conductor adecuado a fin de transportar sin degradarse, la corriente calculada para proporcionar la fuerza magneto-motriz necesaria.

Justificación

En el ámbito industrial, es vital la capacidad de trasladar productos o materias primas de un lado a otro, ya que se busca la mayor validez en cada subproceso; ejecutar tareas repetitivas de transporte es sumamente ineficiente, por esta razón, elementos como electroimanes (acoplados a sistemas mecánicos) y bandas transportadoras son importantes en las empresas.

El principal interés de este proyecto es mostrar por medio de un dispositivo didáctico, la viabilidad y utilidad de los electroimanes en el proceso de transporte (de materias primas, productos, etc. obviamente metálicos) de un punto a otro en una cadena de producción.

Objetivos

Objetivo general

Construir una estructura de la banda transportadora para así poder implementar un sistema de control para el manejo de la misma, optimizando tiempo a la hora de la tarea de transporte y selección de materiales; así mismo costos económicos a la empresa.

Objetivos específicos

- Añadir un moto-reductor para reducir la velocidad en una forma segura y eficiente.
- Implementar un electroimán sencillo y experimentar la utilidad del mismo.
- Diseñar una estructura de la banda transportadora y lograr un buen funcionamiento.
- Demostrar que con la banda transportadora se puede optimizar mano de obra y tiempo.

Marco teórico

Características del material

Hierro

El hierro o fierro (en muchos países hispanohablantes se prefiere esta segunda forma) es un elemento químico de número atómico 26, situado en el grupo 8, periodo 4 de la tabla periódica de los elementos. Su símbolo es Fe (del latín *ferrum*) y tiene una masa atómica de 55,6 u. **2.** (Anónimo, Hierro, 2014).

Este metal de transición es el cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre, representando un 5 % y, entre los metales, solo el aluminio es más abundante; y es el primero más abundante en masa planetaria, debido a que el planeta, en su núcleo, se concentra la mayor masa de hierro nativo equivalente a un 70 %. El núcleo de la Tierra está formado principalmente por hierro y níquel en forma metálica, generando al moverse un campo magnético. Ha sido históricamente muy importante, y un período de la historia recibe el nombre de hierro. Ver tabla 1. **3.** (Salas, 2014).

Tabla 1. Propiedades del hierro.

Serie química	Metales de Transición
Masa atómica	55,845 u
Densidad	787kg/m ³
Conductividad eléctrica	9,93 * 10 ⁶ S/m
Estructura cristalina	Cúbica centrada en el cuerpo
Resistencia máxima	540 Mpa

Motorreductor Merkle-Korff Industries 110 V Ref. 210-32 Gf

La línea de Merkle-Korff de los motores con engranajes de la CA ofrece a clientes flexibilidad máxima del uso en los motores con engranajes diseñados a las especificaciones exigentes. Todos los modelos ofrecen bobinas de encargo, engranaje-cocientes y una variedad amplia de accesorios para resolver requisitos de funcionamiento específicos. **5.** (MK, 2012).

Características

- Ejes de salida modificados para requisitos particulares.
- Varias longitudes del plomo, terminación y arneses de encargo.
- Varias opciones del montaje freno del cono, freno positivo de la parada y bobina. Rotura del resorte.
- Cojinetes de la aguja para las altas cargas radiales.
- Caja profunda para las altas cargas radiales.
- Caso profundo para usos más altos del esfuerzo de torsión.
- Ventilador.
- Bobinas golpeadas ligeramente (3700, 4500 y 4400).
- UL, CSA, CE.

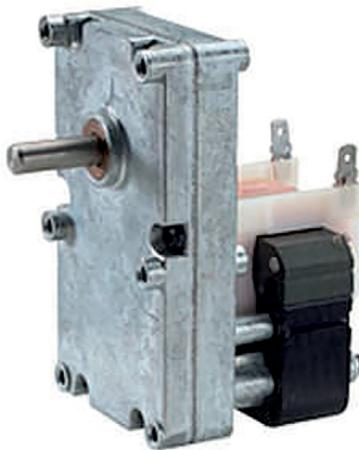


Ilustración 1. Motor-reductor 110 V.

Bandas transportadoras

Las bandas y rodillos transportadoras son elementos auxiliares de las instalaciones industriales, cuyo objetivo es el de recibir un producto de forma continua para conducirlo a otro punto. Son mecanismos que funcionan solos, intercalados en las

líneas de proceso y que no requieren generalmente de ningún operario que manipule directamente sobre ellos de forma continua.

Las cintas o bandas transportadoras se usan extensivamente para transportar materiales agrícolas e industriales, tales como granos, carbón, etc. A menudo, para cargar o descargar buques cargueros o camiones, se utilizan en embotelladoras, en industrias farmacéuticas, en los aeropuertos para la organización y distribución de equipaje, etc. Existe una amplia variedad de cintas transportadoras, que difieren en su modo de funcionamiento, medio y dirección de transporte. **6.** (Ferreira, 2015)



Ilustración 2. Bandas transportadoras.

Funcionamiento de una banda transportadora

Muchos difieren en que las transportadoras de cinta están familiarizadas con la teoría y los fundamentos de la transmisión por correa. Un análisis de los aspectos generales de las bandas transportadoras permite determinar que la transmisión por correa provee una base para el diseño de las mismas y transportadores elevadores. La transmisión por correa es por fricción entre la cinta y los tambores o poleas de accionamiento. Ciertamente, otros elementos de diseño, que también colaboran con el sistema, son determinantes tanto en la potencia de la transmisión como en la cantidad de material transportado.

En el funcionamiento de las bandas transportadoras se tienen en cuenta los siguientes componentes o cálculos:

- **Tensión en una correa:** es una fuerza actuando a lo largo de la cinta, tendiendo a elongarla. La tensión de la correa es medida en Newtons. Cuando una tensión es referida a una única sección de la cinta es conocida como una tensión unitaria y es medida en Kilonewtons por metro (kN/m).
- **Energía y trabajo:** están relacionados debido a que ambos son expresados en la misma unidad. El trabajo es el producto de una fuerza y la distancia a recorrer. La energía es la capacidad de ejecutar un trabajo. Cada uno es expresado en Joules, en el que un Joule equivale a un Newton-metro. La energía de un cuerpo en movimiento es medida en Joules.
- **La potencia:** es la relación entre la realización de un trabajo o transmisión de energía. La unidad mecánica de potencia es el Watt, que es definido como un Newton-metro por segundo. La potencia empleada en un periodo de tiempo produce trabajo, permitiendo su medición en kilowatt-hora (Ferreira, 2015).

Características de construcción de una banda transportadora

Una Banda transportadora es un medio de transporte de material de un punto de inicio a un punto de llegada. Para efectuar el trabajo de un punto a otro, la correa requiere potencia. La potencia es proporcionada por un tambor motriz o una polea de conducción. El torque del motor se transforma en fuerza tangencial o también llamada tensión efectiva.

- La tensión requerida por la correa para mover el material de un punto a otro es la suma de lo siguiente:
- La tensión que debe vencer la fricción de la correa y de los componentes en contacto con ella.
- La tensión que debe vencer la fricción de la carga.
- La tensión que debe aumentar o disminuir debido a los cambios de elevación de la banda transportadora.

Cuando el diseño de la cinta respetados y chequeados. Para cada material a transportar existen valores de referencia establecidos, así como métodos para el cálculo de los mismos. (Ferreira, 2015).

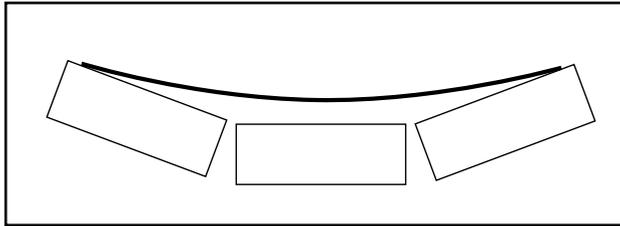


Ilustración 3. Cinta tesa, trabajo inapropiado.

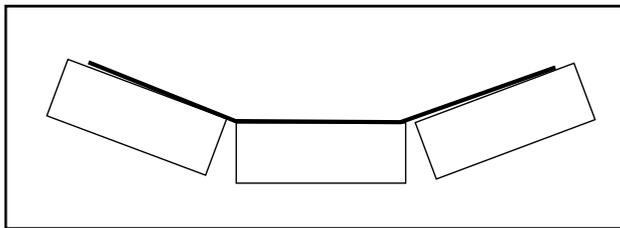


Ilustración 4. Cinta flexible, trabajo apropiado.

Clases, tipos y características de bandas transportadoras

De acuerdo al tipo de material que se desea trabajar, existen dos grupos importantes de transportadoras, ellas son:

- Banda o rodillo para el manejo de productos terminados o sin terminar.
- Banda o rodillo para manejo de producto suelto o a granel.
- Cada banda transportadora o rodillo transportador varía dependiendo de la utilización y características propias del medio, pues las actividades, espacio, y manejo de distintos materiales son criterios de selección para la construcción de las bandas o rodillos.
- Existen gran cantidad de variables que permiten llegar a la selección y construcción de un determinado tipo de banda o rodillo transportador. (Ferreira, 2015).

Los criterios de selección más importantes y comunes son:

- Material a manejar: características, temperatura, etc.
- Capacidad y peso.
- Distancia de transporte.
- Niveles de transporte.
- Interferencias, limitaciones, apoyos.
- Función requerida del medio transportador.
- Condiciones ambientales.
- Recursos energéticos.
- Recursos financieros (presupuestos).
- Clasificación de usuarios y tiempo de utilización. (Ferreira, 2015).

Bandas transportadoras de goma

Las bandas transportadoras de goma son las que se utilizan comúnmente. Están constituidas por capas de materiales engomados separados por capas de otro tipo de goma intermedia para mejorar la flexibilidad y recubiertas de caucho grueso y de calidad deseada según el trabajo a realizar y el tipo de material a transportar.

Normalmente se fabrican en tejidos de poliéster/poliamida, que es el material que proporciona más resistencia a la rotura y al impacto (Ferreira, 2015).

Características

- **Lisa:** se usa principalmente para transporte horizontal y de poca inclinación.
- **Nervada:** para instalaciones con ángulos elevados de transporte.
- **Rugosa:** coeficientes de rozamiento elevados.

Ancho de la banda

En función de cada tipo de banda existe un estándar

- **Lisa:** 300 - 400 - 500 - 600 - 650 - 700 - 800 - 1000 - 1200mm.
- **Nervada:** 400 – 500 – 600 – 650 - 800mm.
- **Rugosa:** Ancho máximo 1200 mm.

Tabla 2. Referencia del tipo de material de la banda.

Referencia	Utilización
"Y" estándar	Soportar el material a transportar
"X" anti-abrasivo	Materiales cortantes y de granulometría elevada
"W" muy anti-abrasivo	Materiales con gran poder de desgaste, granulometría fina
"G" anti-aceite	Resistente el ataque de aceites, grasa e hidrocarburos; soporta temperaturas hasta 110°C
"T" anti-calórica	En función de la temperatura del producto se elegirá entre 110, 150 ó 170°C, teniendo bien en cuenta la granulometría
"A" de alimentos	De color blanco para su uso en la industria alimenticia
"S,K" antillama	Para empleo en minas y ambientes potencialmente explosivos

Tipos de rodillos

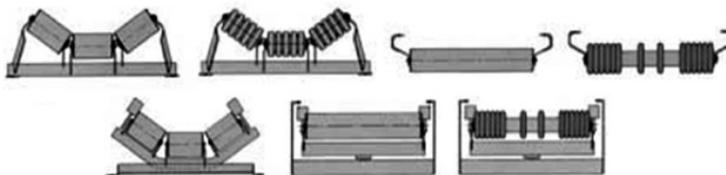


Ilustración 5. Sistema de rodillos.



Ilustración 6. Rodillos Tipo U y Plano.

Los sistemas de rodillos mostrados en las figuras 4 y 5 son los más comunes utilizados en la industria. Cada uno de ellos difiere del tipo y características de los materiales que se van a transportar. (Ferreira, 2015).

- Mayor duración de vida del rodamiento. Eliminación de problemas o rupturas del rodamiento.
- Alta resistencia a la abrasión y totalmente no-corrosible.
- Muy bajo coeficiente de fricción.
- Amortiguador de vibraciones.
- Alta resistencia a los impactos de carga.
- Reducción de ruido.
- Resistente a radiaciones ultravioletas.
- Fabricados bajo normas de ingeniería y tolerancias.
- Recubrimientos especiales adaptados a las condiciones específicas de uso.
- Rodamiento libre en bajas temperaturas.
- Protección de la correa.
- Capacidad de intercambiarse - versatilidad.

Usos industriales

Los principales usos de las transportadoras se dan en minería, construcción, en la industria alimenticia, etc.

Minería

La mano de obra en el transporte de material de un punto a otro puede ser muy costosa. Inclusive no sería eficiente debido a que normalmente las cuevas o sitios mineros se encuentran en sitios a los que el ingreso es complicado. Para zonas mineras una banda transportadora puede atravesar pasos inclinados y extenderse por millas de terreno con curvas horizontales y verticales sin ningún problema.

Construcción

Los diseños de bandas transportadoras para la construcción son de gran rapidez y facilidad en el montaje, ya que pueden ser armados y desarmados con gran facilidad, y conducen con gran rapidez el material de construcción.

Industria de alimentos

Uno de los grandes sectores de la industria que utiliza las bandas transportadoras es el alimenticio. En este sector se caracterizan por su velocidad constante sin interrupciones. Higiénico, ya que debe serlo, y además, está situado en la parte interior de las instalaciones y normalmente están controlados desde estaciones permanentes. (Ferreira, 2015).

Electroimán

Un electroimán es un tipo de imán en el que el campo magnético se produce mediante el flujo de una corriente eléctrica, desapareciendo en cuanto cesa dicha corriente.

En 1819, el físico danés Hans Christian Orsted descubrió que una corriente eléctrica que circula por un conductor produce un efecto magnético que puede ser detectado con la ayuda de una brújula. Basado en sus observaciones, el físico estadounidense Joseph Henry inventó el electroimán en 1825. El primer electroimán era un

trozo de hierro con forma de herradura envuelto por una bobina enrollada sobre él. Henry envolvió los cables por los que hizo circular la corriente de una batería. Henry podía regular su electroimán, lo que supuso el principio del uso de la energía eléctrica en máquinas útiles y controlables, estableciendo los cimientos para las comunicaciones electrónicas a gran escala.

Dispositivos que usan electroimanes

Los electroimanes se usan en muchas situaciones en las que se necesita un campo magnético variable rápida o fácilmente. Muchas de estas aplicaciones implican la deflexión de haces de partículas cargadas, como en los casos del tubo de rayos catódicos y el espectrómetro de masa.

Los electroimanes son los componentes esenciales de muchos interruptores, siendo usados en los frenos y embragues electromagnéticos de los automóviles. En algunos tranvías, los frenos electromagnéticos se adhieren directamente a los rieles. Se usan electroimanes muy potentes en grúas para levantar pesados bloques de hierro y acero, y para separar magnéticamente metales en chatarrerías y centros de reciclaje. Los trenes de levitación magnética usan poderosos electroimanes para flotar sin tocar la pista. Algunos trenes usan fuerzas atractivas, mientras otros emplean fuerzas repulsivas.

Los electroimanes se usan en los motores eléctricos rotatorios para producir un campo magnético rotatorio y en los motores lineales para producir un campo magnético itinerante que impulse la armadura. Aunque la plata es el mejor conductor de la electricidad, el cobre es usado más a menudo, debido a su relativo bajo costo, y a veces se emplea aluminio para reducir el peso. 8. (García, 2013).

Aplicaciones industriales

Las aplicaciones industriales que puede tener un electroimán de este tipo dependen del cliente, en este caso se supuso la necesidad de levantar placas metálicas continuamente, debido a la dificultad en el transporte de este tipo de materiales el electroimán se convierte en un elemento indispensable en la cadena de producción. El diseño en forma de manija facilita su acoplamiento a un sistema electromecánico, además de que proporciona mayor agarre y seguridad en el transporte de la pieza. La automatización de un proceso como este incrementa las ganancias del cliente, ya

que aumenta la productividad y disminuye los riesgos intrínsecos de un proceso de transporte no automatizado.

Al estar con una temperatura elevada y la dificultad de manejo, se empleó el diseño en forma de manija, de tal manera que con un botón pueda aplicar tensión al electroimán, levantar la placa metálica, luego desactivar el sistema y así cumplir con el transporte de la placa de forma segura, en este caso, se beneficia el empleador porque su proceso se optimiza, y el empleado gana, ya que su seguridad fue el motivo del diseño y podrá cumplir con su papel con menos riesgos. (Mesa, 2012).

Funcionamiento:

La pieza ferro-magnética que circula por la cinta transportadora, al entrar en el campo magnético generado por el electroimán, es atraída y asciende hasta la cinta que rodea al electroimán.

Los nervios de esta cinta arrastran a las piezas férricas hasta sacarlas del campo magnético generado por el electroimán en donde se desprenden libremente.

El montaje de estos separadores puede realizarse de forma transversal sobre la cinta transportadora o de forma longitudinal en cabeza de cinta.

La elección del separador ideal y el montaje más adecuado va a depender de diversos factores:

- Tipo de producto.
- Velocidad y caudal del transporte.
- Granulometría.
- Dimensiones del material magnético.

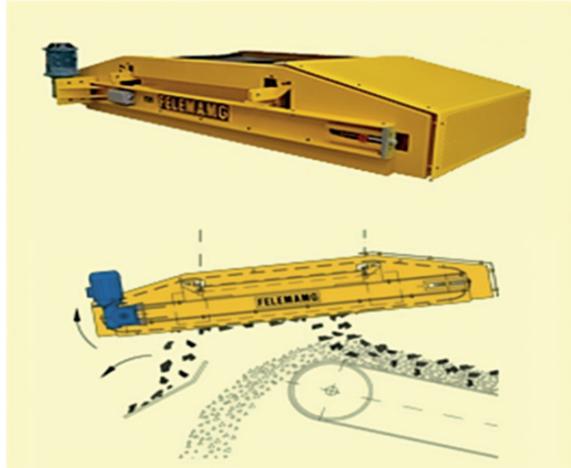


Ilustración 7. Electroimán para bandas transportadoras.

Fuerza sobre los materiales ferromagnéticos

Calcular la fuerza sobre materiales ferro-magnéticos es, en general, bastante complejo. Esto se debe a las líneas de campo de contorno y a las complejas geometrías. Puede simularse usando análisis de elementos finitos.

Sin embargo, es posible estimar la fuerza máxima bajo condiciones específicas. Si el campo magnético está confinado dentro de un material de alta permeabilidad, como es el caso de ciertas aleaciones de acero, la fuerza máxima viene dada por:

$$F = \frac{B^2 A}{2\mu_o}$$

Donde:

- F es la fuerza en newton;
- B es el campo magnético en teslas;
- A es el área de las caras de los polos en m^2
- μ_o es la permeabilidad magnética del espacio libre.

En el caso del espacio libre (aire)

$$\mu_o = 4\pi \cdot 10^{-7} \text{ H} \cdot \text{m}^{-1}$$

Siendo la fuerza por unidad de área (presión):

$$P \approx 398\text{kPa}, \text{ para } B = 1 \text{ tesla}$$

$$P \approx 1592\text{kPa}, \text{ para } B = 2 \text{ teslas}$$

En un circuito magnético cerrado:

$$B = \frac{\mu NI}{L}$$

Donde:

- N es el número de vueltas del cable en torno al electroimán;
- I es la corriente en amperios;
- L es la longitud del circuito magnético.
- Sustituyendo, se obtiene:

$$F = \frac{\mu N^2 I^2 A}{2L^2}$$

Por su fuerza se usan para levantar contenedores de más de 25 toneladas, más el peso de la carga y vehículos.

Para construir un electroimán fuerte, se prefiere un circuito magnético corto con una gran superficie. La mayoría de los materiales ferro-magnéticos se saturan sobre 1 a 2 teslas. Esto sucede a una intensidad de campo de

$$H \approx 787 \text{ amperios} \times \text{vueltas} / \text{metro}.$$

Por esta razón, no hay motivos para construir un electroimán con una intensidad de campo mayor. Los electroimanes industriales usados para levantar peso se diseñan con las caras de ambos polos en un lado (el inferior). Eso confina las líneas de campo

para maximizar el campo magnético. Es como un cilindro dentro de otro. Muchos altavoces usan una geometría parecida, aunque las líneas de campo son radiales al cilindro interior más que perpendicular a la cara. **9.** (Anónimo, ELECTROIMÁN, 2009).

Motor con inversión de polaridad

Los motores monofásicos de fase partida pueden girar porque en el arranque se conectan como motores bifásicos.

El cambio de giro se obtiene modificando la secuencia del bobinado de arranque con respecto al bobinado de trabajo.

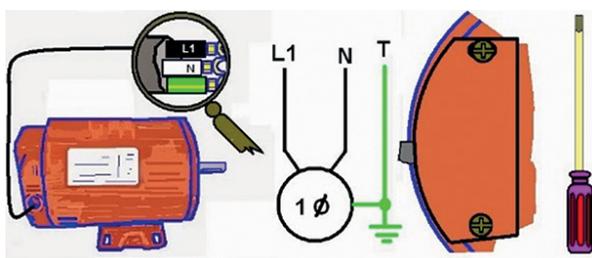


Ilustración 8. Tapa de conexiones de motor monofásico de fase partida.

1. En algunos casos los motores tienen indicaciones en la placa de datos en las que nos piden quitar la tapa de conexiones.
2. E intercalar los cables “rojos”
“Recordemos la seguridad, siempre debemos asegurarnos que no deben poder ser alimentados circuitos mientras trabajamos con ellos, por lo que debemos bloquear y etiquetar interruptores”.

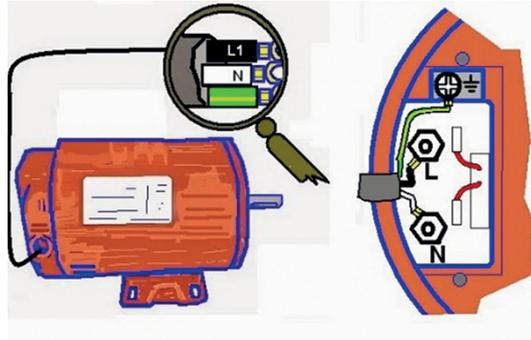


Ilustración 9. Caja de conexiones de motor monofásico de fase partida.

Esto suele hacerse rápido por los electricistas expertos, los fabricantes ponen conexiones tipo terminal faston hembra bandera que facilitan la conexión y desconexión.

Estos cables son las terminales T5 y T8 pertenecientes al bobinado de arranque.

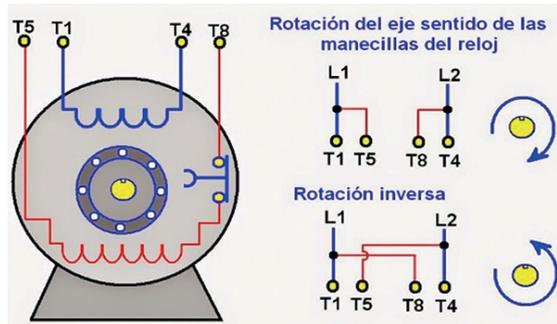


Ilustración 10. Conexiones para cambio de giro de motor monofásico de fase partida.

De no estar el cambio visible, es necesario quitar la tapa del motor y realizar las conexiones, es probable que se tenga que emplear caudín y soldadura. (Cordoba, 2016).



Ilustración 11. Motor con inversión de polaridad 110V.



Ilustración 12. Electroimán.

Metodología

- Una tabla de 1.25*2.44 de triplex.
- Un motor-reductor Merkle-Korff 110v.

- Un tubo galvanizado de 3’.
- Cuatro balineras.
- Veinte arandelas.
- Un ángulo de 6 m.
- Diez tuercas.
- Electroimán.
- Tren de levas.
- Cinta para la banda.
- Tuercas.
- Triplex 1.25*2.44 m.
- Cable para bobinar.

Herramientas

Soldador, pulidora,, compresor, escuadra, nivel de mano, flexo-metro, tiza industrial, una libra de soldadura 6011 blanca, pulidora con guarda y disco de corte metal de 4 in, y careta para pulidora, pinturas aerosol.

Normas de seguridad

Botas industriales, guantes de carnaza hasta la altura de los codos, gafas de seguridad, careta de soldadura, y overol.

Procedimiento

1. Se selecciona el diseño a realizar y medidas acorde con la bibliografía empleada en el curso.
2. Selección de material y corte de las piezas, acorde con el diseño.
3. Se unen las piezas de la banda transportadora por medio de soldadura 6011.

4. Se forra la base de la banda con la cinta de goma.
5. Se instala el electroimán.
6. Se verifica funcionamiento de la máquina, verificando que el motor-reductor esté en correcto estado, y el electroimán selecciona los materiales ferro-magnéticos.
7. Se lijan las superficies a pintar, se aplica anticorrosivo.
8. Empacado de la máquina.

Tabla de presupuesto

El presupuesto para este proyecto está para una banda transportadora con electroimán (Ver tabla 3 y 4).

¿Qué comparación tiene este prototipo con uno que funciona en laboratorios, cuánto le puede ahorrar esta máquina acorde con la medición de datos?

La máquina didáctica elaborada durante este proceso, salió en un costo aproximado de \$657.828,00 mientras que una máquina cinta transportadora con electroimán está en un costo de alrededor *de* \$10.355.830.00, en el cual hay un ahorro realmente notable, claro está que la máquina es muy completa, con un software adecuado y muy sofisticada, sin embargo, la banda transportadora con electroimán arroja resultados satisfactorios con los que se puede emplear en una empresa pequeña.

Causas de error

Las posibles causas de error se debieron a problemas de medición.

- Causas de error humanas
 - Las mediciones tomadas erróneamente por el ojo humano.

Tabla 3. Presupuesto del proyecto.

Materiales	Unidad	Precio Unitario	Precio Total
Triplex 1.25 x 2.44	1	48.000,00	48.000,00
Motor-reductor	1	155.000,00	155.000,00
Tubo Galvanizado	1	4.000,00	4.000,00
Balinas	4	4.000,00	16.000,00
Varilla Enroscada	2	2.695,00	5.390,00
Una Libra Soldadura 60-11	1	4.500,00	4.500,00
Arandelas	20	200,00	4.000,00
Angulo x 6m	1	15.188,00	15.188,00
Tuercas	20	81.25	1.650,00
Electroimán	1	120.000,00	120.000,00
Tren De Levas	1	35.000,00	35.000,00
Mano De Obra	1	100.000,00	100.000,00
Cables, Interruptores	2	7.000,00	14.000,00
Banda Goma 25x1,50(M)	2	10.500,00	10.500,00
Torno	1	7.500,00	7.500,00
Caja Puntillas	1	2.800,00	2.800,00
Viveres	1	6.000,00	6.000,00
CD Rotulado	1	5.000,00	5.000,00
Canaleta 12x8 Adhesivo	1	3.800,00	3.800,00
Pintura, Cáñamo Y Tiner (C/U)	1	7.500,00	7.500,00
Otros		50.000,00	50.000,00
Total			657.828,00

Tabla 4. Presupuesto de mejoras.

Unidad	Precio unitario	Precio total
20	100	2.000
1	10.000	10.000
1 rollo		11.000
1		100.000
Total		123.000

Conclusiones

- Confirmamos la importancia de la implementación de bandas transportadoras, ya que facilitan la distribución y almacenaje automatizados, permitiendo una distribución minorista, mayorista y manufacturera más eficiente, logrando así optimizar mano de obra y transportar rápidamente grandes cantidades en los procesos, reduciendo el espacio de almacenaje necesario, todo esto gracias a estas.
- Adquirimos conocimientos y recordamos conceptos para así llevarlos a práctica de manera ingeniosa, dinámica y entretenida.
- Efectuamos a la banda transportadora dos rodillos: uno fijo y otro con movimiento, haciendo que a la hora de que el electroimán seleccione los materiales férricos los deposite a una tolva.
- Implementamos, a nuestra banda transportadora, un moto-reductor, ya que con este bajamos la fuerza del mismo y así haga un movimiento apropiado, logrando así que con el moto-reductor hubiera una regulación perfecta tanto en la velocidad como en la potencia transmitida.
- Utilizamos un electroimán, el cual diseñamos a manera de una bobina con un puente rectificador, que va de corriente alterna a corriente continua, a la cual le añadimos 110V, pudiendo demostrar que el electroimán selecciona materiales férricos.

Glosario

- **Ferro-magnéticos:** el ferromagnetismo es un fenómeno físico en el que se produce ordenamiento magnético de todos los momentos magnéticos de una muestra, en la misma dirección y sentido. Un material ferro-magnético es aquel que puede presentar ferromagnetismo. Ha de extenderse por todo un sólido para alcanzar el ferromagnetismo.

Los ferro-magnetos están divididos en dominios magnéticos, separados por superficies conocidas como paredes de Bloch. En cada uno de estos dominios, todos los momentos magnéticos están alineados. En las fronteras entre dominios hay cierta energía potencial, pero la formación de dominios está compensada por la ganancia en entropía.

- **Fuerza Magneto-motriz:** La fuerza magneto-motriz (FMM, representada con el símbolo F) es aquella capaz de producir un flujo magnético entre dos puntos de un circuito magnético. Es una de las variables usadas para describir un campo magnético.

La fuerza magneto-motriz se puede entender de manera análoga al voltaje eléctrico de la ley de Ohm. Esto está expresado en la ley de Hopkinson.

Anexos

Evidencia



Anexo 1. Base de la banda.



Anexo 2. Motor- reductor para la banda con dos tolvas.



Anexo 3. Rodillo para la banda.



Anexo 4. Banda de la máquina.



Anexo 5. Finalizando detalles de la máquina banda transportadora.



Anexo 7. Banda transportadora terminada.



Anexo 6. Banda transportadora terminada.



Anexo 8. Sistema eléctrico para el electroimán y la banda.



Anexo 9. Máquina con mejoras realizadas.



Anexo 11. Electroimán.



Anexo 10. Motor con inversión de polaridad 110v.

Referencias

1. Bragado, D., & Cardona, J. (2009). *Electroimán*. Recuperado de <http://electroimn.blogspot.com.co/2009/05/electroiman.html>
2. Directindustry. (2012). *Productos MK*. Recuperado de http://www.directindustry.es/prod/merkle-korff/product-14303-680019.html#product-item_154009
3. Felemamg. (2015). *Felemamg*. Recuperado de <http://www.felemamg.com/productos.php?id=17>
4. Ferreira, S. A. (2015). *Control de una banda transportadora por medio de un vibrador de velocidad*. Recuperado de http://repository.upb.edu.co:8080/jspui/bitstream/123456789/540/1/digital_17980.pdf
5. García, A. (2013). *Beatequipociencias*. Recuperado de <http://beat-equipo-fisica.blogspot.com.co/2013/06/electroiman-un-electroiman-es-un-tipode.html>
6. Luna Salas, R. (2014). *Origen característica clasificación de materiales*. Recuperado de <http://es.slideshare.net/minatopro102/tecnologia-43711877>
7. Mesa, N. F. (2012). *¿Cómo hacer un electroiman?* Recuperado de <https://www.google.com.co/#q=Nelson+Felipe+Oliveros+Mesa++>
8. U.S. Geological Survey. (2014). *Hierro*. Recuperado de http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/commodity/iron_ore/mcs-2015-feore.pdf



La gestión de la calidad en el sector público colombiano Caso Notaría Única de Girardota, Antioquia

Alejandra Muñoz Correa,

Estudiante de Ingeniería Industrial

Autora al que se le dirige la correspondencia

E-mail: alejandra.munoz@upb.edu.co

Andrés Felipe Jácome Burbano,

Estudiante de Ingeniería Industrial.

Ibet Patricia Bustamante Correa

Ingeniera de Productividad y Calidad,

candidata a magíster en Educación, docente – investigadora

de la Facultad de Ingeniería Industrial.

Universidad Pontificia Bolivariana, sede Medellín.

Resumen

En este documento se presentan los fundamentos de un sistema de gestión de calidad en el sector público bajo la Norma Técnica de Calidad en la Gestión Pública y el Modelo Estándar de Control Interno, además de plantearse la metodología para realizar el diseño del mismo en una entidad y exponer un caso empresarial en el cual se sigue la metodología establecida para dejar las bases del sistema de gestión de calidad en la Notaría Única de Girardota, Antioquia.

Palabras clave

Entidad pública, Modelo Estándar de Control Interno, Norma Técnica de Calidad en la Gestión Pública, notaría y sistema de gestión de calidad.

Abstract

In this document the fundamentals of a quality management system in the public sector under the technical standard of quality in the public management and the internal control standard model are presented, in addition to proposing the methodology to perform its design in an entity and showing a business case in which the established methodology is followed to set the foundations of the quality management system in the unique notary's office of Girardota Antioquia.

Keywords

Public entity, internal control standard model, technical standard of quality in public management, notary's office, quality management system.

Introducción

En el siguiente artículo se presenta el tema de la mejora en la prestación de servicios mediante la calidad, empleando un sistema de gestión de calidad (SGC) para una entidad del sector público, además de las normas que brindan los lineamientos a tener en cuenta para implementarla en dichas organizaciones.

La motivación para realizar este trabajo se basa en la implementación del conocimiento en calidad para efectuar un caso de estudio en una institución del sector público, como lo es una notaría enmarcada en el ámbito colombiano.

Lo que se busca es dar a conocer el trasfondo de la calidad en el sector público colombiano, establecer una metodología general para el diseño, control y seguimiento de un SGC en el sector público y presentar los resultados obtenidos del caso de estudio.

Marco teórico

La calidad se puede definir como un conjunto de parámetros establecidos bajo un estándar, que cumple un producto o servicio para satisfacer los requisitos del cliente (Henderson García, 2011; International Organization for Standardization, 2005).

Una metodología utilizada para cumplir con los objetivos organizacionales, es un SGC, el cual se define como el conjunto de normas y estándares que se relacionan entre sí, con el fin de controlar y dar cumplimiento a los requisitos de calidad que una organización requiere para satisfacer las pautas o elementos establecidos previamente con el cliente (Sistemas y Calidad Total, 2011); existen diferentes ventajas para una organización cuando trabaja con un SGC tales como: asegurar el cumplimiento de sus objetivos, tener transparencia en el desarrollo de sus procesos, contar con una mejor comunicación entre su personal, poseer mejores niveles de satisfacción del cliente, generar un aumento en la productividad y eficiencia, reducir los costos, proporcionar confianza en el mercado de sus procesos y hacer una mejora continua de la calidad de los productos o servicios ofrecidos a sus clientes (Yáñez, 2008).

Para poder desarrollar e implementar un SGC dentro de una organización es necesario seguir las etapas que se encuentran en la norma ISO 9000 - 2005, las cuales son:

- Determinar las necesidades y expectativas de los clientes.
- Establecer la política y objetivos de la calidad de la organización.
- Determinar los procesos y las responsabilidades necesarias para el logro de los objetivos de la calidad.
- Determinar y proporcionar los recursos necesarios para el logro de los objetivos de la calidad.
- Establecer y aplicar los métodos para medir la eficacia y eficiencia de cada proceso.
- Determinar los medios para prevenir no conformidades y eliminar sus causas.
- Establecer y aplicar un proceso para la mejora continua del sistema de gestión de la calidad (International Organization for Standardization, 2005).

Una técnica utilizada para llevar a cabo lo anterior es el ciclo de mejora basado en el planear, el hacer, el verificar y el actuar, denominado ciclo PHVA. El cual se explica a continuación:

Planear: Consiste en “establecer los objetivos y procesos necesarios para conseguir resultados de acuerdo con los requisitos del cliente y las políticas de la entidad” (Departamento Administrativo de la Función Pública; Icontec, 2004), dentro de una organización existen diferentes tipos de planeación como la estratégica, la cual contiene la misión, la visión y las estrategias de una organización; la táctica, la cual se enfoca en las políticas, los objetivos y los procesos; y la operativa que consiste en formular y asignar detalladamente las actividades a corto plazo.

Hacer: Consiste en poner en práctica los métodos y procedimientos de los procesos, los cuales se deben documentar, para así lograr comunicar el propósito de la organización de una manera clara y coherentemente (International Organization for Standardization, 2005).

Los tipos de documentos que se emplean en un SGC son: los manuales y planes de calidad, las especificaciones, las directrices, los registros, entre otros (International Organization for Standardization, 2005).

Verificar: Se basa en “realizar el seguimiento y la medición de los procesos y los productos y/o servicios respecto a las políticas, los objetivos y los requisitos de los mismos, e informar sobre los resultados” (Departamento Administrativo de la Función Pública; Icontec, 2004).

Para poder llevar a cabo una buena verificación, se requiere de: indicadores de control, autoevaluaciones y auditorías.

Actuar: Es tomar todas las acciones que se consideren necesarias para la mejora continua de los procesos que realiza la organización.

En los últimos años, el campo de aplicación de un SGC no se ha centrado solo en las organizaciones privadas, sino que también se ha ampliado para abarcar entidades públicas, brindándole a estas instituciones “la oportunidad de dinamizar las buenas prácticas de administración que redundarán en la eficacia y la eficiencia, pilares constitutivos de la legitimidad y efectividad de una organización del Estado” (Departamento Administrativo de la Función Pública; Icontec, 2004).

Para lograr lo anteriormente mencionado, el modelo de gestión pública y constitucional del año 1991 (Constitución Política de Colombia), formó un nuevo mecanismo denominado Modelo de Control Interno, el cual tuvo como objeto la administración y gerencia de entidades públicas de manera transparente y productiva. Para el año 2003, el Gobierno colombiano aprobó la Ley 872, con la cual se les exigió a las entidades del sector público implementar un SGC; sin embargo, en el año 2006, el Decreto 2375 les da la opción a todas estas entidades de certificarse en el área (Tobón, 2009).

Es así como las entidades públicas del país inician el proceso de diseño e implementación de su sistema de gestión de la calidad empleando la Norma Técnica de Calidad en la Gestión Pública (NTCGP-1000) y el Modelo Estándar de Control Interno (MECI).

La NTCGP-1000 brinda a las entidades públicas eficiencia y efectividad en la prestación de todos los servicios, además de entregar mecanismos para comunicar a los usuarios sobre el desempeño de los procesos, establecimiento de actividades que requieran puntos de control, buen manejo de la prestación del servicio y una comunicación con el usuario sobre las formas de participación ciudadana (Departamento Administrativo de la Función Pública, S.F.).

Algunas de las ventajas de implementar esta norma se encuentran en la página del Icontec y son mencionadas a continuación:

- Involucra a las instituciones en un proceso incesante de mejora continua.
- Permite identificar mejoras con los constantes seguimientos por parte del Icontec.
- Racionaliza, simplifica y normaliza los procedimientos, lo cual permite eliminar trámites innecesarios que dificultan las relaciones de los clientes con la institución.
- Mejora la coordinación interna entre las áreas.
- Fomenta una cultura de calidad en el personal de la institución.
- Mejora la imagen de las entidades públicas ante sus usuarios y entidades de control. (Icontec, S.F.; Tobón, 2009).

La Ntcgp-1000 posee como directrices unos requisitos generales, los cuales comprenden: la gestión documental, el manual de calidad, el control de los documentos y de los registros. Además de las responsabilidades de la dirección, que son: el compromiso, el enfoque al cliente, la política de calidad, la planificación, la responsabilidad, autoridad, comunicación y revisión por la dirección; igualmente se tiene en cuenta la gestión de los recursos, la cual contiene: provisión de los recursos, talento humano, infraestructura y ambiente de trabajo. También, en la realización del producto o prestación del servicio se debe tener en cuenta: la planificación, los procesos relacionados con el cliente, el diseño y desarrollo, la adquisición de bienes y servicios, la producción y prestación del servicio, el control de los equipos de seguimiento y de medición. Por último, en la medición, análisis y mejora se debe considerar: el seguimiento y la medición, el control del producto y servicio no conforme, el análisis de los datos y la mejora (Departamento Administrativo de la Función Pública; Icontec, 2009).

MECI tiene como objetivo principal la orientación de las entidades del Estado hacia el cumplimiento y logro de las metas trazadas (Departamento Administrativo de la Función Pública, S.F.). En esta se especifican los requisitos para desarrollar un sistema de control interno, “el cual se constituye en una herramienta de gestión que permite establecer las acciones, las políticas, los métodos, procedimientos y mecanismos de prevención, control, evaluación y mejoramiento continuo de la entidad pública” (Departamento Administrativo de la Función Pública, 2005).

La norma MECI se encuentra compuesta por tres subsistemas, nueve componentes y 29 elementos, los cuales se muestran en la figura 1.

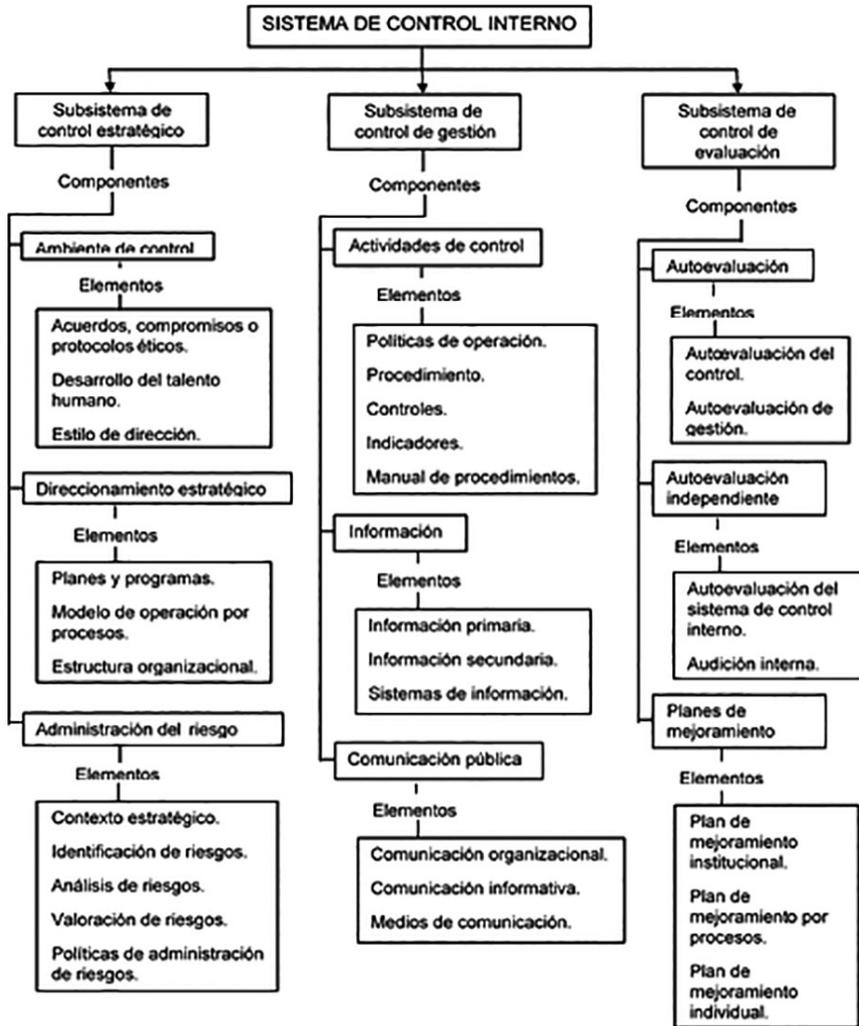


Figura 1. Parámetros del Sistema de Control Interno.

Para poder implementar el sistema MECI, se deben llevar a cabo las siguientes etapas:

- Planeación del diseño e implementación del sistema de control interno.
- Realización del diseño e implementación del sistema de control interno.
- Evaluación de la implementación del MECI.
- Normograma del sistema de control interno.

Una de las entidades donde se puede emplear este tipo de normas es en una notaría, la cual se define según la Ley 588 de 2000 como “un servicio público que se presenta por los notarios e implica el ejercicio de la fe pública o notarial” (El Congreso de Colombia, 2000); dicha fe notarial brinda la confianza de que las declaraciones, actos, documentos y todo lo que estas dicen son auténticas, verdaderas y apegadas a la realidad cuando son realizadas en presencia del notario público (Gerencie.com, 2010; Jurídica Supernotariado, 2004).

Las funciones que realiza una notaría pública se encuentran en el Decreto 960 de 1970 y demás normas que las adicionan y complementan. Algunas de estas funciones son:

- Recibir, extender y autorizar las declaraciones que conforme a las leyes requieran escritura pública y aquellas a las cuales los interesados quieran revestir de esta solemnidad.
- La autenticación de documentos y de poderes.
- La realización de matrimonios civiles.
- La autorización de documentos privados.
- La apertura y publicación de los testamentos cerrados.
- Trámites de liquidación de herencia.
- Liquidación de sociedades conyugales por mutuo acuerdo (Secretaría General del Senado, 1970).

Metodología para diseñar un SGC en una entidad pública

Lo que se propone realizar en primer lugar es el diagnóstico del estado actual de la entidad frente a los requisitos de las normas y el contexto externo. Para esto se puede aplicar una encuesta a las directivas de la entidad, en la que se pregunten por factores claves en los que se basa el SGC, posteriormente la información obtenida se tabula para identificar el estado del SGC y direccionamiento, lo que permite realizar un análisis de los puntos débiles en los cuales se debe hacer mayor énfasis en el momento de la documentación de los procesos.

El segundo paso a realizar es revisar la planeación estratégica y diseñar los lineamientos del SGC, para lograr lo anterior se pueden emplear dos encuestas, una dirigida al personal de trabajo, con la cual se desea saber qué tanto conocen los empleados sobre la entidad y las personas que acuden a ella, y la otra enfocada a los usuarios, la cual permite preguntar sobre el conocimiento de los servicios ofrecidos por la entidad y los factores importantes para la satisfacción de los clientes. Con la información recolectada de las encuestas, se formulan elementos de la planeación estratégica como son: misión, visión, políticas y objetivos.

El tercer paso es la documentación de los procesos identificados en el SGC de la entidad, para realizar la caracterización de procesos y procedimientos, se plantean formatos institucionales en los que se menciona información básica como líder, nombre del macro-proceso o proceso al que pertenece, nombre específico, objetivo, definiciones técnicas, entradas, salidas, indicadores, descripción de las actividades realizadas, responsable de la ejecución. Adicionalmente se pueden plantear instructivos o manuales para apoyar la caracterización y cuando la entidad lo requiere también se pueden plantear Acuerdos de Nivel de Servicio (ANS), para establecer los parámetros de la prestación de un servicio entre dos o más áreas que se encuentran involucradas en el interior.

Finalmente, el cuarto paso es el planteamiento de los indicadores y la metodología para realizar seguimiento, control y mejoramiento del SGC.

Caso empresarial

Para ilustrar la metodología anteriormente mencionada se presenta un ejemplo realizado en la Notaría Única de Girardota-Antioquia, la cual está clasificada como una entidad pública. A continuación se muestra el diagnóstico del estado actual de la notaría (Ver gráfico 1).



Gráfico 1. Estado actual de la entidad.

Los requisitos ubicados en el estado “No aplica” corresponden a los equipos de medición y metrología, los cuales son innecesarios para la prestación del servicio; “No se tiene” son los elementos propios de un SGC bajo el modelo de las normas, con los cuales no se cuenta hasta su implementación; “Idea/borrador” son las actividades de las que se tiene conocimiento de su realización, pero no se encuentran formalizadas y se encuentran enfocadas en garantizar la calidad del servicio y mejoramiento de la entidad; “Documentado” es lo referente a los trámites propios de la entidad; e “Implementado” son las obligaciones básicas para poder desarrollar las labores diarias.

Para la revisión de la planeación estratégica se encuestó al personal de la notaría, con las siguientes preguntas:

- ¿Cuál es el propósito fundamental de la organización?
- ¿Cuáles son los productos o servicios ofrecidos por su organización?

- ¿Quiénes reciben y utilizan el producto o servicio (Cliente)?
- ¿Quiénes se pueden ver impactados por las actividades de la organización (Entorno)?
- ¿Qué entidades regulan y controlan la actividad asociada a la organización (Entorno)?

Al recopilar y consolidar la información se observó que todo el personal conoce claramente los servicios que presta la notaría, conoce quiénes son los clientes y las necesidades que ellos tienen, reconoce el ente que los regula y se encuentran comprometidos con la prestación de un buen servicio en el que prime la amabilidad y la calidad.

También se encuestó a los usuarios con preguntas como:

- ¿Cuáles son los productos o servicios recibidos por el cliente?
- ¿Cuáles son las necesidades y expectativas del cliente frente a la empresa y el producto?

Según lo obtenido en la encuesta, la mayoría de los usuarios tienen conocimiento mínimo de los servicios ofrecidos por la notaría, y sus necesidades y expectativas se enfocan en buena atención, cumplimiento en los plazos de tiempo, menores tiempos de espera, buena información (clara, coherente y concisa), continuidad, agilidad y eficiencia en el servicio.

Tomando en cuenta el análisis realizado se definió en conjunto con las directivas de la notaría, la misión, la visión, la política y los objetivos de calidad.

Misión: La Notaría Única de Girardota tiene como objeto el desempeño de una función pública, dotada por ley de la facultad de dar valor jurídico y alcance probatorio a los actos y declaraciones surtidas ante el notario y a los hechos de los cuales este da fe por haber ocurrido en su presencia y para ello contamos con un equipo comprometido con el mejoramiento continuo que presta un servicio notarial de excelente calidad y vela por la satisfacción de nuestros usuarios.

Visión: Asumir con conocimiento y capacidad los retos tecnológicos a través de la implementación de la logística y la capacitación continua de los empleados de

la notaría, para evolucionar en los tiempos de prestación del servicio en pro de la satisfacción de los usuarios, actuando siempre con honestidad, transparencia y con observancia de la constitución y la ley.

Política de calidad: La notaría única de Girardota se encuentra altamente comprometida con brindarle a sus usuarios un servicio de calidad, en el menor tiempo posible. Además de implementar mecanismos que permitan una comunicación abierta y sincera con el usuario.

Gracias al enfoque de mejoramiento continuo, el personal podrá estar actualizado en los trámites, lograr una estandarización de procesos y adquirir un compromiso personal de excelencia en el servicio.

Objetivos de calidad: Prestar a los usuarios un servicio de calidad, bajo observancia de la Constitución y la ley.

- Brindar cortos tiempos de espera a los usuarios que acuden a la Notaría Única de Girardota.
- Aumentar la eficacia del sistema de gestión.
- Mantener una comunicación abierta entre el usuario y la notaría.
- Brindar una oportuna solución a los usuarios, mediante una buena comunicación.
- Actualizar constantemente al personal en los temas relacionados con trámites y procesos notariales.
- Cuidar y velar por los recursos (naturales, físicos, otros) de la notaría.
- Comprometer al personal de la notaría con la prestación de un excelente servicio.

Para poder visualizar el resultado de la documentación de procesos de la entidad se presenta en la figura 2 la cadena de valor de la Notaría Única de Girardota.

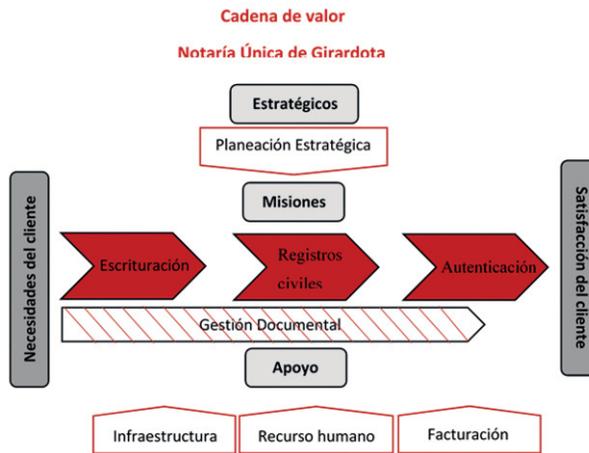


Figura 2. Cadena de valor de la Notaría Única de Girardota.

Fuente: Propia.

Es importante mencionar que dentro del “Estatuto del notariado – funciones especiales concordadas y comentadas” se encuentran los parámetros para ejecutar los procesos que se llevan a cabo en una notaría.

Los indicadores que se plantearon para realizar seguimiento, control y mejora del SGC, se presentan a continuación en la Tabla 1 (Ver página siguientes).

Se espera que al cabo de seis meses o un año se tengan los lineamientos definidos dentro de la entidad y se comiencen a percibir mejoras en la calidad del servicio evidenciadas mediante los resultados de los indicadores planteados.

Conclusiones

- Se alcanzaron los logros planteados al inicio de este artículo, el cual queda como base para futuras investigaciones en el tema, además de servir como ejemplo a otras entidades del sector al momento de diseñar los elementos de un SGC.

Tabla 1. Ficha técnica de indicadores.

NOMBRE	FÓRMULA	META	RESPONSABLE	FUENTE DE INFORMACIÓN
Eficacia del sistema de gestión.	Número de metas cumplidas/ Número de metas evaluadas.	Mayor o igual a 60%	Auxiliar.	De las encuestas a los usuarios.
Promedio total de la satisfacción del cliente.	(Promedio de la calificación de todas las encuestas realizadas / Máxima calificación) * 100.	Mayor o igual a 80%	Auxiliar.	De las encuestas a los usuarios.
Promedio de la satisfacción del cliente el ítem de tiempo de espera.	Promedio de la calificación de este ítem en todas las encuestas realizadas.	Mayor o igual a 4	Auxiliar.	De las encuestas a los usuarios.
Promedio de la satisfacción del cliente el ítem de comunicación.	Promedio de la calificación de este ítem en todas las encuestas realizadas.	Mayor o igual a 4	Auxiliar.	De las encuestas a los usuarios.
Promedio de la satisfacción del cliente el ítem de oportunidad.	Promedio de la calificación de este ítem en todas las encuestas realizadas.	Mayor o igual a 4		De las encuestas a los usuarios.
Promedio de la satisfacción del cliente el ítem de infraestructura.	Promedio de la calificación de este ítem en todas las encuestas realizadas.	Mayor o igual a 4		De las encuestas a los usuarios.

Fuente: Propia.

- La implementación de un SGC en una organización del sector público es importante para el mejoramiento en la calidad del servicio prestado, además es un factor diferenciador para las notarías, debido a que estas apenas se encuentran explorando los SGC.
- Aunque los parámetros de la metodología de los procesos se encuentran establecidos, al emplear la norma Ntcgp-1000 en la entidad se promueve la estandarización del servicio y al aplicar la norma MECI se logran principios organizacionales, los cuales son factores que no se encuentran incluidos en otras normas.
- La percepción de la dirección de una entidad pública que se encuentra certificada como lo es la Notaría Primera de Bello, es bastante buena, ya que se detecta una mejora en el manejo de los recursos, el manejo de los proveedores y promueve el control de los procesos, tanto estratégicos como misionales y de apoyo, además del mejoramiento continuo de la entidad.

Agradecimientos

A la dirección de la Notaría Única de Girardota-Antioquia por su apoyo y colaboración para la realización de este artículo.

Referencias

1. Departamento Administrativo de la Función Pública. (2005). *Modelo Estándar de Control Interno para el Estado Colombiano MECI 1000: 2005*. Bogotá.
2. Departamento Administrativo de la Función Pública. (S.F.). *portal.dafp.gov.co*. Obtenido de http://portal.dafp.gov.co/form/formularios.retrive_publicaciones?no=1435
3. Departamento Administrativo de la Función Pública; Icontec. (2004). *Gestión de la calidad en el sector público (Ntcgp 1000: 2004)*. Bogotá: Legis S.A.
4. Departamento Administrativo de la Función Pública; Icontec. (2009). *Norma Técnica de Calidad en la Gestión Pública Ntcgp 1000: 2009*. Bogotá.
5. El Congreso de Colombia. (2000). *secretariasenado*. Obtenido de http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc_ant/ley_0588_2000.htm
6. Gerencie.com. (2010). *Notario público*. Obtenido de <http://www.gerencie.com/notario-publico.html>
7. Henderson García, A. (2011). *Gestión de la calidad*. Obtenido de <http://www.onsec.gob.gt/descargas/calidadgestionpublica/MaterialbaseCursoGestiondeCalidad.pdf>
8. Icontec. (S.F.). *Icontec internacional*. Obtenido de <http://www.icontec.org/index.php/es/tipos-de-certificados-que-le-pueden-interesar/50-colombia/certificacion-sistema/333-gestion-de-la-calidad-ntcgp-1000>
9. International Organization for Standardization. (2005). *Sistemas de gestión de la calidad - Fundamentos y vocabulario ISO 9000: 2005*. Ginebra.
10. Jurídica Supernotariado. (30 de abril de 2004). *Concepto sobre naturaleza jurídica de las notarías*. Obtenido de <http://juridicasnr.blogspot.com/2004/04/concepto-sobre-naturaleza-juridica-de.html>

11. Secretaría General del Senado. (1970). *Decreto 960 de 1970*. Obtenido de http://www.secretariasenado.gov.co/senado/basedoc/decreto_0960_1970.html
12. Sistemas y Calidad Total.com. (2011). *Sistemas de gestión de la Calidad*. Obtenido de <http://www.sistemasycalidadtotal.com/calidad-total/sistemas-de-gestion-de-la-calidad-%E2%94%82-historia-y-definicion/>
13. Tobón, F. (Abril de 2009). *ccalidad.org*. Obtenido de <http://www.ccalidad.org/Publicaciones/Convencion/ICONTEC.pdf>
14. Yáñez, C. M. (2008). *Sistema de gestión de calidad en base a la Norma Iso 9001*. Obtenido de <http://www.internacionaleventos.com/Articulos/ArticuloISO.pdf>

Campero explorador móvil controlado a distancia

Astrid Carolina Quiroz

Estudiante de la Universidad Pontificia Bolivariana,
Seccional Palmira: sexto semestre.

Daniel Felipe Bustos Burbano

Estudiante de la Universidad Pontificia Bolivariana,
Seccional Palmira: sexto semestre.

José David Portillo Alzate

Estudiante de la Universidad Pontificia Bolivariana,
Seccional Palmira: sexto semestre.

Shianling Ortiz Riascos

Estudiante de la Universidad Pontificia Bolivariana,
Seccional Palmira: sexto semestre.

Rubén D. Parra (docente)

Docente del programa de Ingeniería industrial.
Ingeniero químico; especialista en Pedagogía y Ética;
especialista en Administración de la Informática Educativa.
Docente del curso Ondas y Física Moderna.

Resumen

Este proyecto pretende aumentar la efectividad de búsqueda en accidentes de alcance limitado, implementando un prototipo de carro explorador controlado a distancia mediante un dispositivo Arduino. Se detalla la construcción, configuración y modo en el cual este fue ensamblado, luego se presentan las pruebas realizadas en condiciones donde la inclinación y el espacio confinado fuesen determinantes para el acceso humano. Finalmente se presentan conclusiones del modo aplicativo de este dispositivo.

Palabras clave

Explorador, módulo bluetooth, ambiente no controlado.

Abstract

This project aims to increase the effectiveness of search accidents limited scope, implementing a prototype truck browser remotely controlled by an Arduino device. Construction, configuration and manner in which this was assembled, then the tests performed under conditions where the inclination and the confined space were decisive for human access are detailed. Finally conclusions applicative mode this device are presented.

Keywords

Browser, Bluetooth module, uncontrolled environment.

Introducción

En la vida del hombre los avances tecnológicos como la robótica y aplicaciones móviles han sido llevados a campos de acción donde su acceso y seguridad se ve comprometida constantemente. Se propone la creación de un campero explorador móvil controlado a distancia mediante un sistema remoto Arduino, que permita desarrollar tareas de alto riesgo evitando el acceso humano a zonas de alto riesgo.

Mediante el uso aplicativo del módulo Arduino se permitirá al hombre acceder a zonas de peligro (accidentes naturales o zonas minadas), donde no solamente se vea comprometida la vida de personas cercanas a dicha área sino la del personal de salvamento.

Planteamiento del problema

Boyacá, Antioquia, Cundinamarca, Norte de Santander, Valle del Cauca y La Guajira son departamentos donde la exploración de minas es de gran auge, pero es aquí donde las malas condiciones de trabajo y de seguridad han ocasionado derrumbes y deslizamientos que han comprometido pérdidas humanas.

La idea del proyecto nace bajo la constante problemática dada en Colombia referente a las numerosas zonas de alto riesgo, donde el acceso de los principales entes de salvamento se ve imposibilitado ante las características del terreno.

Marco teórico

El mayor problema tecnológico actual radica en que muchas de las aplicaciones modernas están diseñadas para funcionar en un dispositivo específico, lo que implica que las innovaciones o productos desarrollados requieren del diseño y compra de complementos para mantener en conjunto este tipo de invenciones.

En la realización de este trabajo se centrará la información en las metodologías y recursos requeridos por los módulos bluetooth y el reciente sistema tecnológico

conocido como Arduino, el cual comienza su periodo de auge en campos como la robótica y la recreación personal (juguetes y complementos para computadoras).

Módulo Bluetooth

El diseño del sistema comenzó con la elección y el estudio de la tecnología que hoy en día, con sus versiones inalámbricas están mandando la parada, en este caso como medio de comunicación a través de imágenes.

Se optó por elegir la tecnología Bluetooth ya que de acuerdo con estudios es una de las que mejor seguridad ofrece, por su extenso uso día a día y la proyección tan amplia para el futuro. Como consecuencia tenemos que la comunicación del dispositivo portátil con el carro no es de manera física si no inalámbrica. Para este proyecto la decisión de incluir señales inalámbricas resulta importante, ya que es un punto innovador; el carro campero explorador móvil puede usarse conjuntamente con mandos a distancia.

Los módulos HC-05 tienen dos modos de funcionamiento:

1. Funcionamiento normal o modo comunicación: en este el módulo trabajará normalmente, una vez configurado como maestro esclavo.
2. Modo configuración o comandos AT: es el que utilizaremos cada vez que queramos configurar los módulos a través de los diferentes comandos AT que acepta.

Aplicaciones

- Puedes encender o apagar las luces de tu casa, incluso si dispones de un led RGB puedes cambiar el color y generar un ambiente muchísimo más agradable desde tu portátil.
- Conocer el estado de una variable como temperatura, humedad, incluso algún sensor de frecuencia cardíaca que se le mida a un deportista y visualizarlo en su smartphone.
- Controlar la dirección de un robot, entre otros.

Este módulo además de recibir conexiones desde una PC o Tablet, es capaz de generar conexiones hacia otros dispositivos bluetooth. Esto nos permite, por ejemplo, conectar dos módulos de bluetooth y formar una conexión punto a punto para transmitir datos entre dos micro controladores o dispositivos.

Mediante el uso aplicativo del módulo bluetooth tenemos que la comunicación del dispositivo portátil con el campero no es de manera física si no inalámbrica. Para este proyecto la decisión de incluir señales inalámbricas resulta importante, ya que es un punto innovador; el carro campero explorador móvil puede usarse conjuntamente con mandos a distancia y la implementación de una App con los comandos adecuados para su desplazamiento.

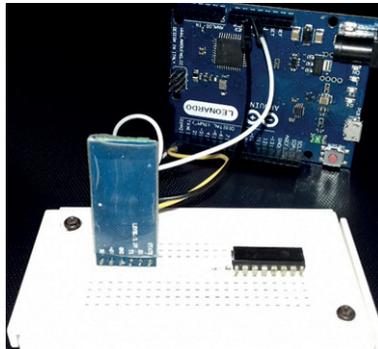


Figura 1. Módulo Bluetooth HC-05, imagen real tomada por los autores.

Arduino Leonardo

También está incluido un Arduino Leonardo, una plataforma de hardware libre, basada en una placa con un micro controlador y un entorno de desarrollo, diseñada para facilitar el uso de la electrónica en proyectos multidisciplinarios.

El hardware consiste en una placa con un micro controlador Atmel AVR y puertos de entrada/salida. Con un micro controlador ATmega32u4 por su sencillez y bajo coste que permiten el desarrollo de múltiples diseños.

Por otro lado, el software consiste en un entorno de desarrollo que implementa el lenguaje de programación Processing/Wiring y el cargador de arranque que es

ejecutado en la placa. Se programa en el ordenador para que la placa controle los componentes electrónicos.

Este arduino cuenta con 20 pines de entradas/salidas (de los cuales siete se pueden usar como salidas PWM y 12 como entradas analógicas), un oscilador de cristal de 16MHz, una conexión micro USB, un conector de alimentación, un puerto ICSP y un botón de reset. Contiene todo lo necesario para empezar a usar el micro controlador, tan solo se tiene que conectar a una PC con un cable USB, alimentarlo con un adaptador AC-DC o conectarle una batería para empezar.

El Arduino Leonardo sobresale de todas las placas que anteriormente han sido diseñadas, ya que el ATmega32u4 incorpora comunicación USB, eliminando la necesidad de un procesador secundario.

Modo de funcionamiento

Aquí explicaremos de forma sencilla el “paso a paso” de cómo hacer funcionar el campero:

1. Se conecta el arduino, bluetooth y puente H a una fuente de corriente no mayor a los 9V.
2. Se instala de la App Store una aplicación app bluetooth electronics y se escoge la opción de comandos direccionales.
3. Se empareja el celular con el modo bluetooth.
4. Mandas los comandos deseados y el campero se moverá.

Alimentación

La placa puede operar mediante una alimentación externa de 6 a 20 voltios. En caso de alimentar la placa con menos de 7 voltios, el pin de 5 voltios puede no llegar a este valor y la placa podría volverse inestable.

Sin embargo, si utilizamos más de 12 voltios, el regulador de tensión puede sobrecalentarse y llegar a dañar nuestra placa. Por lo tanto, el rango recomendado de alimentación es de 7 a 12 voltios.

Los pines de alimentación son:

- VIN
- 5V
- 3V3
- GND
- Instrucción IOREF

Memoria

El ATmega32u4 que incorpora el Arduino Leonardo, posee 32 KB (4 KB utilizados para el bootloader). También ofrece 2,5 KB de SRAM y 1 KB de Eeprom (los cuales pueden ser leídos y escritos con la librería Eeprom).

Protección contra picos de corriente en la USB

La placa Arduino Leonardo posee un polifusible reseteable que protege los puertos USB de nuestro ordenador de las variaciones de corriente. Aunque, si no todos, la mayoría de los ordenadores ofrecen una protección interna, el fusible nos proporciona una protección extra. Si aplicamos más de 500 mA al puerto USB del ordenador, el fusible automáticamente corta la conexión hasta que el cortocircuito o sobrecarga desaparezca.

Aplicaciones

Construir robots

Arduino es una base sobre la que se construyen muchos proyectos relacionados con la robótica. Pequeños drones, vehículos terrestres construidos a distancia o robots son algunos de los proyectos que podemos encontrar en la red basados en Arduino.

GarabatoBOT

Es un robot que emula un espirógrafo y es capaz de pintar y realizar dibujos de formas geométricas sobre una pizarra. Este proyecto, desarrollado por Miguel Ángel de Fruto, un estudiante de Ingeniería Aeronáutica de Madrid, está controlado mediante un interfaz bluetooth y utiliza como sistema de control una placa de Arduino.

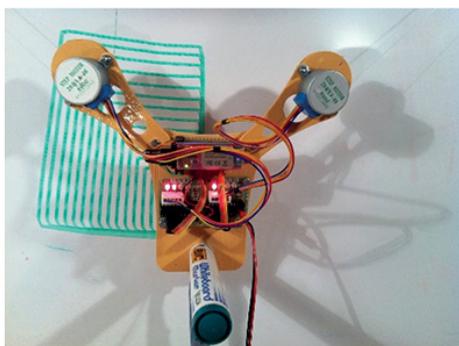


Figura 2. GarabatoBOT. (n.d.). [image] Available (GarabatoBOT, n.d.).

Jugar al ajedrez a distancia

Un grupo de estudiantes de electrónica de la Universidad Northeastern decidió implementar un sistema, basado en Arduino, para poder jugar contra un oponente que estaba en remoto, pero sin dejar de usar un tablero tradicional.

Construyeron un par de tableros que eran capaces de detectar los movimientos que realizaba un jugador y trasladarlo al tablero de su oponente a través de la red, es decir, que veríamos cómo se mueve sola la ficha gracias a un motor que está debajo del tablero y un sistema de imanes (Ver figura 3)

Pinokio

Es otro proyecto bastante curioso que se hizo muy popular en la red. Una lámpara que nos hace recordar al popular Luxo Jr. de Pixar y que se implementa a un robot que es capaz de interactuar con seres humanos y “ser consciente” de su

entorno y las personas que hay a su alrededor. Pinokio dispone de una webcam, un micrófono, seis motores para dotarla de libertad de movimientos, un iris mecánico y, cómo no, está basada en Arduino.



Figura 3. Northeastern, U. (2016). Ajedrez a distancia, programado con Arduino. [image] Available at: <http://blog.bricogeek.com/img/cms/1972-arduino-wireless-chess.jpg>.



Figura 4. Cyborg activist Neil Harbisson with Pinokio, a robotic desk lamp.
Source: QUT Media.

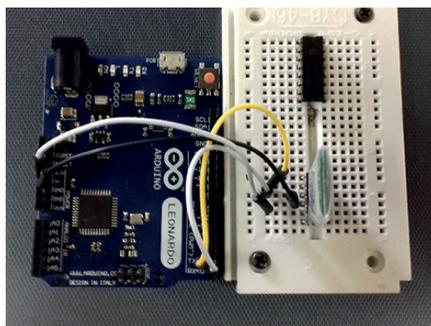


Figura 5. Arduino Leonardo, módulo bluetooth, imagen real tomada por los autores.

Puente H

Un puente en H es un circuito electrónico que permite a un motor eléctrico DC girar en ambos sentidos, avance y retroceso. Son ampliamente usados en robótica y como convertidores de potencia. Los puentes H están disponibles como circuitos integrados, pero también pueden construirse a partir de componentes discretos.

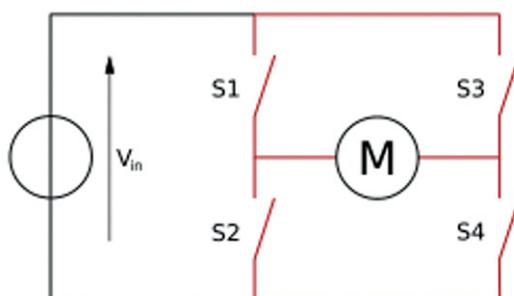


Figura 6. Comandos de movimiento, sentidos del circuito integrado.

Como se ha dicho el puente H se usa para invertir el giro de un motor, pero también puede usarse para frenarlo (de manera brusca), al hacer un corto entre las bornas del motor, incluso puede usarse para permitir que el motor frene bajo su propia inercia, cuando desconectamos el motor de la fuente que lo alimenta. En el siguiente cuadro se resumen las diferentes acciones.

Tabla 1.

S1	S2	S3	S4	Resultado
1	0	0	1	El motor gira en <i>avance</i>
0	1	1	0	El motor gira en <i>retroceso</i>
0	0	0	0	El motor se detiene bajo su inercia
1	0	1	0	El motor frena (<i>fast-stop</i>)

(S1-4 referidos a los diagramas).

Dado que la mira central de este proyecto estará puesta en la realización de un campero explorador móvil controlado a distancia, consiste en la modificación de un pequeño radio de coches de bajo coste, a la que ha conectado un Arduino y un módulo Bluetooth para comunicarse con la tarjeta y entregar los pedidos.

Para lograr el sistema descrito con anterioridad se han fijado una serie de objetivos, inicialmente, para el desarrollo del proyecto se han establecido los siguientes:

1. Desarrollar por medio de un programa el manejo del carro.
2. Creación del carro, que consiste en receptor bluetooth, microprocesador y componentes electrónicos adicionales.
3. Establecer conexión inalámbrica mediante bluetooth, comunicando el dispositivo portátil, que envía la señal, y carro, que la recibe.
4. Finalmente, accionar un mando de cámara automática mediante el dispositivo bluetooth que recibe la orden.

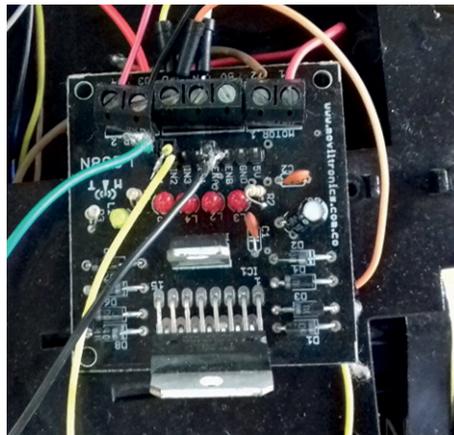


Figura 7. Imagen real tomada por los autores.

Carro control remoto

Es un mecanismo que cuenta con componentes eléctricos y mecánicos, los cuales permiten avanzar hacia adelante y hacia atrás.

Este carro está diseñado para que se mueva dependiendo de un esquema de circuitos y motores que determina hacia a dónde debe ir el carro, bien sea hacia adelante o hacia atrás. Para verificar la sincronía en sus movimientos.

Las características de los vehículos RC varían dependiendo del modelo que se quiera obtener. En estos se incluye la velocidad y la habilidad para que el ensamblado pueda hacer diferentes tareas.

- Tipo: motor eléctrico o a combustión.
- Escala: se refiere al tamaño con respecto a uno real.
- Tracción: si ejerce tracción con dos ruedas (2WD) o con cuatro (4WD).
- Categoría: básicamente, si es de pista (on-road) o todoterreno (off-road).

Categorías

Un factor importante de distinción entre los automóviles RC es si están diseñados para correr sobre asfalto o tierra y si pueden soportar saltos sin dañarse.

Las principales categorías que están reconocidas por todas las federaciones internacionales son:

- **Pista.** Correspondiente al término inglés On-Road. En esta categoría existen las escalas 1/4, 1/5, 1/8 y 1/10. En las escalas 1/4 y 1/5 (Gran Escala) solo hay tracción 2WD; en la escala 1/8 la tracción es 4WD; mientras que en la escala 1/10 la tracción puede ser 2WD o 4WD.
- **Todoterreno.** Correspondiente al término inglés Off-Road. En esta categoría está la escala 1/8 con tracción 4WD, la escala 1/10 con 2WD y 4WD. Aunque, a parte de lo oficial, hay modelos de esta categoría de escala 1/6 solo para el ámbito aficionado.

Los motores eléctricos de radiocontrol funcionan mediante corriente continua, suelen hacerlo a voltajes de entre 7,2V hasta 14,8V, incluso más en coches 1/8TT o Monster.

Los hay de dos tipos:

- **Brushed:** (escobillado) Son los motores que funcionan con el bobinado en el rotor, al que le llega la corriente mediante dos escobillas situadas en la parte trasera del motor, que aparte de introducir la electricidad en este generan bastante rozamiento, perdiendo de esa forma eficiencia en él y produciendo más temperatura. Su "potencia" se mide en las vueltas que lleve el cableado (12T, 17T, 21T...), a más vueltas más fuerza se hace en el motor y a menos vueltas más velocidad.
- **Brushless:** (Sin escobillas), estos motores funcionan con el bobinado por el interior de la carcasa, dejando en el rotor únicamente imanes. Debido a que carecen de escobillas en el rotor estos motores son mucho más eficientes que los Brushed consiguiendo de ese modo un mayor rendimiento. Su "potencia" también puede medirse por las vueltas de bobinado, pero normalmente se suele medir por las vueltas/voltio que es capaz de girar (K/V), (2300KV, 4400KV, 5500KV, 8000KV...). A más KV mayor velocidad se da, mientras que a menos KV se da una mayor fuerza.

Cargador

Cargador de baterías Lipo, NiMh, NiCd, LiFe y Pb es común a ambos tipos de coches eléctricos y a combustible. El cargador es importante en autos eléctricos debido a que se necesitan al menos cuatro pilas AA en la pistola, pero más importante es la batería o el par de baterías puestas en el vehículo. Estas suelen durar desde 10 hasta 45 minutos dependiendo de las características de manejo y los mah totales que energizan al auto radio control. Se necesitan cargadores especialmente diseñados para baterías LiPo.

Una de las ventajas de los carros RC es que emiten muy poco ruido, lo cual los hace más favorables, aunque no se presenta el realismo adecuado, ya que sus baterías limitan el manejo de este.

Aplicación

Pruebas vehículo	
Distancia	Tiempo de respuesta
10 metros, obstáculos de 35 cm de grosor.	No hay reacción
10 metros, obstáculos no mayores a 5 cm de grosor.	10 segundos
10 metros, sin obstáculos.	Entre 1 y 8 segundos
10 metros, obstáculos de 10 cm de grosor.	5 segundos aprox.
10 metros, obstáculos no mayores a 5 cm de grosor.	2 y 3 segundos aprox.
10 metros, sin obstáculos.	1 y 3 segundos aprox.
10 metros, sobre obstáculos de grosor de 10 cm.	1 y 3 segundos aprox.
5 metros, obstáculos de 10 cm de grosor.	1 segundo aprox.
5 metros, obstáculos no mayores a 5 cm de grosor.	1 segundo aprox.
5 metros, sin obstáculos.	Milisegundos
5 metros, sobre obstáculos de grosor de 10 cm.	1 y 2 segundos aprox.
Pruebas vehículo explorador	
Tipo de terreno	Distancia recorrida
Liso	Entre 40 y 45 metros
Rugoso	Entre 10 y 30 metros
Piedras	Entre 10 y 25 metros
Inclinado	Entre 20 y 40 metros
Destapado, tierra	Entre 40 y 45 metros



Figura 8. Campero móvil controlado a distancia, imagen real tomada por los autores.

Conclusiones

- Con base en las pruebas de desarrollo que se le realizaron al carro arrojó una buena comunicación, ya que la implementación de esta tarjeta Arduino Leonardo en conjunto con el módulo bluetooth permite que la señal inalámbrica sea de mayor accesibilidad y perímetro, dando como resultado una aplicación fácil y de manera innovadora.
- El desarrollo en campos abiertos a distancias cortas demuestra que la señal llega sin ninguna dificultad, mientras que en el mismo campo, pero a distancias mayores, la señal puede encontrarse interrumpida, teniendo en cuenta el tipo de terreno en el cual se está llevando a cabo la marcha del vehículo, además de los obstáculos con los cuales cuenta el terreno.
- La información recibida es legible.
- Es un proyecto que nos ha ayudado a conocer y aplicar la plataforma Arduino en aspectos cotidianos, ya que, al ser investigadas todas las tarjetas Arduino se llega a la conclusión, conforme a lo que se quería hacer, que en especial el Arduino Leonardo, por su implementación de Bluetooth como factor diferenciador, es el que nos proporcionaba mayor seguridad en el trabajo, además de su menor costo.
- La creación de este carro servirá para demostrar nuestras aptitudes en los diferentes campos de acción. A la implementación de programación y el manejo de aplicaciones desde cero ha contribuido, en mayor parte, la curiosidad y ha llenado el conocimiento del mismo.

Referencias

1. Biblioman. (2007-2016). Comunicación BlueTooth con los módulos HC-05. Recuperado de: <http://www.aquihayapuntes.com/indice-practicas-pic-en-c/bluetooth-hc-05.html>
2. Buenas Tareas. (2010). Carro a control remoto. Recuperado de: <http://www.buenastareas.com/ensayos/Carro-a-Control-Remoto/450517.html> Hikvision. (2014). Product spotlight. Recuperado de: http://www.hikvision.com/es/Products_show.asp?id=9819

3. OpenHacks.com. (2012). Arduino Leonardo (C/headers). Recuperado de: [https://www.openhacks.com/page/productos/id/91/title/Arduino-Leonardo-\(c-headers\)#.VhrRW-x_Oko](https://www.openhacks.com/page/productos/id/91/title/Arduino-Leonardo-(c-headers)#.VhrRW-x_Oko)
4. Prometec. (2015). El Módulo BlueTooth HC-05. Recuperado de: <http://www.prometec.net/bt-hc05/>
5. Rc.lapipadelindio.com. (2008-2016). Tipos de variadores para coches eléctricos rc. Recuperado de: <http://rc.lapipadelindio.com/automodelismo/variadores-coches-electricos-rc>
6. Wikipedia. (2016). Arduino. Recuperado de: <https://es.wikipedia.org/wiki/Arduino>
7. Wikipedia. (2016). Puente H (electrónica). Recuperado de: [https://es.wikipedia.org/wiki/Puente_H_\(electr%C3%B3nica\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Puente_H_(electr%C3%B3nica))

Diseño experimental para evaluar la influencia del aleante en la resistencia mecánica de una aleación de magnesio

Tania Montoya

Estudiante Ingeniería Industrial, estudiante del Semillero sobre nuevos materiales (Sinuma).
tania.montoya@upb.edu.co

Kelly Carmona

Estudiante Ingeniería Industrial.

Leydi Sarmiento

Estudiante Ingeniería Industrial.

Laura Lotero

Ingeniera industrial, M.Sc. en Ingeniería de Sistemas área Investigación de Operaciones, Ph.D. en Ingeniería. Docente asociada de la Facultad de Ingeniería Industrial de la UPB sede Medellín. Docente investigadora adscrita al grupo de investigación de Sistema Aplicados a la Industria, Gisai.

Patricia Fernández-Morales

Ingeniera metalúrgica, M.Sc. en Ingeniería área Materiales, Ph.D. en Ingeniería área Energía y Termodinámica. Docente titular de la Facultad de Ingeniería Industrial de la UPB sede Medellín. Docente investigadora adscrita al grupo de investigación sobre Nuevos Materiales, Ginuma.

Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia.

Resumen

El diseño de experimentos permite analizar el efecto de los diferentes niveles de una variable de entrada de un proceso en la variable respuesta o de salida. En este estudio se hace un diseño de experimentos para evaluar los efectos del aleante de una aleación de magnesio en su resistencia mecánica. Para esto, se hace un diseño de un solo factor y se prueban tres aleantes con respecto a la aleación madre. Los resultados muestran que, contrario a lo supuesto inicialmente, aleantes como el estroncio disminuyen estadísticamente la resistencia mecánica de la aleación de magnesio. Finalmente, se discuten los resultados y la validez del modelo.

Palabras clave

Aleación de magnesio, diseño experimental, resistencia mecánica.

Abstract

The design of experiments allows to analyze the effect of the different levels of an input variable of a process in the response variable. In this study, it is presented a design of experiments to assess the effect of the alloying in the mechanical resistance of a magnesium alloy. In order to do so, a one single factor design is proposed and 3 alloying besides the mother alloy are tested. Results show that, contrary to the initial belief, alloying such as strontium reduce statistically the mechanical resistance of the magnesium alloy. Finally, the results and the validity of the model are discussed.

Keywords

Magnesium alloy, experimental design, mechanical resistance.

Introducción

Se denominan aleaciones ligeras a aquellas que tienen como elemento base el magnesio. Estas tienen como característica principal un bajo peso específico de $1,74 \text{ g/cm}^3$, lo que las hace indispensables en aplicaciones donde se necesiten materiales muy ligeros con una resistencia mecánica mínima (específicamente en el campo de la aeronáutica y la automoción).

Dicha resistencia mecánica puede aumentarse sensiblemente mediante aleaciones adecuadas, dando como resultado una alta relación resistencia - peso. Entre los aleantes más comunes se encuentran el aluminio (Al) y el zinc (Zn). (Ordoñez J. José, 2012).

Actualmente, el principal problema en el sector del transporte, es el elevado consumo de combustible debido al uso de materiales muy densos, generando así un mayor consumo por peso. Por ello se plantea la necesidad de desarrollar nuevos materiales que cumplan con características de bajo peso y alta resistencia mecánica, ya que su aplicación requiere esencialmente de esta condición (F. Czerwinski, 2007).

El desarrollo de la industria del magnesio se ha incrementado en las últimas dos décadas en países como China, ya que las nuevas aleaciones poseen resistencia mecánica, propiedades térmicas y propiedades eléctricas similares a las aleaciones de aluminio, lo que ha conducido a la implementación de piezas fabricadas de aleaciones de magnesio, sustituyendo así las de metales tradicionales. En la actualidad la fabricación de piezas en aleaciones de magnesio se dificulta debido a la obtención de un proceso de conformación plástica que garantice tener óptimas propiedades mecánicas (Ordoñez J. José, 2012).

En la sección 2 de este artículo se presentan los antecedentes reportados en la literatura; luego en la 3 los materiales y métodos, donde se hace una breve explicación del diseño de experimentos usado para realizar la investigación y se describe brevemente el ensayo de tracción usado para medir la resistencia mecánica. La sección 4 presenta los resultados y el análisis del diseño de experimentos. Finalmente, la sección 5 muestra las principales conclusiones de este estudio.

Antecedentes

En la literatura no se encontraron estudios que investiguen, en concreto, la influencia de aleantes secundarios en la aleación de magnesio por medio de un diseño experimental, sin embargo, existen algunas investigaciones relacionadas con el tema en cuestión.

Con respecto al reforzamiento de aleaciones de Mg, Hassan y M. Gupta (2001) reportaron el desarrollo de un material compuesto a base de magnesio con refuerzo de cobre, donde se correlaciona el efecto del cobre en las propiedades microestructurales y mecánicas del magnesio. En este estudio se logró un aumento en la dureza, el módulo elástico y la resistencia a la fluencia, gracias a la presencia del cobre, aunque la ductilidad se vio afectada de manera adversa.

En otro estudio, Hassan y M. Gupta (2002), crearon materiales compuestos de magnesio dúctil utilizando refuerzo de titanio, con el objetivo de correlacionar el efecto del titanio como refuerzo y sus cantidades cada vez mayores con las propiedades microestructurales, físicas y de tracción del magnesio. La adición de titanio como refuerzo mejoró la estabilidad dimensional del magnesio puro y condujo a una mejora de la resistencia a la fluencia y la ductilidad, mientras que la resistencia última fue afectada de manera contraria.

Por otro lado, se ha discutido la recristalización y la textura de la aleación de magnesio, zinc y cerio, por medio de la caracterización de las microestructuras y las texturas de bruto de laminación y recocido de Mg-1Zn y Mg-1Zn-XCE, donde el Mg-1Zn exhibió texturas basales con la adición de cerio.

De lo anterior, el objetivo principal de la investigación es determinar en las aleaciones Mg-Al-Zn como aleación madre, cual es la influencia del Si, Mn o Sr como aleante secundario en la resistencia mecánica o, en otros términos, la capacidad del material metálico para resistir esfuerzos y fuerzas aplicadas sin romperse (Timoshenko, 1976).

Para determinar el efecto del tipo de aleante se hará uso del análisis de varianza (Anova), en el cual se utilizará un modelo de efectos fijos. Este tipo de información sobre la aleación de Mg se requiere específicamente para la fabricación de piezas metálicas estampadas o embutidas, usadas en la industria aeronáutica y automotriz de nuestro país.

Materiales y métodos

El diseño de experimentos puede definirse como una prueba o una serie de pruebas en las que se hacen cambios deliberados en las variables de entrada de un proceso o sistema para observar e identificar las razones de los cambios que pudieran observarse en la respuesta de salida y así determinar cuáles son las variables que tienen mayor influencia sobre dicha respuesta. El diseño de experimentos está basado en el análisis de varianza (Anova, del inglés *Analysis of Variance*), se usa para estudiar el desempeño de procesos y sistemas. (Montgomery, 2004)

Para la realización de un diseño de experimentos se deben tener en cuenta los factores que influyen en el proceso o sistema y la interacción entre estos, dependiendo de la cantidad de factores influyentes y la interacción entre estos se escogerá el diseño de experimentos que mejor se ajuste al proceso o sistema. Entre los principales diseños de experimentos están los diseños de un solo factor, los factoriales y los diseños 2^k (Montgomery, 2004).

En este estudio se realizó un diseño de efectos fijos, ya que se tiene como único factor el tipo de aleante, el cual cuenta con cuatro niveles definidos, que son silicio (Si), manganeso (Mn) y estroncio (Sr), además de la aleación madre. Se usa este tipo de diseño experimental ya que solo es de interés analizar el efecto del aleante en la resistencia mecánica y no se tendrán en cuenta otras variables.

Para realizar el experimento, se fabricaron en total 12 microprobetas, tres microprobetas de la aleación madre (Mg, Al y Zn) y tres microprobetas de la aleación madre con cada uno de los aleantes secundarios: Si, Mn y Sr. Las dimensiones de las microprobetas (en mm) se muestran en la figura 1, y están dadas como una escala de una probeta bajo norma ASTM E8 (Ver figura 1)

Para la medición de la resistencia mecánica de las microprobetas de Mg, se realizó un ensayo de tracción utilizando la máquina universal de ensayos Instron 5582, a una velocidad de carga de 5mm/min. Se realizaron las mediciones de la resistencia mecánica en MPa para cada microprobeta de determinada composición y se obtuvieron los datos que se observan en la Tabla 1.

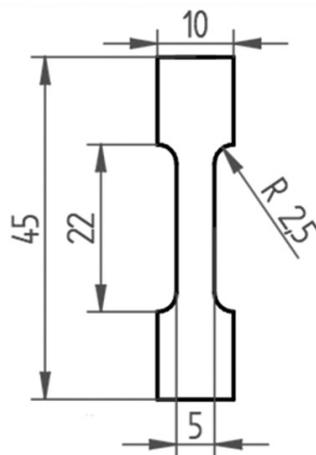


Figura 1. Dimensiones de las microprobetas en mm.

Tabla 1. Resistencia mecánica medida en MPa.

Aleación	Probetas		
	1	2	3
Madre (Al-Zn-Mg)	155,19	164,51	151,6
Silicio (Si)	137,42	128,11	127,34
Manganeso (Mn)	174,49	142,37	152,33
Estroncio (Sr)	117,17	134,17	108,07

Para el análisis de varianza (Anova) se usó el programa estadístico R. (R Core Team, 2012). Se complementa el análisis de varianza (Anova) con pruebas de Tukey, diagramas de caja y validación de supuestos, para finalmente concluir sobre los efectos de los aleantes en la aleación de Mg-Al-Zn.

Resultados y discusión

Para poder realizar un análisis adecuado de los datos, es necesario realizar diferentes pruebas de diagnóstico, tales como: prueba de normalidad de Shapiro Wilk,

medias y desviaciones de los datos. El análisis de varianza (Anova) y gráficos de estadística descriptiva como los diagramas de caja o *boxplot* que hacen parte del análisis.

En la Figura 2 se muestran los diagramas de caja de la resistencia mecánica según el tipo de aleante. Se puede ver que los tipos de aleante estroncio y silicio, presentan una disminución estadísticamente significativa de la resistencia mecánica del material, con respecto a la aleación madre.

Dentro de las pruebas de normalidad que se realizaron, para validar el uso de un diseño de efectos fijos, están los gráficos de probabilidad normal cuantil-cuantil (Q-Q) en la figura 3 y la prueba de *Shapiro-Wilk*.

A partir de la Figura 3 se puede decir que los puntos están muy cercanos a la línea de normalidad, así que los datos y sus residuos se pueden asumir normales. Siendo así, se valida el supuesto de normalidad. Adicionalmente, se corrobora usando la prueba de normalidad de *Shapiro-Wilk*. (Montgomery, 2004).

A un nivel de significancia de 0,05 se realiza una prueba *Shapiro-Wilk* en la que la hipótesis nula H_0 es que los datos son normales. Se obtiene un estadístico $W=0.9868$ con un valor p de 0.9984, por tanto, con base en los datos no se puede rechazar la hipótesis nula, lo que quiere decir que los datos provienen de una población normal con un nivel de confianza del 95%.

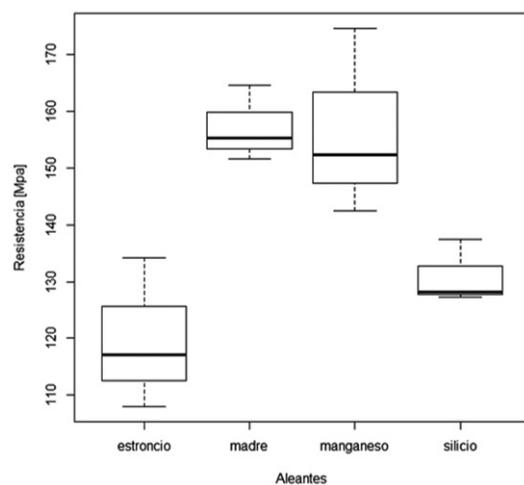


Figura 2. Diagrama de caja de la resistencia mecánica por tipo de aleante.

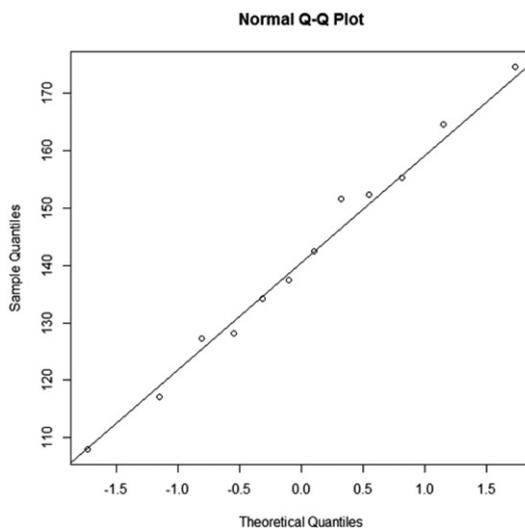


Figura 3. Gráfico de probabilidad normal.

En la Tabla 2 se presentan la media y desviación estándar de la resistencia mecánica medida para las diferentes réplicas por cada tipo de aleante. De la Tabla 2 se concluye que las medias para la resistencia mecánica más parecidas son las de la aleación madre y aleación con manganeso. Esto quiere decir que la resistencia mecánica posiblemente sea muy parecida para las dos aleaciones. En general, la aleación con estroncio presenta menor resistencia mecánica promedio.

Además, se presentan los datos de desviación estándar que indican la dispersión de los datos con respecto a la media. El aleante silicio muestra menor dispersión de los datos, seguido de la aleación madre. Esto quiere decir que los resultados acerca de la resistencia mecánica, tomados en el ensayo de tracción, se encuentran en un intervalo menor y se puede saber con más certeza cuál es el valor verdadero de la resistencia mecánica para estos aleantes.

Tabla 2. Estadísticas de resistencia mecánica.

Aleante	Promedio(MPa)	Desviación estándar (MPa)
Madre	157.100	6.663
Silicio	130.957	5.611
Manganeso	156.397	16.442
Estroncio	119.803	13.248

Se realiza el Anova de un solo factor para la variable respuesta y el factor, mostrados en la Tabla 3. Con la hipótesis H_0 : la resistencia mecánica promedio es igual para todos los aleantes vs H_1 : algún par de medias de la resistencia mecánica son diferentes, con un nivel de significancia de 0.05 y un valor p de 0.00852, se rechaza la hipótesis nula H_0 , es decir, que existe una diferencia significativa en la resistencia mecánica promedio entre algún par de aleantes, por ende el tipo de aleante sí tiene efecto en la resistencia mecánica de la aleación ligera de magnesio.

Tabla 3. Análisis de varianza de un factor (tipo de aleante) para la resistencia mecánica.

Fuente	SS	GL	MS	Fo	Valor P
Aleante	3139	3	1046,4	8,023	0,00852
Error	1043	8	130,4		

Como se concluyó que hay diferencias entre los efectos del factor, ahora se quiere conocer qué tratamientos en concreto son diferentes entre sí. Se realiza la prueba de Tukey al 95% de confianza con el objetivo de saber cuáles tratamientos difieren significativamente.

En la Tabla 4 se observa que a un nivel de confianza del 95% para las diferencias de medias entre madre-estroncio y silicio-manganeso, las medias son diferentes, ya que como se puede observar en la Tabla 4 el valor p es menor que el nivel de significancia, por lo que se rechaza la hipótesis de que la resistencia mecánica promedio es igual para estos pares de aleantes. Por tanto, con un 95% de confianza, según la prueba Tukey (Tabla 4) se puede decir que las medias que son significativamente diferentes entre sí son aleación madre-estroncio (madre-Sr) y manganeso-estroncio (Mn-Sr).

Tabla 4. Resultados de la prueba Tukey para diferencia de medias.

Aleantes	Diferencia	Límite inferior	Límite superior	Valor p
Madre-Sr	37,296	7,435	67,157	0,0166
Mn-Sr	36,593	6,732	66,454	0,0184
Si-Sr	11,153	-18,707	41,014	0,645
Mn-Madre	-0,703	-30,564	29,157	0,999
Si-Madre	-26	-56,004	3,717	0,087
Si-Mn	-25	-55,301	4,421	0,097

Finalmente, se hace la validación de supuestos con gráficos de diagnóstico del modelo para verificar que las conclusiones del diseño experimental sean válidas.

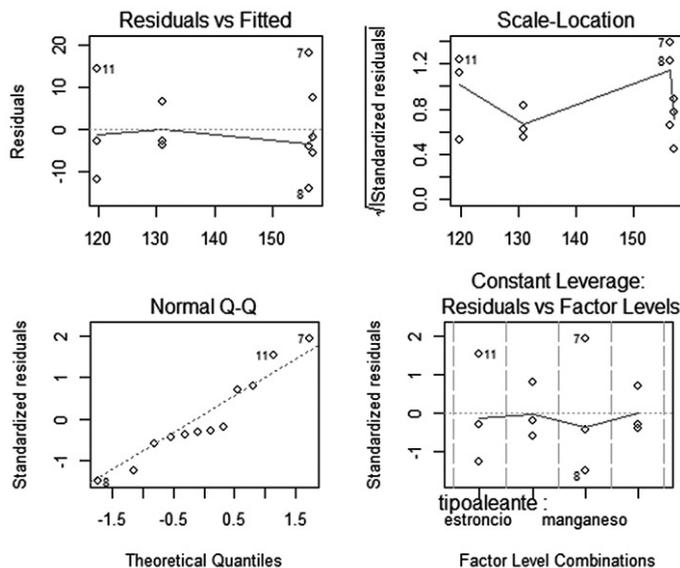


Figura 4. Gráficas de diagnóstico del diseño experimental.

Se puede observar en el Gráfico de normalidad de la Figura 4 (panel Normal Q-Q), una desviación en la distribución de los residuales, pero esto requiere ser comprobado con la prueba de normalidad Shappiro Wilk, la cual acepta la hipótesis nula, por lo tanto, se trata de una distribución normal. Respecto al gráfico de residuales vs ajustados (primer panel), se puede decir que no existe un patrón específico. Además, se observa una pequeña tendencia a la expansión de los residuales, lo que podría indicar la existencia de una varianza no constante en los datos. Este resultado debe analizarse con más detalle porque puede afectar la validez de los resultados.

Esta investigación, en teoría, arrojó resultados no esperados, ya que el objetivo de agregar cada uno de los aleantes era aumentar la resistencia mecánica y esto no fue lo observado en el análisis de varianza. Lo anterior también pudo verse afectado por la forma de fabricación de las microprobetas y los elementos traza que pueden contener estas; después de realizar el ensayo de tracción, las microprobetas fueron caracterizadas metalográficamente, donde se pudieron observar poros e impurezas en cada una de las aleaciones obtenidas, lo cual influye de manera determinante en la resistencia mecánica.

Otra razón para que aumente el error del modelo y se presente una varianza no constante en la validación de supuestos, puede estar relacionado con las pocas mediciones de resistencia mecánica realizadas (cuatro por cada tipo de aleante), por lo que queda planteado como trabajo futuro obtener un mayor número de datos, en lo posible, para reducir el error y aumentar la confiabilidad y validez de los resultados. Sin embargo, es de anotar que obtener muestras adicionales es difícil debido al alto costo del magnesio y sus aleaciones, así como el de la obtención de las probetas necesarias para el experimento.

Conclusiones

Se concluye que en materiales metálicos base magnesio-aluminio-zinc aleados con silicio, manganeso o estroncio, la resistencia mecánica no aumenta, por el contrario disminuye e incluso llega a ser menor que los valores de resistencia de la aleación madre.

Los tipos de aleantes utilizados no son los adecuados para conformar el material que se quiere obtener para la aplicación específica, por lo que se sugiere buscar otro tipo de aleantes.

Agradecimientos

Al profesor Emigdio Mendoza de la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Pontificia Bolivariana por facilitar la información y toda la recolección de datos de forma organizada y concreta.

Referencias

1. F. Czerwinski. (2007). Magnesium Injection Molding. Ontario Canada: Husk Injection Molding systems Ltd.

2. Hassan y M. Gupta. (2001). Development of a novel magnesium – copper based composite with improved mechanical properties, *Materials research bulletin* **37**, 377-389.
3. Hassan y M. Gupta. (2002). Development of ductile magnesium composite materials using titanium as reinforcement, *Journal of Alloys and Compounds* **345**, 246–251.
4. L.W.F Mackenzie y M.O. Pekguleryuz. (2008). The recrystallization and texture of magnesium-zinc-cerium alloys. *Scripta Materialia* **59**, 665–668.
5. Montgomery, D. (2004). *Diseño y análisis de experimentos*, segunda edición., Limusa, México.
6. Ordoñez J. José (2012) Magnesio: El Material más Ligero de la Metalmecánica, metal actual, 25, 22-26.
7. R Core Team (2012). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, recuperado de <http://www.R-project.org/>.
8. Timoshenko, S. (1976). *Strength of Materials*, 3rd ed., Krieger Publishing Company.

Modelo de simulación para el comportamiento del sistema de transporte masivo “Metrolínea” y de sus usuarios en la parada de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga

María Alejandra Delgado León

Investigadora. Principales áreas de interés investigativo: mercadeo, calidad y producción y logística.

maria.delgadoleon@upb.edu.co

Cindy Paola Castellanos Navas

Investigadora. Principales áreas de interés investigativo: calidad, mercadeo y producción y logística.

cindy.castellanos@upb.edu.co

Clara Elena Gámez Uhia

Investigadora. Principales áreas de interés investigativo: calidad, producción y logística y marketing.

clara.gamez@upb.edu.co

María Carolina González Páez

Investigadora. Principales áreas de interés investigativo: mercadeo, calidad y producción y logística.

maria.gonzalezpa@upb.edu.co

Diana Marcela Mesa López

Investigadora. Principales áreas de interés investigativo: producción y logística, calidad y finanzas.

diana.mesa@upb.edu.co

Rubén Darío Jácome Cabrales

Profesor. Ingeniero industrial UIS, especialista en Alta Gerencia, M.Sc. Ingeniería Industrial Universidad de los Andes. Área de interés investigativo: investigación de operaciones y simulación.

ruben.jacome@upb.edu.co

Edwin Dugarte Peña

Profesor. M.Sc. Estadística, Universidad Nacional de Colombia, área de interés investigativo: producción y logística.

edwing.dugarte@upb.edu.co

Universidad Pontificia Bolivariana, sede Bucaramanga.

Resumen

El presente artículo plantea el desarrollo de un estudio descriptivo, que tuvo como fin analizar el comportamiento del sistema de transporte masivo “Metrolínea” y de los usuarios en la parada de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga, para lo que se creó un modelo de simulación, utilizando muestreo como metodología estadística y aplicando observación directa y encuestas como instrumentos de recolección de datos. Para la elaboración del modelo de simulación se utilizó el software Arena y se analizaron los resultados de la encuesta en términos descriptivos. Se observó que los usuarios se encuentran inconformes con el sistema debido a que lo consideran demorado por las fluctuaciones en el tiempo de espera que este presenta.

Palabras clave

Modelo de simulación, Sistema de transporte masivo, Software Arena.
Extended abstract

Abstract

This article proposes the development of a descriptive study which had as end analyze the behavior of the system of massive transport "Metrolínea" and the users in the stop of the Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga for what a simulation model was created using sampling as statistical methodology and applying direct observation and surveys as instruments of collecting information. The software: Arena, was used for the development of the simulation model and the results of the survey were analyzed descriptively. It was observed that the users are dissatisfied with the system because they consider it delayed by fluctuations in the wait time that this one presents.

Keywords

Simulation model, Mass transit system, Software Arena.

Introducción

En las ciudades se han implementado diversos sistemas de transporte para suplir la necesidad de desplazarse de un lugar a otro, uno de estos es el sistema de transporte público masivo que busca prestar un servicio de calidad, pero ha presentado diversas fallas como inseguridad, demoras, grandes aglomeraciones de personas, entre otros. Esto evidencia la necesidad del diseño y construcción de herramientas que permitan evaluar las condiciones en las que opera el sistema y el desempeño que tiene. Estas herramientas representan una alternativa económica, para evaluar la calidad de servicio y son recursos bastante eficaces para la toma de decisiones respecto a la viabilidad de posibles mejoras.

La presente investigación de tipo descriptivo busca analizar el comportamiento del sistema de transporte masivo “Metrolínea” y de sus usuarios mediante un modelo de simulación, con localización en la parada de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga, conociendo las causas que pueden ocasionar ineficiencias en el servicio prestado, al igual que los factores que influyen en el comportamiento de los usuarios de este servicio. Los resultados de esta investigación serán claves para analizar la calidad del servicio prestado, así como la eficiencia y eficacia del mismo mediante el diseño de un sistema de simulación que permita tener información más confiable, resultados más directos y aportar a la toma de decisiones con el fin de establecer posibles mejoras.

Para empezar con el diseño se aplicaron instrumentos como observación directa en la parada tanto norte como sur, y se aplicaron encuestas a una muestra para evaluar el nivel de satisfacción de los usuarios con el servicio. Luego se construyó el modelo, con el cuál se pudo observar que el sistema presenta fluctuaciones en su tiempo de espera, por lo que muchos usuarios se encuentran inconformes con el servicio ya que lo consideran demorado, teniendo que usar este servicio por obligación.

Marco teórico

Simulación

La simulación es el desarrollo de un modelo lógico-matemático de un sistema, de tal forma que se obtiene una imitación de la operación de un proceso de la vida real o de un sistema a través del tiempo. La simulación de sistemas ofrece un método

para analizar el comportamiento de un sistema. La elaboración e implementación de grandes proyectos de inversión requieren estudios lógicos-matemáticos complejos, es por ello indispensable realizar estudios preliminares para asegurar su conveniencia de acuerdo a su eficiencia y ejecución económica para proyectos de cualquier tamaño. (Universidad Nacional Abierta y a Distancia, *s.f.*, Definiciones de Simulación).

Tipos de Simulación

Los modelos continuos. Se ocupan de sistemas cuyo comportamiento cambia continuamente con el tiempo. Estos suelen utilizar ecuaciones diferenciales para describir las interacciones entre los diferentes elementos del sistema. Un ejemplo típico tiene que ver con el estudio de la dinámica de la población mundial.

Los modelos discretos. Tienen que ver principalmente con el estudio de líneas de espera con el objetivo de determinar medidas como el tiempo de espera promedio y la longitud de la cola. Estas medidas cambian solo cuando un cliente entra o sale del sistema. Los instantes en que ocurren los cambios en puntos discretos específicos del tiempo (eventos de llegada y salida), originan el nombre simulación de evento discreto. (Taha, H., 2011-2012, p. 652).

Los dos factores básicos para escoger el tipo de simulación a utilizar son:

El desarrollo o tipo de un modelo. Bajo este factor se incorporan ecuaciones lógicas representativas de un sistema y se plasman en un programa computacional.

Experimentación. Con respecto a este segundo factor, también denominado segunda fase del estudio de simulación, tiene como objetivo experimentar con el modelo para determinar cómo responde el sistema a cambios en los niveles de algunas variables de entrada (Azarang y García, *s.f.*, Introducción).

Proceso de desarrollo de un modelo de simulación

Definición del sistema. Se debe comenzar con una descripción del problema. Si esta es dada por los tomadores de decisiones debe existir una correcta identificación del objetivo, las variables de decisión, las restricciones, la medida de efectividad y las variables no controlables y su comportamiento estadístico (Azarang y García, *s.f.*, Proceso de Desarrollo de un Modelo de Simulación).

Análisis del sistema. Se describen las interacciones lógicas entre las variables de decisión, de tal suerte que se optimice la medida de efectividad en función de las variables no controlables, sin olvidar las restricciones del sistema (Azarang y García, *s.f.*, Proceso de Desarrollo de un Modelo de Simulación).

Formulación del modelo. Se genera un código lógico-matemático que defina en forma exacta las interacciones entre las variables; debe ser una definición sencilla pero completa del sistema (Azarang y García, *s.f.*, Proceso de Desarrollo de un Modelo de Simulación).

Selección del lenguaje. Depende del tiempo de desarrollo del modelo de simulación, es sustancial utilizar el lenguaje que mejor se adecuó a las necesidades que se requieran. Su selección puede ser desde usar un lenguaje general como lo es Basic, Pascal o Fortran (Azarang y García, *s.f.*, Proceso de Desarrollo de un Modelo de Simulación).

Codificación del modelo. Consiste en generar las instrucciones o código computacional necesario para lograr que el modelo pueda ser ejecutado en algún tipo de computadora. Tiene una duración que está directamente relacionada con la selección del lenguaje (Azarang y García, *s.f.*, Proceso de Desarrollo de un Modelo de Simulación).

Validación del modelo. Tiene como objetivo determinar la habilidad de un modelo para representar la realidad. La validación se lleva a cabo mediante la comparación estadística entre los resultados del modelo y los resultados reales (Azarang y García, *s.f.*, Proceso de Desarrollo de un Modelo de Simulación).

Experimentación. Las diversas alternativas que pueden ser evaluadas, seleccionando las variables de entrada y sus diferentes niveles, con la finalidad de optimizar las variables de respuesta del sistema real (Azarang y García, *s.f.*, Proceso de Desarrollo de un Modelo de Simulación).

Implantación. Una vez seleccionada la mejor alternativa, es importante llevarla a la práctica; en muchas ocasiones este último paso es el más difícil, ya que se tiene que convencer a la alta dirección y al personal de las ventajas de esta puesta en marcha. Para esto se recomienda llevar a cabo un proceso de animación que permita visualizar el comportamiento de las variables en el sistema (Azarang y García, *s.f.*, Proceso de Desarrollo de un Modelo de Simulación).

Monitoreo y control. Es necesario recordar que los sistemas son dinámicos y con el transcurso del tiempo es necesario modificar el modelo de simulación, ante los nuevos cambios del sistema real, con el fin de llevar a cabo actualizaciones periódicas que permitan que el modelo siga siendo una representación del sistema (Azarang y García, *s.f.*, Proceso de Desarrollo de un Modelo de Simulación).

Software de Simulación

La simulación nos sirve como punto intermedio entre los conceptos teóricos y la realidad. Cuanto mejor sea la expresión que defina la realidad, mejores serán los resultados, más reales, y, a su vez, puede reducir los costos de fabricación, facilitado las tareas de diseño.

Un simulador es la herramienta que permite la reproducción del sistema, puede reproducir tanto las sensaciones físicas (velocidad, aceleración, percepción de entorno). (Universidad del Valle de Puebla, *s.f.*, Software de Simulación).

Software Arena

Es un software fabricado por *Rockwell Automation*, que permite llevar al mundo empresarial la tecnología y simulación. Arena está diseñada para analizar el impacto de los cambios relativos a re-diseños importantes y complejos asociados con la cadena de suministro, fabricación, procesos, logística, distribución y almacenamiento, y sistema de servicios.

Arena está construida con lenguaje de programación *Siman*, el cual estudia los clientes u objetos con propiedades llamadas atributos, que se mueven en la simulación a través de un modelo de sistema particular.

Los modelos de Arena están compuestos por tres tipos de módulos:

Procesos. Son los que describen el comportamiento de los modelos, por ellos corren las entidades, que son los elementos que simulan los distintos tipos de unidades que se encuentran en el sistema.

Datos. Los cuales representan algunos elementos de la simulación y algunas características de procesos como entidades, recursos y colas.

La animación. Es una herramienta muy potente, da versatilidad a la simulación y permite que esta sea comprendida por una audiencia mayor. Permite comunicar el proceso de simulación de manera más efectiva que los diagramas y los datos. (Eurnekian, 2009, pp. 16-17).

Partes de un modelo:

Entidades. Son las que representan personas u objetos que afectan el estado del sistema.

Atributos. Se le denomina a las propiedades y características comunes que tienen las entidades.

Variables (Globales). Definen las características del sistema, parecido a los atributos solo que hace referencia al sistema en general y no a la entidad específica. Existen dos tipos de variables, las fabricadas por Arena y las definidas por el usuario.

Los Recursos. Son elementos estáticos del proceso y hacen referencia a lo que necesito para realizar el servicio, como: herramientas, personas o máquinas.

Colas. Son elementos pasivos del proceso, se presentan cuando un recurso no tiene disponibilidad y debe esperar la entidad para acceder al servicio.

Acumuladores estadísticos. Es la acumulación de datos durante el proceso para que contenga información útil.

Eventos. Es el conjunto de actividades tales como llegada y salida de una entidad que modifican el estado actual del sistema.

Reloj de simulación. Es el tiempo actual simulado, es decir del transcurso de los eventos del calendario, puede no coincidir, en algunas ocasiones se acelera o retrasa (Eurnekian, 2009, pp. 8-9).

Sistema de Transporte

Definición de Sistema de Transporte

El SITM es un sistema de transporte masivo rápido compuesto por un conjunto de corredores troncales con carriles segregados y preferenciales, destinados en forma exclusiva a la operación de ómnibus de alta y mediana capacidad. Esta red de corredores troncales se integrará con los corredores pre-troncales y complementarios, en los que se prestarán servicios de transporte de pasajeros con vehículos de menor capacidad. (Nevó, M, 2004, Sistema Integrado de Transporte Masivo (SITM)).

El transporte público es una herramienta fundamental para solucionar los problemas de transporte urbano y lograr una ciudad eficiente y equitativa, ya que el transporte público es más eficiente que el privado motorizado, en términos de pasajeros transportados por unidad de espacio, consumo energético e impactos ambientales. (Pardo, 2009, p. 7).

Bus Rapid Transit (BRT)

BRT es un sistema de transporte masivo basado en buses pero con características de un sistema Metro que provee un transporte rápido, confiable y eficiente desde el punto de vista de costos. *BRT* puede ser construido totalmente o en forma evolutiva, lo que significa que la ciudad empieza a construir el sistema paulatinamente, mediante la implementación gradual de etapas relativamente pequeñas pero de gran impacto. (Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, 2010, p. 6)

Teoría de colas

“La teoría de colas se ocupa del análisis matemático de los fenómenos de las líneas de espera o colas, es un modelo de comportamiento de tráfico cuando se solicita un servicio por parte de una serie de clientes” (Garduño, *s.f.*, p. 17).

Elementos de la teoría de colas

Está compuesta por seis elementos principales:

El patrón de entradas o llegadas. Hace referencia al tiempo existente entre la llegada del cliente hasta que adquiere el servicio. Se pueden presentar dos reacciones

de los clientes al momento de su llegada, el rechazo (se desiste de ingresar a la cola por la extensa dimensión) y abandono (ya está dentro de la cola y la abandona) (Garduño, *s.f.*, p. 20).

El tipo de distribución de salidas. Es el tiempo del servicio por cliente. El tiempo de llegadas y de servicio puede ser probabilístico, determinístico o generales (Garduño, *s.f.*, p. 20).

Los canales de servicio. Son los sistemas que desempeñan los servidores para proporcionar el servicio. Existen tres tipos de canales: Canal paralelo, en serie y mixto. La diferencia entre el paralelo y en serie, es el tamaño de clientes atendidos de forma simultánea. En el canal en serie los clientes tendrán que pasar por todos los canales hasta obtener el servicio (Garduño, *s.f.*, p. 21).

La disciplina del servicio. Se considera uno de los elementos más importantes debido a que hace alusión al orden de elegir a los clientes en la línea de espera para recibir el servicio (Garduño, *s.f.*, p. 21).

El tamaño de la línea de espera o número de clientes permitidos. Puede ser infinito para propósitos prácticos o finita, la cual posee un problema de frustración debido a que tiene un límite máximo de clientes (Garduño, *s.f.*, p. 22).

La fuente de entrada o población potencial. Es el grupo de clientes que pueden llegar a obtener el servicio (Garduño, *s.f.*, p. 22).

Tipos de sistema de líneas de espera

En la Figura 1 se muestran los tipos de sistemas existentes, donde se describe para cada caso qué tipo de sistema es.

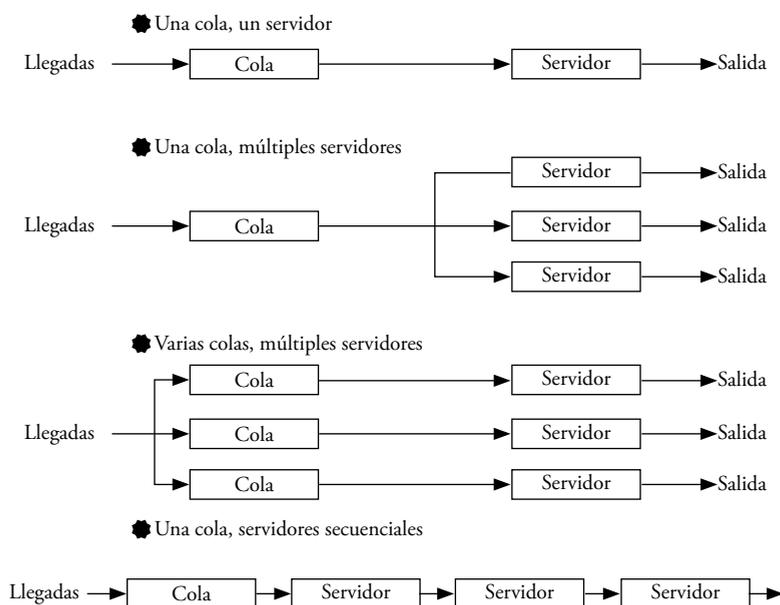


Figura 1. Tipos de sistemas. Tomada de Garduño, s.f., p. 24.

Materiales y métodos

Se diseñó un cuestionario para la recolección de información. Este instrumento se validó por el asesor científico de la investigación. Se consideró, como unidad de observación, a los usuarios del sistema de transporte masivo “Metrolínea” docentes, estudiantes, trabajadores y pasantes de la comunidad de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga. Dado el tamaño de la población total de usuarios, estimado en 3055, se decidió un muestreo no probabilístico. El tamaño de la muestra fue de 350, de estos el 87% fueron estudiantes, el 8% docentes, el 4% trabajadores y el 1% pasantes. La selección de la muestra se hizo por interceptación en la parada Palmichal, que se ubica al frente de la universidad. Además, se utilizó la observación directa en la parada, apoyados con video-grabaciones en el horario de 2:00 a 3:00 p.m. (Ver Figura 2).

Figura 2. Observación directa en la parada Palmichal.



Análisis de resultados

Al analizar las encuestas realizadas a los usuarios de “Metrolínea” de la UPB seccional Bucaramanga se evidenció la gran diferencia porcentual por lugar de residencia de los usuarios encuestados, 76% del Norte (Vía Universidad-Bucaramanga) y el 24% del Sur (Vía Universidad-Piedecuesta). (Ver Figura 3).

Al preguntar por qué utiliza el servicio de Metrolínea como medio de transporte se encontró que el 63% de los usuarios coinciden en señalar que por obligación, debido a que no poseen otro medio de transporte para dirigirse a la UPB, en segundo lugar se seleccionó la economía con un porcentaje del 33%. (Ver Figura 4).

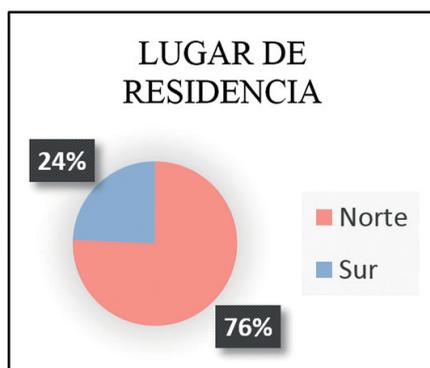


Figura 3. Lugar de residencia.

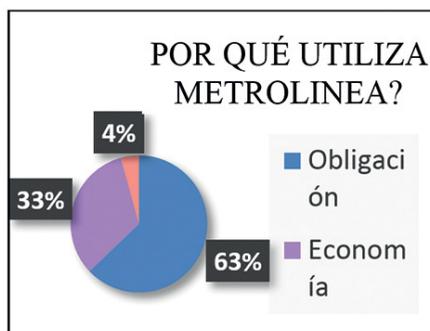


Figura 4. Razones por las utiliza el servicio de Metrolínea.

Con respecto a la frecuencia del uso del servicio de Metrolínea, 195 seleccionaron "Todos los días de la semana", 87 eligieron "Entre dos y cuatro días de la semana" y 68 escogieron "Un día a la semana", observándose que la mayoría de personas encuestadas usan todos los días el servicio de Metrolínea. (Ver Figura 5).

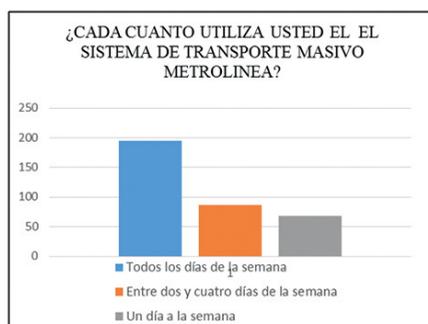


Figura 5. Frecuencia con la que utiliza el servicio de Metrolínea.

En lo referente al grado de satisfacción de los usuarios del servicio "Metrolínea" se puede observar que la mayoría de usuarios se encuentran inconformes con el servicio que se les presta, pues solo el 9,42% de los usuarios tienen una buena opinión del servicio. (Ver Figura 6).

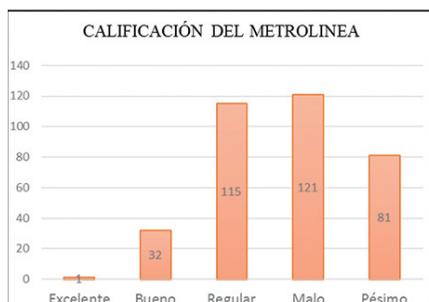


Figura 6. Calificación del servicio Metrolínea.

En cuanto al grado de satisfacción anterior se pudo analizar el por qué los usuarios consideran el servicio pésimo/malo/regular, obteniendo notables porcentajes de inconformidad. Los factores fueron: “Muchas colas en la estación o parada” con un 5%, “Poca frecuencia de buses” con 19%, “Va muy lleno” con 25%, “El servicio es demorado” con un 26% y “Todas las anteriores” con un 25%. (Ver Figura 7).

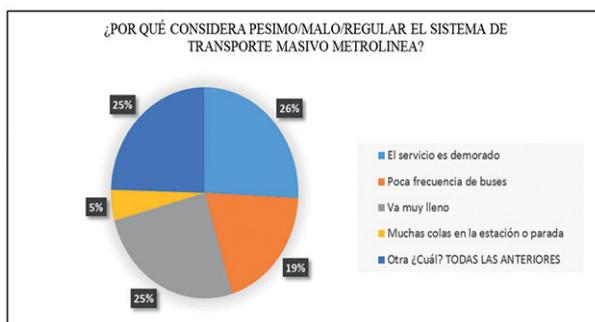


Figura 7. Razones por las que considera pésimo/malo/regular al servicio.

Los datos observados en la Figura 8 representan el tiempo que duran los usuarios en llegar a la Universidad en Metrolínea, incluyendo el tiempo que dura en transbordo si lo utiliza. Duración de 5 a 15 minutos (30 personas), 20 minutos (43 personas), 30 minutos (86 personas), 45 minutos (125 personas) y 60 minutos o más (66 personas). Se observa que la mayoría de usuarios duran en promedio 45 minutos en el sistema, es por esta razón que consideran que el servicio es demorado.

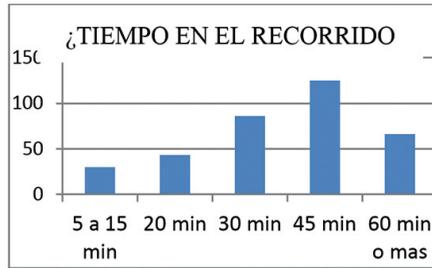


Figura 8. Tiempo de recorrido.

Con los datos obtenidos a través de las encuestas se creó un modelo de simulación (Ver Figura 9 y 10) por medio del programa Arena, para esto se utilizó la cantidad promedio de usuarios, duraciones y tiempo promedio entre rutas, además del número de buses de “Metrolínea” por día, con el objetivo de analizar el comportamiento del sistema de transporte masivo.

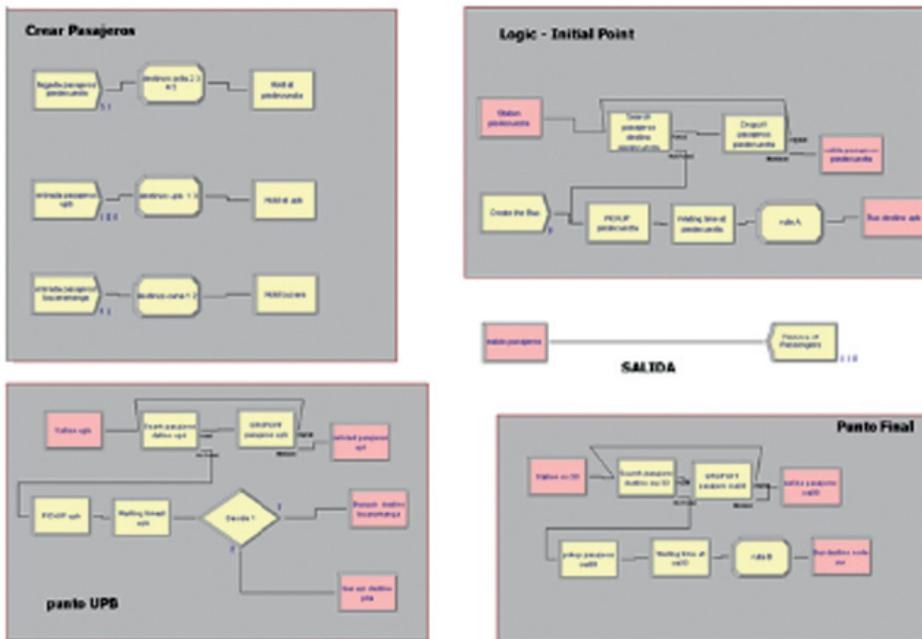


Figura 9. Estructura modelo de simulación.



Figura 10. Modelo de simulación.

Al ingresar los datos en el programa de simulación se debía tener conocimiento sobre la distribución estadística que presentaban las gráficas, para esto se hicieron cuatro histogramas (Ver figuras 11, 12, 13 y 14) uniendo el número total de personas en cada parada, separando los que se subieron de los que se bajaron, sin importar fecha, lugar o tipo de bus. Con los histogramas se concluyó que la distribución estadística es exponencial.

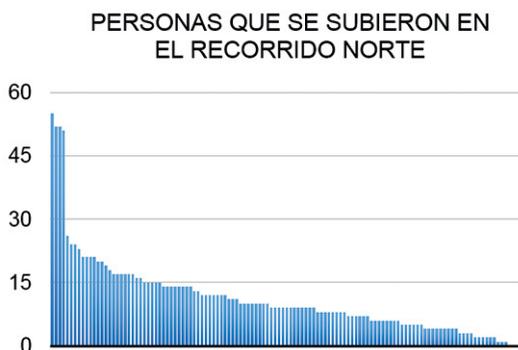


Figura 11. Histograma de personas que se subieron en el recorrido Norte (Bucaramanga).

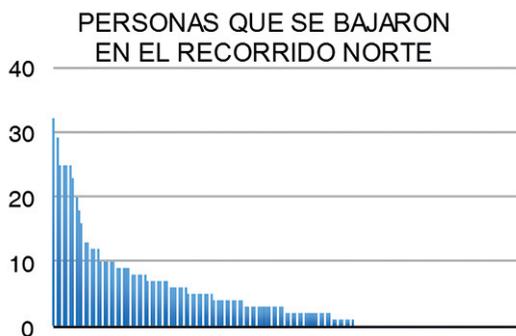


Figura 12. Histograma de personas que se bajaron en el recorrido Norte (Bucaramanga).

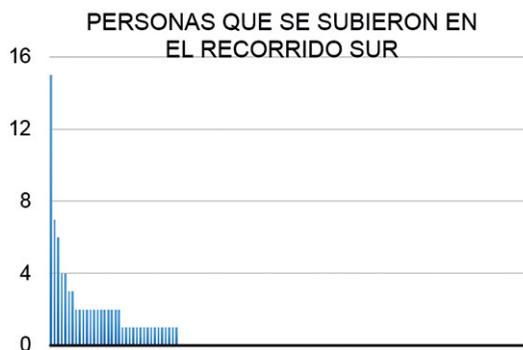


Figura 13. Histograma de personas que se subieron en el recorrido Sur (Piedecuesta).

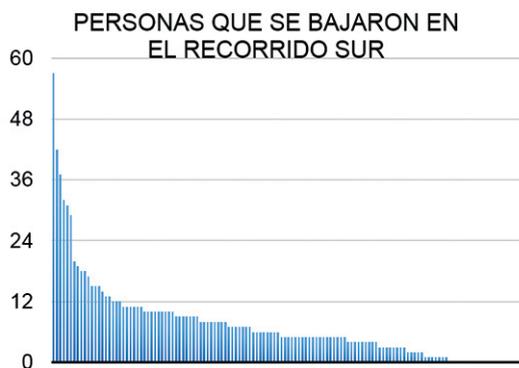


Figura 14. Histograma de personas que se bajaron en el recorrido Sur (Piedecuesta).

Por medio del modelo de simulación realizado al sistema de transporte masivo “Metrolínea” se obtuvieron los siguientes datos:

Tabla 1. Resultados Parada Sur (Piedecuesta).

Sur (Piedecuesta)	
Promedio de personas que comienzan el recorrido.	58 personas/hora
Promedio de personas que terminan el recorrido en la UPB.	48 personas/hora
Promedio de personas que ingresan para dirigirse a Bucaramanga.	96 personas/hora

Tabla 2. Resultados Parada Norte (Bucaramanga).

Norte (Bucaramanga)	
Promedio de personas que comienzan el recorrido.	76 personas/hora
Promedio de personas que terminan el recorrido en la UPB.	66 personas/hora
Promedio de personas que ingresan para dirigirse a Piedecuesta.	6 personas/hora

Al analizar las Tablas 1 y 2 se observa que existe un mayor flujo de personas que vienen y se dirigen hacia Bucaramanga, aunque también existe un flujo importante de personas que se dirigen desde Piedecuesta a la Universidad, ocasionando congestiones en el sistema.

Se logró analizar y concluir el promedio de buses que pasan por cada ruta, obteniendo en el Norte un promedio de 9 buses/hora y en el Sur un promedio de 8 buses/hora.

El resultado del modelo de simulación arrojó un tiempo promedio de colas, en el punto central y por el que se realizó la investigación (la universidad) de 4,048 minutos. El tiempo de servicio promedio en los recorridos es de 5,588 minutos.

Conclusiones

La simulación es una herramienta muy útil para analizar sistemas y poder observar todas las variables que lo influyen como un todo, con el fin de obtener resultados para la toma de decisiones.

El modelo de simulación realizado al sistema de transporte masivo “Metrolínea” permite observar como la cantidad promedio de usuarios, duraciones y tiempo entre rutas, además de número de buses de “Metrolínea” por día, influyen en el sistema ocasionando retrasos y congestiones.

Se tomó como punto central la Universidad Pontificia Bolivariana con dos sentidos Norte (Vía Universidad-Bucaramanga) y Sur (Vía Universidad-Piedecuesta), donde se pudo establecer el promedio de personas que utilizan el sistema de transporte y de tiempo, tanto de servicio como de espera, pero este último presenta fluctuaciones debido a variaciones en el tiempo entre buses, ocasionando que algunos tiempos de espera sean mayores que otros.

El sistema de transporte masivo “Metrolínea” presenta diversas ineficiencias en el servicio que presta en la parada de la Universidad Pontificia Bolivariana seccional Bucaramanga, por lo que los usuarios se muestran inconformes con este, siendo “las demoras en el servicio” la razón más común, debido a fluctuaciones en los tiempos de espera, teniendo un tiempo promedio de 4,048 minutos, siendo el “Metrolínea” el único medio de transporte disponible para la mayoría de usuarios encuestados. Es por esto que se deduce que el mayor problema del sistema “Metrolínea” está en el tiempo de espera, debido a sus variaciones y no en el tiempo de servicio, pues este tiene una tendencia más constante con un promedio de 5,588 minutos.

Referencias

1. Azarang, M. y García, E. (2015). *Simulación y análisis de modelos estocásticos*. Recuperado de: <http://www.unamerida.com/archivospdf/337%20Lectura6.3.1.pdf>
2. Eurnekian, M. (2009). *Parte de un modelo*. Recuperado de: http://www.ub.edu.ar/investigaciones/tesinas/282_Eurnekian.pdf

3. Garduño, F. (2015). *Teoría de colas o líneas de espera*. Recuperado de: http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lem/garduno_a_f/capitulo2.pdf
4. Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones. (2010). *Sistema de Transporte Público Masivo Integrado (BRT)*. (p. 6). Recuperado de: <http://www.mopc.gov.py/userfiles/files/brt-bid.pdf>
5. Nevó, M. (2004). *Sistema Integrado de Transporte Masivo (SITM) en Cali*. Recuperado de: <http://www.iadb.org/es/proyectos/project-information-page,1303.html?id=co-l1001>
6. Pardo, C.F. (2009). *Los cambios en los sistemas integrados de transporte masivo en las principales ciudades de América Latina*. Recuperado de: http://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/3641/S2009308_es.pdf?sequence=1
7. Taha, H. (2011-2012). *Tipos de Simulación*. (p. 652). Recuperado de: <https://jrvargas.files.wordpress.com/2009/01/investigacic3b3n-de-operaciones-9na-edicic3b3n-hamdy-a-taha-fl.pdf>
8. Universidad del Valle de Puebla (2015). *Software Simulación*. Recuperado de: <http://es.slideshare.net/fhergglez/software-simulacion>
9. Universidad Nacional Abierta y a Distancia (2015). *Definiciones de Simulación*. Recuperado de: http://datateca.unad.edu.co/contenidos/299310/Material_didactico_eXe/41_definiciones_de_simulacin.html



Estimación de la pobreza monetaria en Colombia del 2008 al 2012 a través de las metodologías implementadas por el DANE

Yennifer Paola Clavijo Suárez

Estudiante de Ingeniería Industrial.

Leidy Daniela Pedroza Cuervo

Estudiante de Ingeniería Industrial.

Néstor Javier Prada Beltrán

Estudiante de Ingeniería Industrial.

Laura Marcela Sepúlveda Llanes

Estudiante de Ingeniería Industrial.

Marianela Luzardo Briceño

Profesora asociada, Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga, Colombia.

Doctora en Estadística, MSc. en Estadística y Lic. En Estadística de la Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela. Investigadora asociada, Colciencias, 2014.

e-mail:marianela.luzardo@upb.edu.co

Edwin Dugarte Peña

Profesor asociado, Universidad Pontificia Bolivariana, Bucaramanga, Colombia.

MSc. en Estadística de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

Universidad Pontificia Bolivariana, km. 7 vía Piedecuesta, Bucaramanga, Colombia.

Resumen

El artículo expone el desarrollo de una investigación acerca de la estimación de los Índices de Pobreza Monetaria en Colombia entre los años 2008 al 2012, a través de las metodologías implementadas por el Departamento Administrativo Nacional Estadístico, denominadas Encuesta Continua de Hogares y Gran Encuesta Integrada de Hogares; de manera que se compararon e identificaron las diferencias significativas entre los índices pertenecientes a los dominios Nacional, Cabecera y Resto, en los cuales se segmenta Colombia. Para el proceso de la investigación se hizo uso de las pruebas de proporción mediante la herramienta Excel y se analizó por medio del estadístico de prueba la diferencia significativa de las dos metodologías. La investigación permitió obtener una diferencia significativa con la que se logró indicar que mediante la aplicación de la Gran Encuesta Integrada de Hogares los Índices de Pobreza Monetaria disminuyen, lo que lleva a concluir que existieron cambios en la ejecución de esta encuesta.

Palabras clave

Dominio, Encuesta Continua de Hogares, Gran Encuesta Integrada de Hogares, Línea de Pobreza, Pobreza Monetaria.

Abstract

This paper exposes the development of an investigation about the estimation of the indexes of monetary poverty in Colombia between the years 2008 at 2012, through the methodologies implemented by the National Administrative Statistics Department, denominated Continuous Household Survey and Great Integrated Household Survey; of manner that are compared and identified the Significant differences between the indexes belonging the National domains, Cabecera and Rest on which segment Colombia. To the Process of the research was made use of the proportion testing through the Excel tool and was analyzed through the test statistic the difference significant of the two methodologies. The investigation allowed get a significant difference with that was achieved indicate that through application of

the Great Integrated Household Survey the Poverty Monetary Indexes decrease, it carrying to conclude that existed changes in execution of this survey.

Keywords

Domain, Continuous Household Survey, Great Integrated Household Survey, Poverty Line, Monetary Poverty.

Introducción

Colombia a partir del siglo XIX y principios del siglo XX comienza a adquirir un tipo de concepción basado en la pobreza, debido a la repartición de bienes que exigía la Iglesia en aquella época; generando así, que las personas tuvieran una necesidad y escasez de recursos esenciales para la sustentación diaria. A su vez, el surgimiento de esta dio origen a una crisis nacional, causando enfrentamientos entre movimientos políticos (Ramírez & Rodríguez, 2002).

Siendo la pobreza una problemática social de gran importancia en nuestro país se ha adquirido la implementación de la Encuesta Continua de Hogares (ECH) y la Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH), para la medición de los Índices de Pobreza Monetaria.

La presente investigación tiene como objetivo la estimación de diferencias significativas en los Índices de Pobreza Monetaria de las dos metodologías adoptadas por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) en los años 2008 al 2012, por lo tanto, la investigación se encuentra centrada en un diseño metodológico cuantitativo de tipo no experimental transeccional comparativo.

En el desarrollo de la investigación se pretendió hacer uso de los datos pertenecientes a los Índices de Pobreza Monetaria recolectados por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE).

Marco teórico

Para lograr una relación mutua entre los conceptos de la investigación con la teoría tomada como referencia fue de vital importancia la adecuada revisión bibliográfica y el buen manejo de la información, con el fin de poder explicar la realidad del problema.

Según Herrera (2010), la pobreza monetaria es la “insuficiencia de recursos monetarios para adquirir una canasta de consumo mínima aceptable socialmente” (pág. 10).

Así mismo, según Feres y Mancero (2001a), para establecer si una persona está en condición de pobreza se pueden utilizar dos métodos que pueden generar clasificaciones de pobreza que no son necesariamente compatibles, tales como:

- En el método directo aquella persona que cuenta con recursos suficientes para satisfacer sus necesidades podría ser pobre (Feres & Mancero, 2001b).
- El método indirecto, evalúa el bienestar de la persona a través de la capacidad para realizar su consumo, este se caracteriza por utilizar líneas de pobreza, las cuales establecen el ingreso o gasto mínimo que permite mantener un nivel de vida adecuado, según ciertos estándares elegidos. Por esta razón, se considera pobre a aquella persona con un ingreso menor a la línea de pobreza (Feres & Mancero, 2001b).

Dentro del método indirecto se puede encontrar dos enfoques, los cuales son:

- El enfoque objetivo, el cual se centra en la determinación de una línea de pobreza o umbral mínimo, que puede ser respecto al consumo calórico o al costo de las necesidades básicas.
- El enfoque subjetivo, que hace énfasis al “ingreso mínimo que las familias estiman necesario para satisfacer sus necesidades básicas” (CEPAL, 2012); (Herrera, Razafindrakoto, & Roubaud, 2003).

El Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) adopta dos metodologías para el estudio de la pobreza monetaria.

- La Encuesta Continua de Hogares (ECH) es una investigación, como su nombre lo indica, continua por muestreo que ofrece información anualmente sobre las características demográficas básicas de la población, de los hogares que componen y de las viviendas que habitan (INE, 2014).
- La Gran Encuesta Integrada de Hogares (GEIH) es la que actualmente se está aplicando en Colombia, esta se introdujo en el año 2006 como una mejora de la Encuesta Continua de Hogares (ECH), para proporcionar información coherente y funcional, enfocada en la fuerza de trabajo e indicadores de mercado laboral, variables sociodemográficas, características de la población, empleo, desempleo e inactividad, obteniendo así, una gran cantidad de información sobre un mismo hogar que ayuda a las entidades y gobiernos en la toma de decisiones.

Debido al cambio metodológico se realizó un empalme en relación a la transición de la metodología de la Encuesta Continua a la Encuesta Integrada; con el fin de ejecutar una debida comparación entre los indicadores en el segundo semestre del año 2006. El desarrollo del empalme se dividió en dos fases:

- La primera fase está relacionada con las cifras de empleo, pobreza y desigualdad.
- La segunda se relaciona con la construcción de nuevas líneas de pobreza. Esta sirve de guía para la realización de esta investigación, la cual se centra en proporcionar información acerca del tema central a desarrollar. (DNP & DANE, 2012).

En 1990 se llevó a cabo la planeación entre los estados miembros de las Naciones Unidas dentro de los cuales se encuentra Colombia, para el desarrollo de programas enfocados a cumplir con los objetivos del milenio, dentro de los que se encuentra erradicar la pobreza extrema y el hambre para el 2015. Una de las iniciativas planteadas, para lograr este objetivo, se basó en el impulso de las empresas para la inclusión de las personas con bajos recursos económicos.

Actualmente, en Colombia se está trabajando con mejoras continuas para combatir la pobreza, siendo esta una problemática social que ha afectado el desarrollo y la calidad de vida de las personas que se encuentren en esta situación.

Materiales y métodos

Para alcanzar los objetivos propuestos fue esencial identificar aspectos dentro del contexto en el que se desarrolla la investigación.

Diseño

La investigación es de tipo no experimental transeccional comparativo, debido a que se centra en analizar las estimaciones de los Índices de Pobreza Monetaria, empleando cada una de las dos metodologías: Encuesta Continua de Hogares y Gran Encuesta Integrada de Hogares, utilizadas por el DANE.

Población

En la investigación la población analizada correspondió al tamaño de muestra de los hogares que participaron en las encuestas (ECH y GEIH) para un total de 10.570.899 hogares. (DANE, 2010)

Entorno

La investigación se encuentra centrada en cada uno de los dominios en los cuales se encuentra dividido Colombia referente a Nacional, Cabecera y Resto.

Procedimiento y Análisis Estadístico

Para el desarrollo de las estimaciones sobre los Índices de Pobreza Monetaria se establecieron las siguientes hipótesis:

- H_0 : no existen diferencias significativas en las estimaciones de los Índices de Pobreza Monetaria de los hogares colombianos, proporcionadas por el DANE según las metodologías, anterior y nueva, durante los años 2008 a 2012.
- H_1 : existen diferencias significativas en las estimaciones de los Índices Pobreza Monetaria de los hogares colombianos, proporcionadas por el DANE según las metodologías, anterior y nueva, durante los años 2008 a 2012.

$$\begin{aligned} H_0: \pi_1 &= \pi_2 \\ H_1: \pi_1 &\neq \pi_2 \end{aligned} \quad (1)$$

Se utilizaron los Índices de Pobreza Monetaria con su respectivo tamaño de muestra de hogares para cada dominio.

El valor de significancia α que se estableció fue de 0,01% y el nivel de confianza $(1-\alpha)$ es de 99%.

Se hizo uso del estadístico de prueba Z , que permitió decidir si se rechaza o no la hipótesis nula.

$$z = \frac{p_1 - p_2}{\sqrt{\frac{p_c(1-p_c)}{n_1} + \frac{p_c(1-p_c)}{n_2}}} \quad (2)$$

Para el estadístico de prueba Z se hizo uso de la Proporción Combinada (P_c), la cual establece la relación de éxitos con el tamaño de la muestra.

$$P_c = \frac{X_1 + X_2}{n_1 + n_2} \quad (3)$$

donde:

p_1 = Proporción del Índice de Pobreza Monetaria para cada año según la Anterior Metodología.

p_2 = Proporción del Índice de Pobreza Monetaria para cada año según la Nueva Metodología.

n_1 = Tamaño de la muestra para cada año de acuerdo a la Anterior Metodología.

n_2 = Tamaño de la muestra para cada año de acuerdo a la Nueva Metodología.

X_1 = Número de éxitos en las muestras respectivas a la Anterior Metodología.

X_2 = Número de éxitos en las muestras respectivas a la Nueva Metodología.

Resultados y análisis

Los resultados de la investigación para los dominios Nacional, Cabecera y Resto, respectivamente, con base a los datos tomados referentes a las dos metodologías (ECH y GEIH) comparadas por medio de los Índices de Pobreza Monetaria en Colombia durante los años 2008 al 2012.

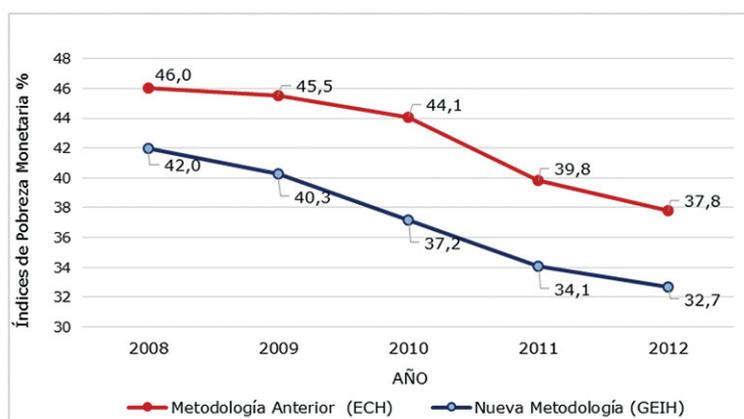


Figura 1. Comparación de los Índices de Pobreza Monetaria Dominio Nacional.

En la Figura 1, correspondiente al Dominio Nacional, se evidencia que los índices de pobreza, estimados de acuerdo a la Nueva Metodología (GEIH), son menores a los estimados con la Anterior Metodología (ECH). En el año 2008 la reducción correspondió a (4) puntos porcentuales al pasar del 46% al 42%. Para el año 2009 el Índice de Pobreza Monetaria según la Anterior Metodología se encontró en 45,50% reduciéndose 5,2 puntos porcentuales, según la Nueva Metodología hasta llegar a 40,30%.

En el año 2010 disminuyó en 6,9 puntos porcentuales. Igualmente, para los años 2011 y 2012 presentó una reducción de 5,7 y 5,1 puntos porcentuales, respectivamente. El promedio de reducción observada fue de 5,38 puntos porcentuales para este dominio.

Los años 2009 y el 2010 presentaron la mayor reducción de puntos porcentuales, aunque el menor índice de pobreza se presentó en el año 2012 con un 32,70%.

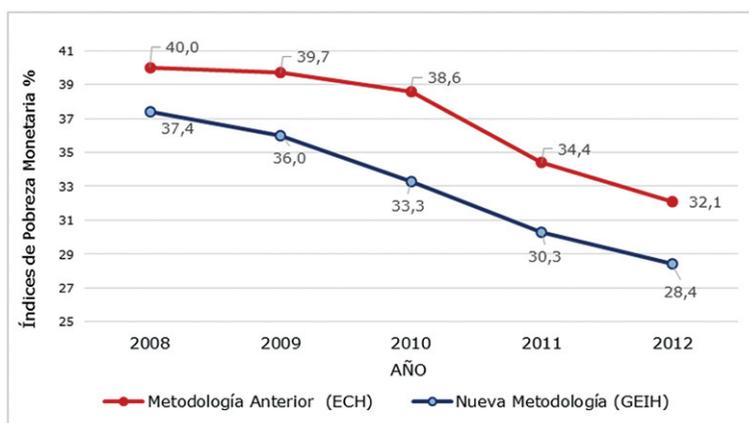


Figura 2. Comparación de los Índices de Pobreza Monetaria Dominio Cabecera.

En la Figura 2 se evidencia que en el Dominio Cabecera los Índices de Pobreza Monetaria se reducen para la Nueva Metodología (GEIH) en comparación con la Anterior Metodología (ECH). En los años 2008 al 2012 la reducción correspondiente en puntos porcentuales fue de 2,6; 3,7; 5,3; 4,1 y 3,7, respectivamente. El promedio de reducción fue de 3,88 puntos porcentuales para este dominio, siendo los años de mayor reducción el 2010 y 2011; igualmente, que en el Dominio Nacional (Ver figura 3).

En la Figura 3, perteneciente al Dominio Resto, se puede observar que los índices de pobreza son mayores que los registrados en el Dominio Nacional y en Cabecera, respectivamente. Igualmente, se observó que los índices de pobreza para cada uno de los años y de acuerdo a la Anterior Metodología (ECH) son mayores en comparación con la Nueva Metodología (GEIH). Para el año 2008 fue de 8,1 puntos porcentuales, pasando del 64,7% al 56,6%. En el año 2009 disminuyó 9,9 puntos porcentuales. En el 2010 disminuyó 12,1 puntos porcentuales. Entre los años 2011 y 2012 la diferencia en la reducción fue de 11,4 y 9,8 puntos porcentuales, respectivamente. El promedio de reducción fue de 10,26 puntos porcentuales para este dominio, al igual que el Dominio Nacional y Cabecera, el año con mayor reducción fue el 2010 (Ver tabla 1).

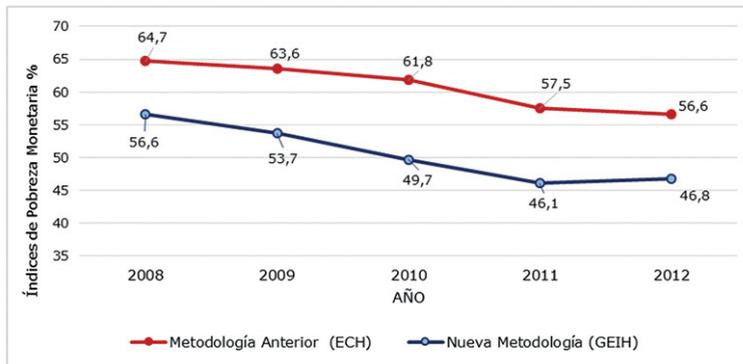


Figura 3. Comparación de los Índices de Pobreza Monetaria Dominio Resto.

Tabla 1. Error de estimación según la comparación de las metodologías (%).

Año	Nacional	Cabecera	Resto
2008	38,35	39,55	122,86
2009	38,28	39,60	119,32
2010	37,52	38,74	117,53
2011	36,47	37,41	118,28
2012	36,34	36,90	118,54

El error de estimación se muestra en el cuadro 1, el cual indica la existencia de una alta precisión en las estimaciones, ya que los valores de los errores observados son muy pequeños. Estos presentan variaciones entre los dominios, dentro del cual el más alto se encuentra en el Dominio Resto comparado con los otros dos dominios. Tanto el Dominio Nacional como Cabecera tienen similares valores del error de estimación. Esto podría explicarse debido a que los tamaños de muestras correspondientes al Dominio Resto son más pequeños en relación con los otros dos dominios.

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos, tanto en los intervalos de confianza como en las pruebas de hipótesis para las diferencias de proporciones aplicadas a cada uno

de los años y dominios, se concluye que la hipótesis (H_0) se rechaza debido a que se encuentran diferencias significativas en los Índices de Pobreza Monetaria correspondientes, estimados por las dos metodologías. Dichos resultados permiten inferir que es acertada la Nueva Metodología adoptada por el DANE para la estimación de los Índices de Pobreza Monetaria en Colombia. Sin embargo, si se quiere mejorar la precisión de la estimación para el Dominio Resto, es necesario aumentar los tamaños de muestras. Estas diferencias pueden haberse dado por los cambios adoptados, dentro de los cuales los de mayor relevancia fueron: la corrección de la variable ingreso (la cual introducía sesgos no controlados), y la construcción de las líneas de pobreza, en las que el deflactor espacial de precios se aplica al gasto corriente de cada hogar dependiendo de su dominio.

Las estimaciones de pobreza nos permiten concluir que existe un porcentaje significativo de diferencia en los Índices de Pobreza Monetaria de los años 2008 al 2012, debido a que cada uno de los estimadores correspondientes se encuentran fuera de los límites hallados para cada año trabajado, por el número de muestra de hogares trabajados y la diferencia de puntos porcentuales que se tiene.

También, se puede extraer de la investigación que el DANE está continuamente revisando y actualizando la metodología de las encuestas utilizadas para producir la información requerida para estimar los Índices de Pobreza Monetaria. Lo cual denota que esta entidad está comprometida en proporcionar información veraz y suficiente, lo cual permite que se lleven a cabo estudios de gran importancia para el país, como es el tema de la pobreza.

De acuerdo a la Nueva Metodología (GEIH) implementada, se evidencia que para el año 2012 se logró la meta del Plan Nacional de Desarrollo, de reducir la pobreza en cada uno de los dominios (Total, Cabecera y Resto). Esto indica que Colombia está orientada hacia el cumplimiento de los objetivos del milenio, en especial, el de reducir la pobreza a la mitad.

El presente trabajo de investigación acerca de la estimación de los Índices de Pobreza Monetaria, tiene diversas aplicaciones. Una de ellas es en el campo de la economía, debido a que se precisa el enfoque del estado actual y desarrollo de la Pobreza Monetaria en Colombia. Adicionalmente, puede servir a los gobiernos como un referente para la creación de alternativas de mejora y para gestionar proyectos en búsqueda de la reducción de esta problemática social presenciada en cualquier país, puesto que la lucha contra la Pobreza Monetaria es una responsabilidad común a todos.

Agradecimientos

A la asesora científica, Marianela Luzardo-Briceño, por el tiempo compartido y por impulsar el desarrollo de este proyecto con sus conocimientos sobre el tema.

Al asesor metodológico, Edwin Dugarte, por sus ilustres aportes a la enseñanza de la investigación y a su excelente orientación de este proyecto.

Referencias

1. Cepal. (2012). Recuperado de: http://www.cepal.org/deype/noticias/noticias/8/46748/JCFeres_CEPAL_MarcoConcept_Metodologia.pdf
2. DANE. (2010). Recuperado de: http://www.dane.gov.co/files/censo2005/PERFIL_PDF_CG2005/00000T7T000.PDF
3. DNP & DANE. (2012). Recuperado de: https://www.dane.gov.co/files/noticias/Pobreza_nuevametodologia.pdf
4. Feres, & Mancero. (2001). Recuperado de: <http://dds.cepal.org/infancia/guia-para-estimar-la-pobreza-infantil/bibliografia/capituloI/Feres%20Juan%20Carlos%20y%20Xavier%20Mancero%20%282001a%29%20Enfoques%20para%20la%20medicion%20de%20la%20pobreza.pdf>
5. Feres, J., & Mancero, X. (2001). Recuperado de:
6. Herrera, J. (2010). Recuperado de: <http://www.cepal.org/colombia/noticias/documentosdetrabajo/1/40511/Javier-Herrera-GES.pdf>
7. Herrera, J., Razafindrakoto, M., & Roubaud, F. (2003). *De la pobreza monetaria a los nuevos enfoques de la pobreza: Un análisis comparativo de la apreciación subjetiva del bienestar Perú-Madagascar*. Recuperado de: www.dial.ird.fr/content/download/88555/675448/.../Razaf16octppt.pdf
8. INE. (2014). *Encuesta continua de hogares Año 2013. Datos provisionales*. Recuperado de: <http://www.ine.es/prensa/np837.pdf>
9. Ramírez, C., & Rodríguez, J. (2002). *Pobreza en Colombia: tipos de medición y evolución de de políticas entre los años 1950 y 2000*. Recuperado de: http://www.icesi.edu.co/revistas/index.php/estudios_gerenciales/article/view/96/html

Aspectos económicos, ambientales y sociales que caracterizan la cadena de abastecimiento porcícola en Santander

Iván David Sará Arévalo

Estudiante de Ingeniería Industrial,
ivan.sara.2013@upb.edu.co

María Fernanda Serrano Mora

Estudiante de Ingeniería Industrial,
maria.serranom@upb.edu.co

Silvia Juliana Gómez Silva

Estudiante de Ingeniería Industrial,
silvia.gomezs@upb.edu.co

Ana Marlen Buitrago González

Estudiante de Ingeniería Industrial,
ana.buitragog@upb.edu.co

Juan David Silva Ortiz

Estudiante de Ingeniería Industrial,
juan.silvao@upb.edu.co

María Teresa Castañeda Galvis

Ingeniera industrial, máster en Administración, candidata a Doctora en Administración de la Universidad Nacional del Rosario (Argentina). Profesora asociada, autora al que se dirige la correspondencia
maria.castaneda@upb.edu.co

Nelson Enrique Moreno Gómez

Ingeniero industrial. Magíster en Administración de Empresas de la Universidad Viña del Mar (Chile). Profesor asociado,
nelson.moreno@upb.edu.co

Universidad Pontificia Bolivariana, km. 7 vía Piedecuesta, Bucaramanga, Colombia.

Resumen

El presente artículo caracteriza cada uno de los eslabones de la cadena de abastecimiento del sector porcícola en el departamento de Santander, así como la sostenibilidad en los aspectos económico, ambiental y social. Para la cadena de abastecimiento se definieron los eslabones: proveedores, transformación, distribución y a partir de esto se recopiló y registró la información más relevante encontrada sobre cada uno de estos aspectos con el fin de entender la importancia que tienen dentro de la misma y cómo se ven relacionados con el concepto de sostenibilidad. El diseño de la investigación fue de tipo descriptivo; como resultado se obtuvo una síntesis de la información más relevante encontrada en las distintas fuentes de información.

Palabras clave

Cadena de abastecimiento, sector porcícola, sostenibilidad.

Abstract

This article discusses each of the links of the supply chain of the pig sector in the Department of Santander and its sustainability in the economic, environmental and social aspects. For the supply chain three links were defined: suppliers, transformation and distribution and the most relevant information about each one of these aspects was collected and registered with the purpose of understanding the importance these aspects have within the supply chain and how they relate with the concept of sustainability. The research design is descriptive and resulted in a synthesis of the most relevant information obtained from the different information sources.

Key words

Supply chain, pig sector, sustainability.

Introducción

La porcicultura está constituida por todas aquellas actividades de producción de pie de cría, y producción comercial de lechones y cerdos para el abastecimiento del mercado, a pesar de ser una de las actividades más antiguas de producción animal, actualmente se encuentra constituida como la principal fuente de proteína de origen animal. En Colombia la carne de cerdo ha tenido un crecimiento del 7,5% en toneladas producidas y un 10,3% en el consumo (Rámirez, 2008).

En el departamento de Santander la producción de cerdo no es tecnificada, lo cual minimiza las potencialidades en lo referente a la porcicultura, razón por la cual en los últimos años se ha presentado una baja tendencia a incrementar las inversiones en el sector, influyendo en la escasa implementación de nuevos sistemas de producción lo cual hace necesario determinar en qué proporción esto ha incidido en el crecimiento o decrecimiento del sector, a diferencia de otros departamentos como Antioquia, donde se consume tres veces más carne de cerdo que el promedio de los habitantes del resto del país.

Lo anterior se convierte en un estímulo para desarrollar el presente estudio descriptivo, el cual se lleva a cabo a través de la revisión bibliográfica de 241 artículos provenientes de fuentes como el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Fondo Nacional de Porcicultura (FNP), Asociación Colombiana de Porcicultores (ACP), *Food and Agriculture Organization* (FAO), DANE, entre otros y cuatro entrevistas a expertos, con el propósito de conocer el nivel de comprensión que se tiene sobre la cadena de abastecimiento del sector porcícola para el departamento de Santander en términos de sostenibilidad.

Se encuentra que la cadena de abastecimiento del sector porcícola en Santander presenta elementos similares a una cadena de abastecimiento generalizada, esta debe estar regulada y controlada por distintas agrupaciones y organizaciones que aseguren el buen manejo de los productos y las buenas prácticas pecuarias, es por eso que el ICA y la Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica) buscan reducir el número de granjas de traspatio, por medio de iniciativas que fomentan la tecnificación por parte de los pequeños porcicultores. Estas también van encaminadas a que el porcicultor logre tener un reconocimiento de él mismo como productor y reconozca su trabajo como parte importante de la cadena.

Materiales y métodos

Se realizó una investigación de alcance y tipo descriptivo, en la cual para la recolección del material bibliográfico se consultó en bases de datos especializadas como EBSCO, Springer Link y Science Direct, en idioma español e inglés. A su vez se realizaron entrevistas con expertos en el tema que se desempeñan en el área de investigación avícola y porcina, producción porcícola y nutrición de animales monogástricos.

Además, se revisaron publicaciones realizadas por las autoridades en el tema, como el Fondo Nacional de Porcicultura (FNP), el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), el Instituto Colombiano Agropecuario (ICA), Siembra y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y Agricultura (FAO, por sus siglas en inglés). Dada la naturaleza de la unidad de observación se decidió utilizar como metodología estadística el muestreo no probabilístico por conveniencia. Se hizo uso de dos variables: caracterización de la cadena de abastecimiento del sector porcícola en el departamento de Santander y sostenibilidad. De manera simultánea a la revisión bibliográfica se recopiló la mayor información posible y pertinente sobre el tema a través de fichas bibliográficas, estas permitieron el registro e identificación de las fuentes de información y la evidencia de la misma.

Resultados

La cadena de abastecimiento del sector porcícola en Santander muestra elementos similares a una cadena de abastecimiento cualquiera. Se tienen en primera instancia los proveedores de suministros, los cuales se dividen en grupos tales como: suministro de alimentos, de genética y de medicinas o vacunas. Según el ICA (2013), algunas de las empresas vigentes en Santander, productoras de alimentos para animales y sales registradas como comercializadoras de concentrado para el sector porcícola, son Itacol, Espartaco, Aliar y Nutrimax (pp.1-23).

Estas se caracterizan por tener un programa de nutrición específico para el tipo de planta, ya sea tecnificada o no tecnificada, donde se satisfacen las necesidades de los cerdos en sus diferentes etapas productivas. Dentro de estas la primera es la

iniciación, pasando por el levante, engorde corriente, gestación y, la última, la lactancia o el engorde finalizador, dependiendo del plan que se tenga con el lote de cerdos. En dicho programa de nutrición se involucra el manejo de cultivos de maíz y soya, planta de semillas, planta de almacenamiento, secamiento y concentrados, entre otros, aparte de la producción de insumos y alimentos también se ofrecen servicios de comercialización y distribución de estos, de medicamentos y vacunas (Italcol, *s.f.*, párr.1; Espartaco, 2015, párr. 4; Aliar, 2012, párr. 2; Nutrimax, *s.f.*, párr. 6).

En cuanto a los proveedores de genética, en Santander no se encuentra uno propio de la región, esto se da a causa de que la importación de dichos insumos se hace de multinacionales con presencia en países como Canadá, de donde se importan de a 15-20 hembras, o en el caso de los machos se importa el semen congelado para la inseminación artificial. Este es pedido por catálogo para facilitar la muestra al cliente y para esto, se hace necesario tener claro que cruces genéticos se desean hacer, acorde a la finalidad del poricultor (L. S. Cortes, Comunicación Personal, 23 de octubre de 2015).

Según el Censo Pecuario Nacional, realizado por el ICA (2015, p. 1), Santander cuenta con un inventario actual de 74.680 porcinos, de los cuales 13.051 son producidos bajo un sistema tecnificado y 61.619 corresponden a cerdos de traspatio. A su vez, se encuentra que el número total de predios y granjas porcícolas en Santander es de 2.699, donde 25 son tecnificadas y 2.674 predios de traspatio. Los principales productores porcícolas en la región se encuentran en los municipios de Lebrija, Piedecuesta, Girón, Rionegro, Bucaramanga y Socorro.

Dentro de los 4.610.453 animales correspondientes al total de la población porcina nacional, que se encuentran distribuidos en 201.098 predios (ICA, 2015, p. 1), las razas encontradas corresponden, en su mayoría, a introducidas, a saber: Duroc, Pietrain, Landrace y Yorkshire. De las criollas se reconocen: el Zungo de la Costa Atlántica, el Casco de Mula de los Llanos Orientales y el Sanpedreño de Antioquia y de Viejo Caldas, la población de los cerdos criollos es desconocida, salvo los que se encuentran en los bancos de germoplasma. Estas razas, sin embargo, se encuentran en riesgo de extinción (Martínez, 2010, p.46).

Por su parte, Santander cuenta con el cerdo criollo Congo Santandereano (*Sus scrofa* doméstica), que es una raza resistente a enfermedades y mansa, de gran importancia genética, dada su rusticidad y adaptación a condiciones medioambientales

adversas propias de comunidades rurales. Pese esto, su uso principal se limita a la alimentación: por consumo de su carne de manera directa, en conserva y en la preparación de diferentes platos típicos de la región, a manera de producción, este tipo de cerdo no es utilizado debido al alto contenido de grasa que presenta frente a otras razas. Además, necesita de un mayor tiempo para ser producido. (Albarracín, 2014, pp. 28, 149, 153).

Comercialmente, en el departamento se manejan razas para la producción de producto terminal (el utilizado para consumo) y las razas que son para cría. Las razas de producción terminal son la Mukota, las P.I.C, las Topigs y la Hampshire, mientras que las de cría son la Landrace y la Large White (L. S. Cortes, comunicación personal, 23 de octubre, 2015).

Cabe resaltar que la cantidad de alimento necesaria para criar al animal varía en función del tipo de alimentación que se le pretenda dar al mismo: si se busca que el animal sea producido y vendido lo más rápido posible, este es alimentado únicamente con concentrado a base de una fuente energética (maíz blanco y maíz amarillo) junto con una fuente proteínica (soya) (Martín, comunicación personal, 15 de octubre, 2015), y requiere una cantidad aproximada de 230 kg de dicho concentrado desde el destete hasta que está listo para el sacrificio, lo cual toma cerca de cinco meses.

Algunas fincas en Santander utilizan dietas alternativas para la alimentación, una de estas es conocida como alimentación húmeda y consiste en suministrar al animal una mezcla de concentrado y residuos de la producción de licor. Esto logra disminuir costos en cuanto a alimentación pero tiene como resultado un aumento del tiempo necesario para su crianza.

En el transporte de animales en pie dentro de la región se encuentra que existe intervención de múltiples intermediarios, quienes son los que compran directamente los cerdos en las granjas de producción y se encargan de transportarlo. En ocasiones el intermediario no solo se encarga de comprar directamente los cerdos, sino que también los transporta hasta la planta de beneficio y de ahí se los vende a un segundo intermediario, quien se encarga de distribuirlos (L. S. Cortes, comunicación personal, 23 de octubre, 2015).

Una vez el animal es transportado hasta la planta se procede con el sacrificio. Según Asoporcicultores (2013), Santander cuenta con 22 plantas de beneficio abiertas.

De estas una es privada, 12 son públicas y nueve son mixtas. Es importante resaltar que según el Plan de Racionalización de Plantas de Beneficio Animal (Prpba), solo dos de las 22 plantas abiertas fueron seleccionadas como regionales. Esta selección se encuentra ligada a las actualizaciones que se dan en las normas reguladoras de la operación de las plantas de beneficio en el país, la cual se ha venido dando desde la expedición del Decreto 1500 del año 2007 (p. 20-21). El servicio de desposte es ofrecido generalmente por las empresas que realizan el sacrificio del animal (L. S. Cortes, Comunicación Personal, 23 de octubre, 2015).

El comercio y la distribución mayorista de cerdo en Santander es una industria de mucha competencia, principalmente porque está en crecimiento, debido a que es muy atractiva y rentable. Es por esto que existe gran número de empresas participes en este tipo de comercio, dentro de estas se puede encontrar a Carnes Vijagual, Lechona Don Lucho, Carnes y Carnes, La Victoria y Carnecol (I. D. Celis, Comunicación Personal, 14 de octubre, 2015).

Actualmente, en Santander existen 58 empresas que se encargan de la distribución, de la carne de cerdo y otras, a los diferentes municipios, provincias, negocios intermediarios y demás (L. S. Cortes, Comunicación Personal, 23 de octubre, 2015).

El comercio minorista es aquel que se encarga directamente de entregar el producto al cliente o consumidor final (N. Ariza, Comunicación Personal, 14 de octubre, 2015), en Santander el comercio minorista se puede encontrar en las plazas de mercado, cárceles, almacenes de cadena y en las tiendas de los barrios (L. S. Cortes, Comunicación Personal, 23 de octubre, 2015).

Las empresas en Santander que se dedican a comercializar directamente con el cliente la carne de cerdo, por lo general, también ofrecen otro tipo de carnes, entre ellos se puede encontrar los restaurantes como La Victoria, Lechona Don Lucho, Mercagan, los cuales están en contacto directo con el cliente y son los encargados de la satisfacción del mismo con el producto recibido.

También se pueden encontrar las empresas que se encargan de entregar el producto crudo para ser cocinado en los hogares de los santandereanos, es decir, cadenas como el Éxito, Jumbo, las tiendas de barrio, Kikes, Carnes Vijagual. Es importante aclarar que en Santander el comercio minorista y mayorista de esta carne está muy relacionado, por eso es común encontrar restaurantes que están integrados hacia atrás

y tienen sus propios canales de distribución, tanto mayorista como minorista, un ejemplo de ello es Mercagan, diferente ocurre en otros departamentos del país como Antioquia, que por la demanda las empresas, por lo general, se dedican solo a una unidad estratégica de negocio, ya sea distribución mayorista o minorista (L.D. Celis, Comunicación Personal, 14 de octubre, 2015).

Por último, se tiene al consumidor final, como participante concluyente de la cadena de abastecimiento, que aunque desconoce todas las transformaciones y transportes por las cuales pasa el cerdo desde su nacimiento hasta que llega a la mesa, siempre se busca un producto de calidad que logre cautivarlo y fomentar la iniciativa para consumir más carne de cerdo (L.D. Celis, Comunicación Personal, 14 de octubre, 2015).

Sostenibilidad

En el contexto nacional, se encuentra Santander, departamento ubicado en la región Andina, el cual cuenta con una población estimada de 2.061.079 habitantes y para el 2020 se prevé alcanzará los 2.110.580 (Dane, 2005, p.1), con una distribución de superficie para el uso agrícola y pecuario de 219.936 y 1.824.810 hectáreas respectivamente (Dane, 2013, p.1), y un consolidado departamental de 5,3% en el PIB agropecuario del país (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2014, p.1).

Santander cuenta con el 6,29% de la población bovina nacional, el 23,83% aviar y el 1,61% porcina.

Sostenibilidad económica

Según el último reporte de cifras económicas publicado por el FNP en el 2015, Santander ocupa el noveno lugar en el ámbito nacional en beneficio porcino (número de cabezas), con un 1,0% de participación. Durante el periodo de enero a julio se registró el beneficio de 19.586 cabezas con una tasa de crecimiento negativa de -2,5%, respecto al mismo periodo en el 2014 (p.2).

En el año 2011, durante el primer semestre, la economía nacional se encontraba en crecimiento y el sector agropecuario obtuvo un buen desempeño registrando un crecimiento de 7,8%, el sector porcícola, a su vez, registró un crecimiento de 12,2%. Durante este periodo Santander se catalogó como uno de los focos de producción

porcícola formal con la tasa más alta de crecimiento (17.8%) registrada en los últimos seis años (FNP, 2011, pp.2-5).

Durante los meses de enero a junio, para el año 2012, el mercado nacional de carne de cerdo presentó un comportamiento similar al del mercado internacional, entraron en vigencia diferentes Tratados de Libre Comercio (TLC), principalmente con Canadá, Chile y Estados Unidos, además continuaba la revaluación del peso respecto al dólar, lo que fomentó la importación de productos y subproductos (13.029 toneladas), en especial carne de cerdo congelada (FNP, 2012, p4). Aunque la producción porcina nacional aumentó, para Santander esta tasa culminó a diciembre de 2012 en -4,3%, en su mayoría debido al incremento de animales provenientes de Venezuela de manera ilegal (Ver cuadro 7) (FNP, 2012, p.7).

Cuadro 1. Porcentaje de participación – producción porcina Nacional.

Periodo	Beneficio porcino (cabezas)		Tasa crecimiento Santander	Tasa crecimiento Nacional	Participación Nacional
	Año inicial	Año final			
2009-2010	11.416	13.080	14.6%	15.3%	1.2%
2010-2011	13.258	15T.617	17.8%	9.5%	1.3%
2011-2012	16.422	15.720	-4.3%	7.4%	1.1%
2012-2013	16.872	17.494	3.7%	3%	1.2%
2013-2014	18.289	16.520	-9.7%	1.3%	1.1%

Durante el primer semestre del 2014, el mercado internacional registró altos precios, debido a la propagación de la Diarrea Epidémica Porcina (PED), por temor del contagio de virus presentado en el 2014 y la falta de instalaciones para beneficio porcino. Se estima que la informalidad del sector en el país se disparó. Por ejemplo, en el departamento de Santander se tuvo un desempeño negativo de -9,7% en beneficio porcino (cabezas), comparado con el primer semestre del 2013, debido a la precaria acción efectiva en cuanto a inspección, vigilancia y control por parte de las autoridades (FNP, 2014, pp. 2, 10, 11).

En cuanto a la DEP en el 2015 el ICA recibió 158 notificaciones y confirmó la presencia de la enfermedad en cuatro departamentos, en los cuales no estaba incluido Santander (FNP, 2015, p. 13).

Sostenibilidad ambiental

Para la porcicultura, el sector vial es uno de los más vulnerables, frente a los fenómenos del cambio climático, y de los que menos presupuesto tiene para la mitigación del riesgo (9%), esto significa que si no existe un cambio de estrategia para mejorar el mantenimiento preventivo y correctivo, las pérdidas en futuros fenómenos climáticos serán mayores a las ya presentadas. Según datos de DesInventar (base de datos), Santander reporta un gran número de registros ante la afectación vial, agrupando en conjunto a otros departamentos, tales como: Antioquia, Valle del Cauca, Tolima, Boyacá y Cauca, el 50% del total de los eventos, cuya causa está asociada con deslizamientos (54%), inundaciones (30%), afectando así a más de 1.600 Km de infraestructura (Asoporcicultores, *s.f.* párr.1).

La Corporación Autónoma Regional Para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga (CDMB) hace seguimiento permanente a todas las granjas, dejando recomendaciones al respecto y de esta manera el poricultor ha creado conciencia del tema abarcando el impacto ambiental del sector. Debido a esto, una persona que se dedique a la producción porcina tiene previo conocimiento acerca del manejo ambiental (L. S. Cortés, comunicación personal, 23 de octubre, 2015).

Actualmente se manejan en el sentido amplio, biodigestores para poder aprovechar al máximo los residuos de los mismos, el departamento ha venido empleando las camas profundas. En relación al manejo de los residuos del animal, la parte sólida se manda a secado para ser posteriormente empacada para su pronto uso y la parte líquida se dirige a los biodigestores, a partir de este recurso se genera calefacción para las casas beneficiadas.

Tanto las lagunas de estabilización, los biodigestores, manejo del secado, como el mezclado con palmiste u otros subproductos que influyen positivamente en la alimentación de ganado (a baja escala) y el resto se sanitiza para que posteriormente se dirija a ser parte del abono, lo cual solo sucede en las granjas tecnificadas, debido a que las que no lo son únicamente alimentan con labasa (L. S. Cortés, comunicación personal, 23 de octubre, 2015).

Sostenibilidad social

El nivel de escolaridad en las granjas en Santander no es profundo, debido a la falta de plazas de estudio y el poco incentivo y apoyo del Gobierno, esto hace que el nivel de educación directamente en los principales eslabones de la cadena de abastecimiento porcícola en Santander sea mínimo (Cortes, Comunicación Personal, 23 de octubre de 2015). En las granjas de producción porcícola que no son tecnificadas, no se requiere de un título como tal sino de un nivel de aprendizaje y experiencia adquirido a través de los años, muchas veces de forma empírica, dicho conocimiento le permite al trabajador entrar a campos como la reproducción artificial, el manejo de granjas y demás (N. Ariza, Comunicación Personal, 22 de octubre de 2015).

Actualmente, Santander cuenta con estudios y grupos de investigación que analizan la sostenibilidad de la cadena porcícola en cuanto a calidad e inocuidad de insumos y productos, alimentación y nutrición, humana y animal, fisiología vegetal y nutrición, fisiología y reproducción animal, fortalecimiento de capacidades técnicas y funcionales, entre otros aspectos (Siembra, 2015). Dentro de estas unidades de investigación se encuentra el Grupo de Investigación en Ciencias Animales Universidad Cooperativa de Colombia, el Grupo de Investigación en reproducción animal - GIRA y el Grupo de Investigación en Producción en Ciencia Animal – Proca.

Según el Sncta (2015), el sector porcícola se apoya en diferentes organizaciones vigentes, de asistencia técnica rural, las cuales tienen una categoría de innovación Epsagro (Entidades Prestadoras del Servicio de Asistencia Técnica Directa Rural) como la Federación Nacional de Productores de Tabaco – Fedetabaco y la Asociación de Productores Agropecuarios del Oriente de Colombia – Agrooriental, (corporacionvida, *s.f*, Párr. 1).

Las empresas de concentrados de Santander realizan acuerdos con los poricultores, en los que se pactan capacitaciones, charlas de sanidad, de nutrición, de manejo, orientación en inseminación, entre otros temas, este tipo de convenios hace que el nivel de conocimiento dentro de las granjas aumente considerablemente y al ser puesto en práctica permita el aumento de la productividad y eficiencia de los procesos internos de las plantas (Cortes, Comunicación Personal, 23 de octubre de 2015).

El aumento en el consumo de carne de cerdo en Santander, la inversión interna del sector en el departamento y el número de granjas en el ámbito departamental son

el reflejo de la buena imagen que tiene el cerdo en los consumidores de la región (L. Cortés, Comunicación Personal, 23 de octubre de 2015).

Conclusiones

La cadena de abastecimiento porcícola en Santander, al estar en una industria atractiva y en crecimiento, es sostenible, sin embargo, algunos aspectos como el nivel de escolaridad, de producción y el tratamiento de desechos se deben mejorar para favorecer el uso de las buenas prácticas y seguir contribuyendo con la buena imagen que el cerdo se ha estado ganando a través de los años.

La cadena de abastecimiento del sector porcícola en Santander no cuenta con un sistema de seguimiento claro y fluido sobre los productos que se están trabajando, dentro de la cadena se encuentran los proveedores de insumos, la producción primaria, el beneficio animal, el comercio mayorista y minorista y el consumidor final. Estos eslabones se componen, a su vez, de elementos que permiten analizar la sostenibilidad de la cadena en el departamento y comparará, haciendo uso del instrumento y de los resultados, con otros departamentos, como Antioquia, y con otros países como Estados Unidos, Dinamarca, China y Europa.

A lo largo de los años se ha visto un crecimiento de esta industria en el departamento, esto se puede ver reflejado en el aumento del consumo per cápita y en el número de las importaciones, haciendo un análisis desde el punto de vista económico, se puede decir que la cadena es sostenible y que se debe fomentar la inversión en el sector, debido a que tendencias mundiales demuestran que la carne de cerdo cada vez gana más participación en el mercado. También se pudo ver una amenaza latente para el sector y es el de las tasas de cambio, Santander no está preparado para enfrentar las alzas y las fluctuaciones que tienen estas.

Analizando la relación entre los trabajadores de la cadena de abastecimiento con esta, se puede concluir que en Santander las personas desde pequeños ingresan a estas granjas y aprenden todo con el paso de los años, más no porque tengan una preparación profesional, aparte de ello en las universidades no se encuentran muchos programas que permitan dichos estudios.

El conocimiento del manejo de desechos en el sector porcícola en Santander es básico, haciendo necesario que los productores comprendan el ámbito ecológico actual y de esta manera se involucren en el mismo a través de programas de manejo ambiental. Por esta razón, el impacto en la cadena de abastecimiento del sector conlleva a aumentar notablemente los programas de manejo, tanto en el aspecto de salubridad como en el de desechos, debido a la contribución de estos.

Referencias

1. Albarracín, M. (2014). *La conservación del cerdo criollo congo santandereano (sus scrofa doméstica), recurso alimentario de sistemas tradicionales de producción campesina en Santander. Alternativas planteadas con actores locales, regionales y nacionales*. Recuperado de: <http://repository.javeriana.edu.co/bitstream/10554/12414/1/AlbarracinBalagueraMiguelAntonio2014.pdf>
2. Aliar. (2012). *¿Qué es Aliar?* Recuperado de: <http://www.aliar.com.co/WebAliar/site/Quienes.html>
3. Asoporcicultores. (2011). *Análisis de coyuntura del sector porcicultor, primer semestre 2011*. Recuperado de: <http://www.asoporcicultores.co/porcicultores/images/porcicultores/informes/2011/INFORME%20SEMESTRAL%20DE%202011.pdf>
4. Asoporcicultores. (2012). *Análisis de coyuntura del sector porcicultor, primer semestre 2012*. Recuperado de: <http://www.asoporcicultores.co/porcicultores/images/porcicultores/informes/2012/Informe%20Semestral%20de%202012.pdf>
5. Asoporcicultores. (2013). *Boletín económico del sector porcicultor*. Recuperado de: <http://asoporcicultores.co/porcicultores/images/porcicultores/informes/2013/Informe%20Economico%20Junio%20de%202013.pdf>
6. Asoporcicultores. (2015). *Boletín económico del sector porcicultor*. Recuperado de: http://www.asoporcicultores.co/porcicultores/images/porcicultores/informes/2015/Boletin%20Jul_2015.pdf
7. El tiempo. (2015). *Reapareció la peste porcina en Santander*. Recuperado de: <http://www.eltiempo.com/colombia/otras-ciudades/porcina-en-santander/16376373>
8. Espartaco. (2015). *Productos*. Recuperado de: <http://www.concentradosespartaco.com/productos/>

9. Fondo Nacional de Porcicultura. (2014). *Informe de los proyectos de inversión desarrollados durante el primer semestre del 2014*. Recuperado de: <http://asoporcicultores.co/porcicultores/images/porcicultores/quees/Informe2014.pdf>
10. Fondo Nacional de Porcicultura. (2015). *Situación sanitaria del sector porcícola en Colombia*. Recuperado de: <http://www.porcicol.org.co/porcicultores/images/porcicultores/revistas/Porcicultores%20203/files/assets/downloads/publication.pdf>
11. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2013). *Empresas Productoras de Alimentos para Animales y Sales con Registro vigente a 16 de septiembre de 2013*. Recuperado de: <http://www.ica.gov.co/Areas/Pecuaria/Servicios/Alimentos-para-Animales/Listados/2013/SEP-16-Empresas-Productoras-Alimentos-para-Animale.aspx>
12. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2015). *Censo Pecuario Nacional: Censo Porcino en Colombia*. Recuperado de: <http://www.ica.gov.co/getdoc/8232c0e5-be97-42bd-b07b-9cdbfb07fcac/Censos-2008.aspx>
13. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). (2015). *Censo Pecuario Nacional: Censo Porcino en Colombia*. Recuperado de: <http://www.ica.gov.co/getdoc/8232c0e5-be97-42bd-b07b-9cdbfb07fcac/Censos-2008.aspx>
14. Instituto Colombiano Agropecuario (ICA). *s.f. Programa de erradicación de la peste porcina clásica*. Recuperado de: <http://www.ica.gov.co/getdoc/32eea2aa-a6c5-4f47-b436-e917a1a28599/Programa-de-Eradicacion.aspx>
15. Itacol. *s.f. Porcicultura*. Recuperado de: http://www.italcol.com/?page_id=277
16. Martínez, G. (2010). *Plan Nacional de Acción para la Conservación, Mejoramiento y Utilización Sostenible de los Recursos Genéticos Animales de Colombia*. Bogotá, Colombia: Organización de la Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Recuperado de: <https://coin.fao.org/coin-static/cms/media/12/13346079520090/pna02-arreglado.pdf>

Análisis, modelizado y pronóstico de la serie de índices de precios al consumidor en Medellín 2010-2015

Tatiana Espinal Rodríguez

Estudiante de Ingeniería Administrativa

Autora al que se le dirige la correspondencia

E-mail: tatiana.espinal@upb.edu.co

Paula Andrea Giraldo Botero

Estudiante de Ingeniería Administrativa.

Natalia Peña Córdoba

Estudiante de Ingeniería Administrativa.

Laura Lotero

Ingeniera Industrial, M.Sc., Ph.D. en Ingeniería. Docente de la Facultad de Ingeniería Industrial de la UPB sede Medellín. Grupo de investigación de Sistema Aplicados a la Industria, Gisai.

Universidad Pontificia Bolivariana, sede Medellín.

Resumen

En este artículo se presenta un análisis de la serie del Índice de Precios al Consumidor (IPC) de la ciudad de Medellín, que estima la evolución del costo promedio de la canasta de bienes y servicios representativa del consumo final de los hogares. Se elige una muestra compuesta por 72 datos mensuales, desde enero de 2010 hasta diciembre de 2015, para desarrollar un pronóstico del trimestre posterior a través de un modelo Arima y comparar con un método de descomposición usando el filtro Holt-Winters. Partiendo de lo anterior, se elige el modelo Arima (0, 2, 1) como el más acertado para ajustar este tipo de series, dado que presenta bajos valores de error y coeficientes significativos, con un nivel de confianza del 95%.

Palabras clave

IPC, Arima, pronóstico, serie de tiempo, Holt-Winters.

Abstract

This paper presents an analysis of the Consumer Price Index (CPI) series of Medellin, which is an index that estimates the evolution of the average cost of the basket of products and services representative of final consumption of households. The sample consisted of 72 monthly data from January 2010 to December 2015, and then time series models such as ARIMA were compared to decomposition methods such as Holt Winters filter in order to forecast the subsequent 2016 quarter. Taking into account the above, the ARIMA(0,2,1) model is chosen as the most appropriate to model this kind of series, because it has low error values and significant coefficients at a confidence level of 95%, allowing to develop a forecast for the next three months that look like the real values of 2016.

Keywords

CPI, ARIMA, forecasting, time series, Holt-Winters.

Introducción

El Índice del Precio al Consumidor (IPC) se establece como un instrumento estadístico que a partir de la información recolectada por el Departamento Administrativo Nacional de Estadística – DANE, valora la evolución del costo promedio de una canasta de bienes y servicios representativa del consumo final de los hogares, expresado en relación con un periodo base. (Banco de la República).

La importancia del IPC radica en su uso para el desarrollo de análisis de situaciones de carácter económico, empleadas para la toma de decisiones por parte del Gobierno y otros agentes privados, como ajustes salariales y poder adquisitivo de la moneda (DANE, 2009).

El presente artículo pretende analizar las variaciones que se han generado en el IPC de la ciudad de Medellín en los últimos seis años, y tiene como objeto modelar su comportamiento para llevar a cabo una predicción de los valores futuros a corto plazo, mediante una transformación de la serie no estacionaria con el programa estadístico “R” (R Core Team, 2012).

Antecedentes

Investigaciones que pretenden analizar la serie de IPC en diversos contextos han sido desarrolladas por autores como Santana (2006), quien ha empleado las redes neuronales, que constan de diversas capas por nivel, para hacer un procesamiento no lineal de los patrones recibidos en la predicción de los valores futuros de la serie de inflación colombiana, contrastó los resultados obtenidos con los de otras metodologías tradicionales como Sarima de Box-Jenkins y el suavizado exponencial, concluyendo que este primero arroja resultados más precisos.

Asimismo, Huwiler & Kaufmann (2013) desarrollaron un estudio del IPC desagregado de la economía suiza para llevar a cabo pronósticos a corto plazo empleando modelos Arima, concluyendo que la estimación mediante estos modelos para el ítem de gasto del IPC permite obtener resultados más precisos que la aplicación directa del método Arima en el IPC total.

Otro de los estudios en el que se evidencia el uso de modelos estadísticos para el tratamiento de series de tiempo financieras es el de Gallego (2010), en el cual se introducen diversas técnicas de análisis con el fin de detectar el comportamiento no lineal de la serie de la tasa representativa del mercado colombiano (TRM) y ajustarla a un modelo para su pronóstico. Se contrastó con modelos ARMA y Arima (1,1,3), sin embargo, se concluyó que ninguno de los modelos se adaptó satisfactoriamente, dado a que el error RMSE resultó mayor que la variación promedio de la variable.

Adicionalmente, en México, López (2004) evalúa la contribución de tres modelos ARCH para el análisis de series de tiempo en los mercados accionarios, específicamente del Índice de Precios y Cotizaciones del mercado, también llamado IPC. En el estudio se ajusta un modelo autorregresivo para series de tiempo heterocedásticas y se concluye que aquel que mejor se adapta es el Igarch, es decir, un modelo Garch integrado, que resulta equivalente a un modelo de promedios móviles ponderados exponencialmente para explicar la volatilidad del Índice en la bolsa de valores mexicana que tiene un comportamiento similar al Índice de Precios al Consumidor.

Análisis de series de tiempo

Una serie de tiempo es una sucesión de variables aleatorias ordenadas y equidistantes de acuerdo a una unidad de tiempo, Y_t , $t = 1 \dots T$, esta se puede descomponer en tres componentes, tendencia T_t , estacionalidad S_t y error (Tróchez & Valencia, 2014):

$$Y_t = T_t + S_t + \varepsilon \quad (1)$$

Las componentes T_t y S_t son funciones determinísticas que dependen del tiempo. Su evolución es perfectamente predecible. (Giraldo, 2006).

Modelo Arima

Una serie de tiempo X_t , que presente las características AR y MA de manera conjunta, seguirá un proceso ARMA (p, q), con p términos autorregresivos y q términos de media móvil, estos modelos permiten aproximar la estructura de covarianza de un proceso estacionario hasta el nivel que se fije previamente. Los modelos Arima son una extensión de los ARMA que se utiliza para modelar algunos procesos no estacionarios.

De manera que, se dice que un proceso X_t tiene estructura Arima (p,d,q) si existen polinomios $\Phi(x)$ y $\Theta(x)$ de grado p y q, respectivamente, verificando que (Carvajal, 2014):

$$\Phi(B) (1-B)^d (X_t - \mu) = \theta(B)\varepsilon_t \quad (2)$$

El patrón que debe seguir la Función de Auto-correlación (FAC) y la Función de Auto-correlación Parcial (FACP) para la identificación del orden de un modelo puro AR (p) es el siguiente: la FACP presenta los p primeros valores distintos de cero y el resto de valores son cero o muy próximos a cero con un comportamiento sinusoidal, y la FAC presenta un decrecimiento exponencial y un comportamiento sinusoidal. (Guerrero, 2003).

Asimismo, el patrón que deben seguir la FAC y la FACP para la identificación del orden de un modelo puro MA (q) es el siguiente: la FAC presenta los q primeros valores distintos de cero y el resto de valores son cero o muy próximos a cero con un comportamiento sinusoidal, y la FACP presenta un decrecimiento exponencial y un comportamiento sinusoidal. (Guerrero, 2003).

Criterio AIC y BIC

Los índices AIC y BIC (Criterio de información de Akaike y criterio de información bayesiano, respectivamente) son de uso frecuente para la selección de modelos. (López A. M., 2011).

El criterio de información de Akaike AIC, se define como:

$$AIC = e^{2k/T} \frac{\sum_{t=1}^T \hat{\varepsilon}_t^2}{T} = \frac{(T-k)\hat{\sigma}^2}{T} e^{2k/T} \quad (5)$$

Donde $\sum_{t=1}^T \hat{\varepsilon}_t^2 = (T - k)\sigma^{2k/T}$. El AIC es un estimador de σ^2 pero penalizado por el número de grados de libertad, es decir, aumenta cuando k aumenta. El AIC también se define como el logaritmo de la ecuación (2).

Asimismo, el criterio de información de Schwarz BIC, se define como:

$$BIC = T^{k/T} \frac{\sum_{t=1}^T \hat{\varepsilon}_t^2}{T} \quad (6)$$

El BIC también se define como el logaritmo de la ecuación (5).

La regla para utilizar AIC y BIC indica para escoger entre varios modelos; se elige aquél que presente menor AIC o menor BIC. (Giraldo, 2006).

Significancia de los coeficientes

Para evaluar la significancia de los coeficientes, después de haber ajustado un modelo, es necesario aplicar la siguiente fórmula:

$$\text{Significancia coef} = \frac{\text{Valor Estimado}}{\text{Error Estándar}} \quad (7)$$

Si el valor absoluto del valor obtenido es superior a 1,96 entonces el coeficiente es estadísticamente diferente de cero con un 95% de confianza. De igual manera, si es superior a 1,645 es diferente de cero con un 90% de confianza.

Indicadores

Estos sirven para comparar la efectividad de diferentes modelos utilizados. Siempre se busca el valor menor en los indicadores tales como MAPE, MAD y MSD, ya que representan un mejor ajuste del modelo. (Reyes, 2007).

MAPE

El Porcentaje Promedio Absoluto de Error (MAPE por sus siglas en inglés) mide la exactitud de los valores estimados de la serie de tiempo. La exactitud se expresa como un porcentaje con y_t igual al valor observado, \hat{y}_t es el valor estimado y n el número de observaciones.

$$\text{MAPE} = \frac{\sum \left| \frac{(y_t - \hat{y}_t)}{y_t} \right|}{n} * 100 \quad (y_t \neq 0) \quad (8)$$

MAD

La desviación media absoluta (MAD, por sus siglas en inglés), mide la exactitud de los valores estimados de la serie de tiempo. Expresa la exactitud en las mismas unidades de los datos.

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |y_t - \hat{y}_t|}{n} \quad (9)$$

MSD

La desviación cuadrática media (MSD, por sus siglas en inglés), es más sensible a errores anormales de pronóstico que el MAD.

$$MSD = \frac{\sum_{t=1}^n |y_t - \hat{y}_t|^2}{n} \quad (10)$$

Serie de IPC Medellín

La serie se realizó a través del programa estadístico “R” (R Core Team, 2012) empleando las cifras provenientes del DANE.

La Figura 1 presenta los datos del Índice de Precios al Consumidor (IPC) de la ciudad de Medellín para un periodo de seis años, comprendido entre el mes de enero de 2010 y el mes de diciembre de 2015. Para este último, según el periódico El Colombiano (2015), se observa un incremento significativo, hecho que no se evidenciaba desde el 2008. Para el 2015, las otras ciudades de Colombia presentaron niveles bajos en comparación con la ciudad de Medellín, debido a que la variable que lideraba correspondía a la de alimentos.

La serie del IPC en la ciudad de Medellín presenta los porcentajes de forma mensual, está conformada por 72 observaciones y se caracteriza por:

- Poseer un componente tendencial de comportamiento positivo respecto a la media a largo plazo.

- No poseer factores estacionales, dado que no presenta un comportamiento periódico.
- Poseer un comportamiento aleatorio, es decir, que existe cierta irregularidad en los datos.
- Ser homocedástica, ya que su varianza es aproximadamente constante a lo largo de la serie.

Debido a esto, la serie mensual del IPC en la ciudad de Medellín en el periodo 2010-2015 es no estacionaria, por su componente tendencial creciente a largo plazo.

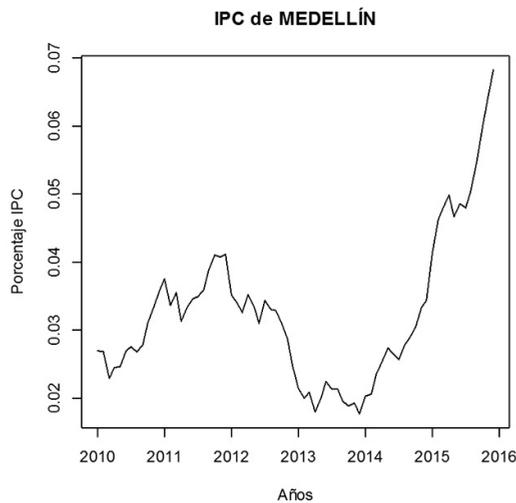


Figura 1. Serie IPC en la ciudad de Medellín para el periodo 2010-2015.

Fuente: Elaboración propia con cifras del DANE.

Modelo Arima para la serie IPC de Medellín

Con el fin de desarrollar un modelo Arima para la serie del IPC de la ciudad de Medellín, inicialmente se procedió a la transformación de la misma, mediante la aplicación de una doble diferencia que permitió eliminar la tendencia. En la Figura 2 se muestra el gráfico de la serie transformada (Estacionaria):

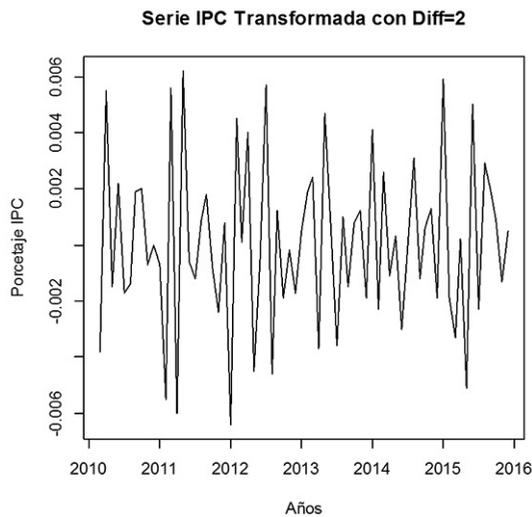


Figura 2. Serie IPC en la ciudad de Medellín transformada con dos diferencias para el periodo 2010-2015.

Fuente: Elaboración propia en R.

Posteriormente, se desarrolló el correlograma de la FAC y FACP para la serie transformada, presentados en la Figura 3.

A partir del análisis de la Figura 3, se propone el siguiente modelo que representa el IPC de la ciudad de Medellín para el periodo 2010-2015: Arima (0, 2, 1) ya que la FAC de la serie presenta un único valor significativo y, se observa una tendencia cuadrática en la serie original.

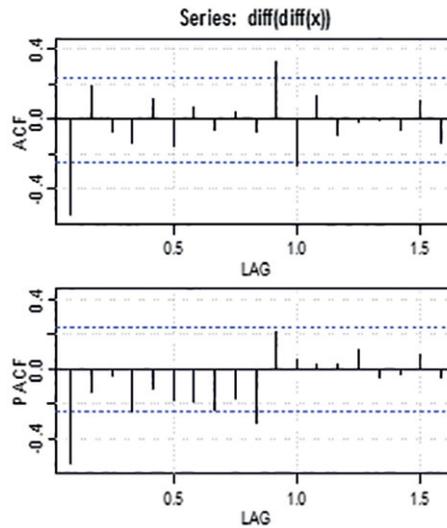


Figura 3. FAC y FACP de la serie transformada con dos diferencias.

Fuente: Elaboración propia en R.

Modelo Arima (0, 2, 1)

Diagnóstico:

- La gráfica de residuos estandarizados no presenta tendencia ni heterocedasticidad.
- La FAC de los residuales tiene un único dato significativo.
- El gráfico QQ de los residuos estandarizados es aproximadamente normal.
- Tan solo dos valores “p” del estadístico “Ljung-Box” se encuentran por fuera de las bandas de significancia.

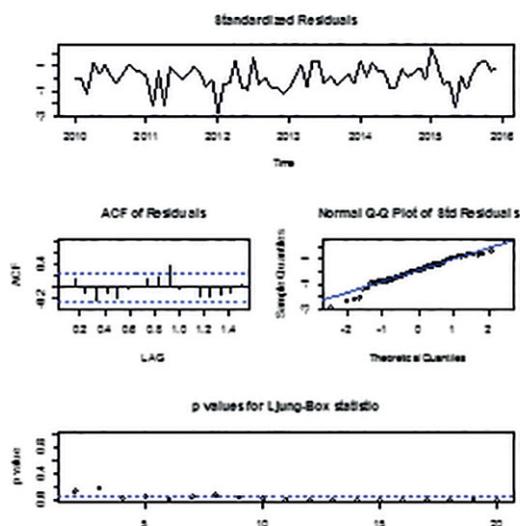


Figura 4. Diagnóstico del modelo Arima (0, 2, 1)

Fuente: Elaboración propia en R.

Por tanto, se verifican las medidas de error:

AIC: -11.07127

BIC: -12.03965

Análisis de los coeficientes:

Dado que la significancia del coeficiente MA es de 10,83 y, por ende, mayor a 1,96 es posible asumir que es diferente de cero con un 95% de confianza.

Tabla 1. Coeficientes del Arima (0, 2, 1)

	MA(1)
Valor estimado	-0.8296
Error estándar	0.0766

Métodos de descomposición y suavizado

Se procede a desarrollar una descomposición por medio del método Holt-Winters y un suavizado a través del método de Promedios Móviles, con el fin de observar mejor los patrones de la serie.

Pese a que la serie IPC de la ciudad de Medellín no presenta un componente marcado de estacionalidad se procedió a aplicar un suavizado con promedios móviles a la serie original con un periodo igual a 12 meses, el cual se ajustaba de mejor manera, para observar con exactitud la tendencia (Ver figura 5).

De igual forma, se desarrolló una descomposición Holt-Winters de la serie original respecto a su nivel, tendencia y posible estacionalidad, presentada en la Figura 6. El filtro de Holt-Winters es un método de suavizado exponencial que incluye componentes estacionales y de tendencia, y es uno de los más usados para el pronóstico de series (Goodwin, 2010).

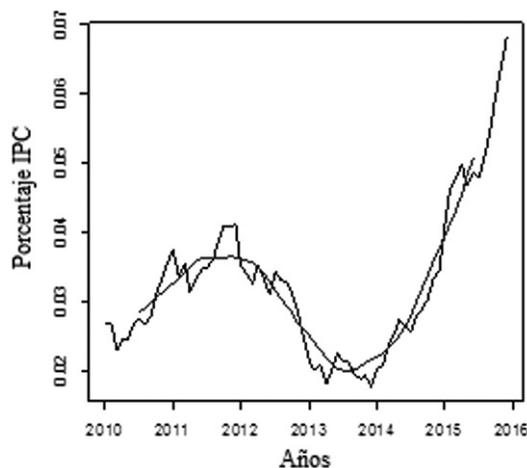


Figura 5 Suavizado serie IPC con Promedios Móviles.

Fuente: Elaboración propia en R.

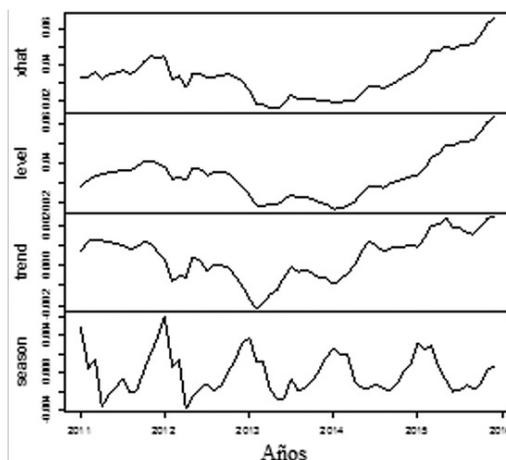


Figura 6. Descomposición Holt-Winters de la serie.

Fuente: Elaboración propia en R.

Pronósticos

A continuación, en la Tabla 3 se presentan los pronósticos del IPC de la ciudad de Medellín para el primer trimestre del año 2016, obtenidos a través del modelo Arima (0, 2, 1), y la descomposición Holt-Winters y se comparan con los valores reales reportados por el Banco de la República.

Tabla 3. Pronósticos con los diferentes métodos para el primer trimestre de 2016 vs valores reales.

	Enero	Febrero	Marzo
Holt-Winters	0.07378	0.07617	0.07818
ARIMA(0,2,1)	0.07118	0.07415	0.07713
Valor Real	0,07130	0.07290	0,07600

Al contrastar los valores pronosticados con los reales se obtienen los indicadores de ajuste del pronóstico para cada método, reportados en la Tabla 4, en la que se evidencia que el modelo Arima (0,2,1) proporciona un pronóstico más acertado que el filtro Holt-Winters, ya que sus indicadores de error son menores, dada la cercanía con los valores reales.

Tabla 4. Indicadores para evaluar pronósticos

	MAPE	MAD	MSD
Holt-Winters	3,61%	0,00264	7,190E-06
ARIMA(0,2,1)	1,13%	0,00084	9,553E-07

Discusión

Entre diversos modelos de series de tiempo Arima analizados, el que mejor se ajustó a la serie IPC de la ciudad de Medellín para el periodo 2010-2015 fue el modelo Arima (0,2,1), siendo sus coeficientes estimados significativos a un nivel de confianza del 95%.

Con base en este se comparó con uno de los métodos de descomposición y suavizado más utilizado para el pronóstico de series de tiempo (filtro Holt-Winters) y se determinó que el método que presenta mejores pronósticos para la serie del IPC de Medellín es el modelo Arima (0,2,1) dado que los valores de sus errores son menores a los que presenta el método de Holt-Winters.

Conclusiones

La aplicación de modelos Arima en el tratamiento de series de tiempo resulta ser bastante útil para la modelación de las mismas, debido a que transforman los componentes no estacionarios de la serie para desarrollar un análisis más efectivo. Partiendo de lo anterior, en este trabajo se ajustó la serie IPC de la ciudad de Medellín para el periodo 2010-2015 a través de un modelo Arima (0,2,1), usando los métodos de selección del orden del modelo Arima (p,d,q) y validando los supuestos por medio del diagnóstico de los residuos.

Los pronósticos se realizaron empleando un método de suavizado muy usado filtro Holt-Winters y comparando con un modelo de serie de tiempo Arima, para estimar los valores del IPC del trimestre posterior a los datos de la muestra. Al comparar los valores estimados con los reales se evidenciaron resultados similares, sin embargo,

se observa que usando el modelo Arima para el mes de enero el pronóstico se ubica un 0.17% por debajo del valor real, para febrero y marzo se encuentra un 1.69% y 1.46%, respectivamente, por encima del valor real, mientras que con el método de suavizado la diferencia entre el valor pronosticado y el real es mayor.

Los hallazgos obtenidos a partir del modelo Arima (0,2,1) fueron satisfactorios, sin embargo, es posible que se logre un modelo más preciso si se lleva a cabo un análisis del IPC desagregado, ya que los modelos de series de tiempo solo se tienen en cuenta a sí mismas (la variable o los errores) y, de esta manera, se podrían tener en cuenta otras variables para desarrollar el estudio, que permitirían que los pronósticos a largo plazo no se desvíen de manera significativa de los valores reales.

Referencias

1. Argáez, J., Batún, J., Guerrero, E., Kantúm, D., Medina, S., & Pantí, H. (2014). Un paseo por el modelo Garch y sus variantes. *Abstraction & Application* 10, 35-50.
2. Arias, F. (6 de diciembre de 2015). IPC mayor a 6,0% vuelve a Medellín luego de 7 años. *El Colombiano*. Recuperado de: <http://www.elcolombiano.com/negocios/inflacion-medellin-noviembre-2015-NX3231492>
3. Banco de la República. Índices de precios. Recuperado de: http://www.banrep.gov.co/series-estadisticas/see_precios.htm
4. Carvajal, A. (2014). *Series Temporales: Modelos Heterocedásticos condicionales. Una aplicación usando R*. Granada: Tesis de Máster Universidad de Granada. Granada.
5. DANE. Índice de Precios al Consumidor. Recuperado de: http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/ipc/ipc_autocapacita.pdf
6. DANE. (2009). *Metodología Índice de Precios al Consumidor*. Recuperado de: www.dane.gov.co/files/investigaciones/fichas/IPC.pdf
7. Gallego, J. P. (2010). *Aplicación de la teoría de caos para el análisis y pronóstico de series de tiempo financieras en Colombia*. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. Tesis de Maestría.

8. Giraldo, N. (2006). Notas de Clase - Series de Tiempo con R. Medellín: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado de: <http://www.unalmed.edu.co/~ndgiraldo/Archivos%20Lectura/Archivos%20curso%20Series%20EIO/Notas%20de%20Clase.%20Series%20de%20Tiempo%20con%20R.pdf>
9. Goodwin, P. (2010). The holt-winters approach to exponential smoothing: 50 years old and going strong. *Foresight*, 19, 30-33.
10. Guerrero, V.M. (2003). Análisis estadístico de series de tiempo económicas. International Thomson Editores. Ciudad de México.
11. Huwiler, M., & Kaufmann, D. (2013). Combining disaggregate forecasts for inflation: The SNB's ARIMA model. *Swiss National Bank Economic Studies*.
12. ICESI, U. (2012). Índice de Precios al Consumidor (IPC). Recuperado de: <http://www.icesi.edu.co/cienfi/es/glosario.php>
13. López, A. M. (2011). Estudio del AIC y BIC en la selección de modelos de vida con datos censurados. Guanajuato: Tesis de Maestría Centro de Investigación en Matemáticas, Cimat.
14. López, F. (2004). Modelado de la Volatilidad y Pronóstico del Índice de Precios y Cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores. *Contaduría y Administración*. 213, 43-72.
15. R Core Team. (2012). R: A language and environment for statistical computing.
16. Reyes, P. (2007). Metodología de Análisis de Series de Tiempo. Recuperado de: www.icicm.com/files/SeriesDeTiempoComp.doc
17. Santana, J. C. (2006). Predicción de series temporales con redes neuronales: una aplicación a la inflación colombiana. *Revista Colombiana de Estadística*, 29, 77-92.
18. Tróchez, J., & Valencia, M. (2014). Análisis de series temporales en el sector lácteo de Antioquia para detectar efectos de la apertura comercial. *Revista Investigaciones Aplicadas*, 8, 140-151.

Prótesis ortopédica para pierna

Nancyrley Bastidas

Estudiante de quinto semestre de Ingeniería Industrial, graduada de la Institución Educativa Sagrada Familia de la ciudad de Palmira.

Luis Bernal

Estudiante de quinto semestre de Ingeniería Industrial, graduado de la Institución Educativa Cárdenas Centro de la ciudad de Palmira.

Diego Corrales

Estudiante de quinto semestre de Ingeniería Industrial, graduado de la institución Educativa Colombia de la ciudad de Palmira.

Christian Ramírez

Estudiante de quinto semestre de Ingeniería Industrial, graduado de la Institución Educativa Humberto Raffo Rivera de la ciudad de Palmira.

Sebastián Vivas

Estudiante de quinto semestre de Ingeniería Industrial, graduado de la Institución Educativa Humberto Raffo Rivera de la ciudad de Palmira.

Universidad Pontificia Bolivariana, sede Medellín, Colombia.

Resumen

La prótesis es un mecanismo que se diseñó para cumplir una función en una estructura metálica. Su diseño permite que las personas con discapacidad en sus miembros inferiores (piernas), puedan desempeñar su actividad normal, como caminar, requiriendo el uso de las muletas para poder acostumbrarse, brindando un mejor estilo de vida. La prótesis es una herramienta humana de simple función, que permite a las personas realizar tareas cotidianas dando la oportunidad de usar los brazos con mayor libertad. El prototipo de la prótesis se construyó en una escala 1:1 con unas dimensiones de tubería $\frac{3}{4}$ " , de altura 40 cm (expandible 10 cm más), su estructura se hizo en platinas de hierro, tornillería de acero y se aplicó soldadura 6011 para dar mejor estabilidad y fijación al momento de su funcionamiento.

Palabras clave

Prótesis, escala 1:1, discapacidad, caminar.

Abstract

The prosthesis is a mechanism that is designed to play a role in a metal structure. Its design allows people with disabilities in their lower limbs (legs), to play their normal activity, such as walking, requiring the use of crutches to get used, providing a better lifestyle. The prosthesis is a human tool simple function, which allows people to perform daily tasks giving the opportunity to use my arms more freely. The prototype of the prosthesis was built on a scale 1: 1 with dimensions of pipe $\frac{3}{4}$ ", height 40 cm (expandable 10 cm), its structure is made in plates of iron, hardware steels and welding 6011 applied for provide better stability and fixation at the time of operation.

Keywords

Prosthesis, Scale 1:1, disability, walk.

Introducción

Este documento plantea información sobre el proceso de fabricación de una prótesis de miembro inferior (pierna), con este proyecto se buscó poner en práctica algunos de los temas con mayor importancia en las clases de mecánica vectorial, logrando con ello una mejor asimilación de los temas. Este proyecto consta de una serie de pasos, cada uno contiene unas características específicas, como son: medidas, material, ensamble, etc. Estos pasos deben ser cumplidos en su totalidad para lograr la fabricación de la prótesis con un correcto y óptimo funcionamiento.

Objetivos

Objetivo general

Fabricar una prótesis de miembro inferior (pierna) con la finalidad de aplicar lo aprendido durante las clases de mecánica vectorial.

Objetivos específicos

- Analizar los temas propuestos en las clases de mecánica vectorial.
- Reconocer e identificar las distintas fuerzas aplicadas a una prótesis.
- Fomentar la investigación y solución de problemas.

Planteamiento del problema

En la vida cotidiana muchas personas están expuestas a una serie de peligros, los cuales pueden provocar la amputación de uno de los miembros inferiores y en otros casos por malformaciones genéticas.

El proyecto propuesto en este informe es una prótesis, la cual actúa como una herramienta sustituta de la pierna humana, logrando con esto disminuir la discapacidad del ser humano.



Figura 1. Persona con movilidad reducida.

Marco teórico

La prótesis es una extensión artificial que reemplaza o provee una parte del cuerpo.

Una prótesis debe reemplazar un miembro del cuerpo dando casi la misma función que un miembro natural ya sea una pierna o un brazo. (Wikipedia , 2015).

Las personas pueden perder la totalidad o parte de la pierna por una serie de razones. Las más comunes son:

- Problemas de circulación debido a la aterosclerosis o a la diabetes, las que pueden requerir una amputación.
- Lesiones traumáticas, incluidas las de accidentes de tráfico, militares de combate y cáncer.
- Defectos congénitos.

Si le falta un brazo o una pierna, un miembro artificial a veces puede reemplazarlo. Este dispositivo, llamado prótesis, puede ayudarle a realizar las actividades diarias, como caminar, comer o vestirse. Algunos miembros artificiales le permiten desenvolverse tan bien como antes. (Medlineplus, 2012).

Materiales

Los materiales que fueron utilizados durante el proceso de fabricación de la prótesis se encuentran especificados en la Tabla 1 con su debida cantidad y medida adecuada.

Tabla 1. Materiales y cantidades.

Materiales	Cantidad
Tubo cilíndrico (acerado)	2 de (3/4)
Tornillos	2(5/16)
Platina	Pulgada ½
Rotula de carro	1
Soldadura	3 KG
Tornillos	8 (5 mm x 5)
Correa de tensión	1
Caucho goma	½ metro
Bóxer	1
Pintura laca	2
Thinner	1
Resortes	3
Resorte de costura	1 M

Procedimiento

Paso a paso de la elaboración de cómo se construyó la prótesis:

- Toma de medidas para realizar corte al tubo.



Figura 2. Tubo cortado.

- Soldar los tubos a sus respectivas extremidades.



Figura 3. Soldadura.

- Piezas que forman parte del prototipo.

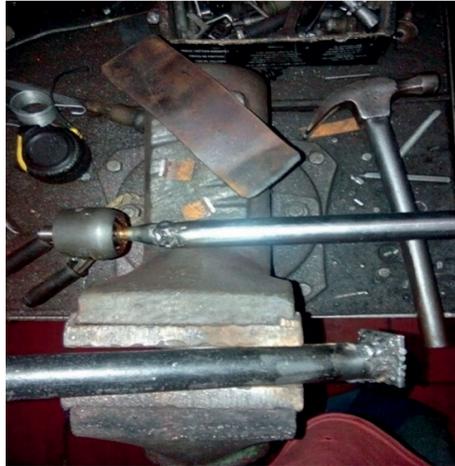


Figura 4. Implementos que hicieron parte del prototipo.

- Se armó la parte superior donde va introducida la prótesis.



Figura 5. Parte superior de la prótesis.

- Ensamble de la prótesis.



Figura 6. Ensamble.

- Pintura en la prótesis.

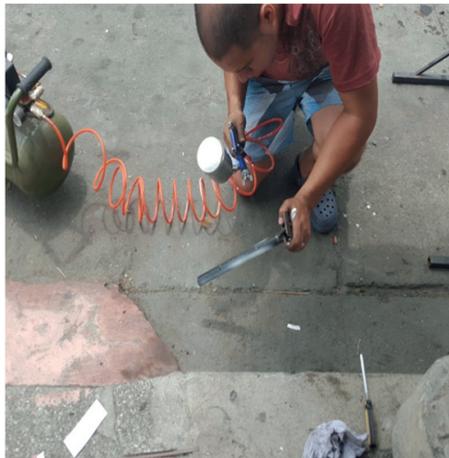


Figura 7. Proceso de pintura.

- Pegar el caucho goma.



Figura 8. Caucho goma.

- Prótesis terminada.



Figura 9. Prótesis.

Solución al problema

Se le brinda solución y ayuda a las personas que no poseen su pierna, para que continúen con su vida cotidiana y no se sientan con baja autoestima.

Usos y aplicaciones

Usos

- Fines personales.
- Fines investigativos.
- Fines laborales.

Aplicaciones

Esta prótesis se puede utilizar en cualquier persona con la finalidad de sustituir su pierna natural para que pueda tener más calidad de vida.

Cálculos matemáticos y físicos

Ángulos y medidas (Ver figura 10)

Cálculos del tobillo (Ver figuras 11, 12)

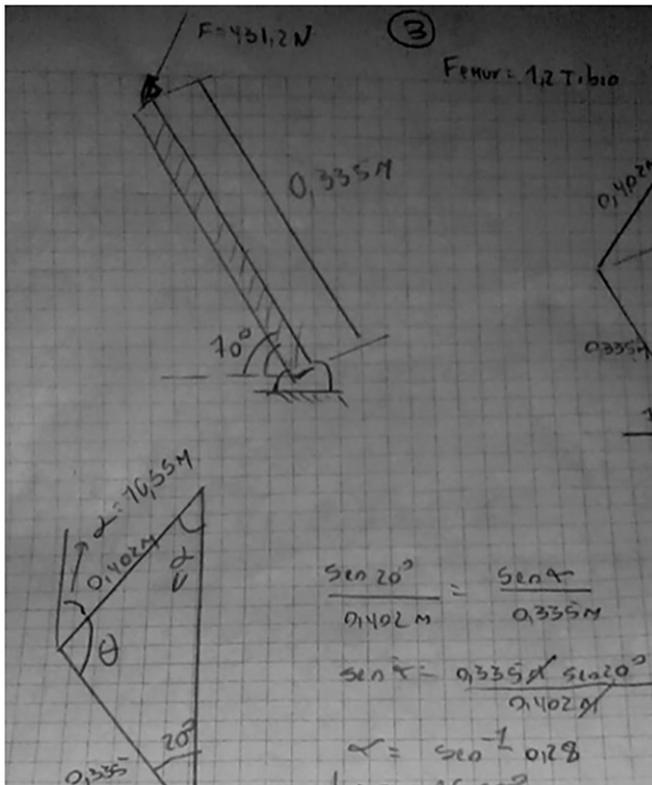


Figura 10. Ángulos y medidas de la prótesis ortopédica.

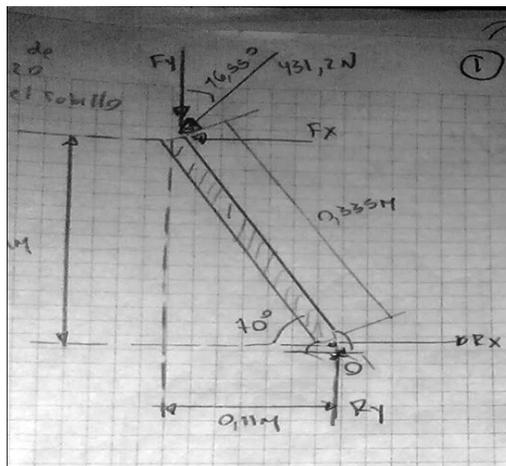


Figura 11. Cálculos del tobillo, primera parte.

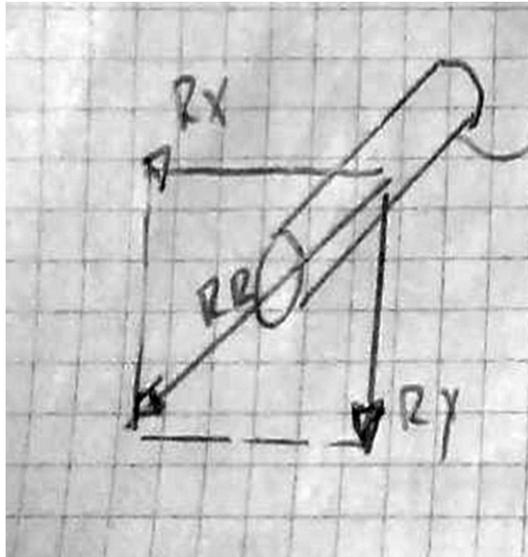


Figura 12. Cálculos tobillo, segunda parte.

Cálculos para el pie

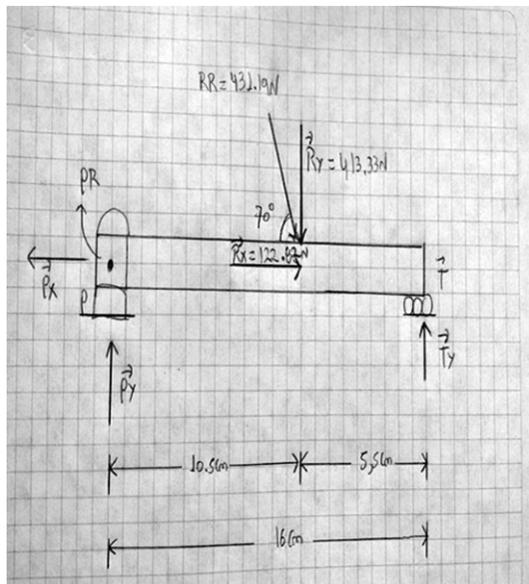


Figura 13. Cálculos para el pie, primera parte.

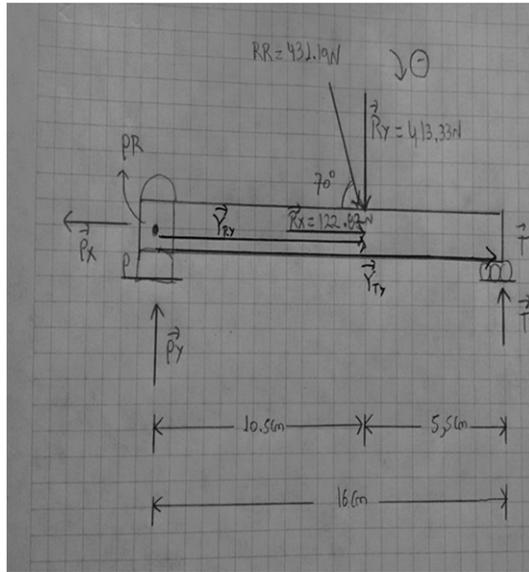


Figura 14. Cálculos para el pie, segunda parte.

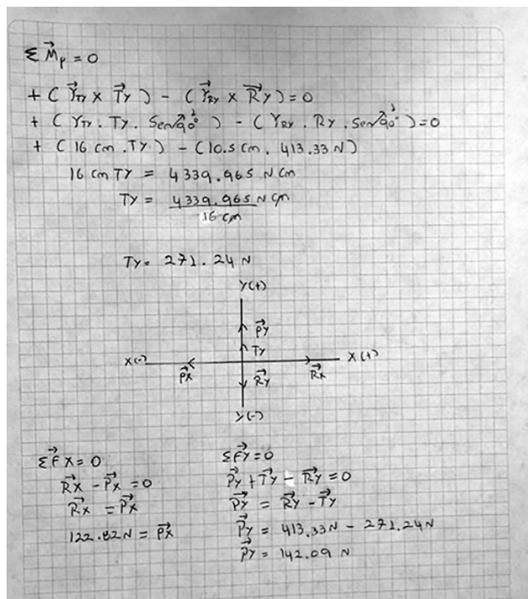


Figura 15. Cálculos para el pie, tercera parte.

Conclusiones

- En este proyecto se pueden analizar temas como: momento con respecto a un punto, fuerzas distribuidas, fuerza de rozamiento, energía potencial elástica.
- En la prótesis actúa una fuerza de rozamiento que se da en el momento en que la persona camina, proveniente del peso que esta utiliza en el reemplazo ortopédico y se hallaron diferentes fuerzas en los apoyos, usando como puntos de referencia los dedos y el talón de la prótesis.
- Con la prótesis buscamos la solución a la problemática vivida a diario por la comunidad con movilidad reducida, mejorando su calidad de vida.

Recomendaciones

- Utilizar la medida adecuada de la prótesis.
- Abrochar de manera adecuada los elementos de seguridad.
- No estar expuesto a una corriente eléctrica.
- No utilizarla con fines deportivos.

Referencias

1. Medlineplus. (2012). Prótesis de las extremidades. Recuperado de: <https://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/artificiallimbs.html>
2. Wikipedia. (2015). Prótesis. Recuperado de: https://es.wikipedia.org/wiki/Pr%C3%B3tesis#Efectos_adversos

Pósters



Universidad
Pontificia
Bolivariana



VII ENCUENTRO DE
INVESTIGACIÓN
FORMATIVA
Nacional

Ing. Industrial / Ing. Administrativa / Ing. Calidad



Facultad de Ingeniería Industrial
Medellín - Bucaramanga - Montería - Palmira - Manizales

PROYECTO AEROPALESTINA (Caldas) una mirada desde la Introducción a la Ingeniería Industrial

Cristina Rodríguez, Natalia López & Silvio Rosero

Contacto: Cristina Rodriguez, cristina.rodriguez@ucm.edu.co

Introducción

Como ejercicio de investigación formativa se realizó una intervención desde la materia de introducción a la ingeniería industrial; motivándonos a buscar un macroproyecto de gran impacto en el ámbito regional que caracterizara la parte técnica, política, económica y social de la región, el cual llevara a indagar sobre conceptos relacionados con la ingeniería industrial, tales como: la logística, el diseño de plantas, la gestión tecnológica, la economía en general y la formulación y evaluación de un proyecto, con el fin de que trascendiera de la consulta a una reflexión un tanto intuitiva, teniendo en cuenta que éramos estudiantes de primer semestre. Con Aeropalestina, buscamos determinar la relación existente entre la carrera y el escenario ya mencionado, buscando como fin último escribir y elaborar un artículo que pudiera llegar a ser publicado, expuesto y que lograra participar en el encuentro de investigación formativa nacional.

Metodología

Esta investigación se realizó en tres fases:

Primera: consistía en buscar información técnica referente al macroproyecto en webgrafía, documentos oficiales y asesorías.

Segunda: en esta etapa se plantearon diferentes preguntas de reflexión, entre otras: ¿cuál es el papel de la profesión de ingeniería industrial en el macroproyecto? ¿Cuál es el papel del Modelo de Desarrollo Económico, Industrial y Tecnológico para convertir el macroproyecto Aeropalestina en un factor importante para la región?

Tercera: redacción del artículo, identificación de áreas de interés del pénsum de la carrera, gracias al ejercicio investigativo en el aula, las cuales llamaron nuestra atención para estudiarlas con motivación en un futuro próximo.



Resultados esperados

- Se espera apropiarse del lenguaje técnico del macroproyecto, desde su concepción histórica, sus fases de implementación, su estado actual y su futuro.
- Ampliar el espectro de interés en temáticas que el pénsum del programa brindará en un futuro próximo, para incentivar a la realización de ejercicios de investigación.

Resultados

- Se presentó una ponencia en el seminario Ingenio en Movimiento, Manizales 2015, quedando en tercer lugar.
- Aprobación para participar en el VII EIF UPB 2016.



Agradecimientos

- Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín
- Universidad Católica de Manizales

Referencias

- <http://www.ejenoticiasperiodico.com/propuestas-de-infraestructura-del-transporte-en-todas-sus-modalidades-por-la-recuperacion-de-manizales>
- Aeropuerto del café. (20 de 10 de 2015). *un vuelo hacia el futuro*. Recuperado el 10 de 11 de 2015, de <http://www.aeropuertodelcafe.com.co/PDF/RESENA%20HISTORIC A.pdf>

Medellín, 5 de mayo de 2016



Universidad
Pontificia
Bolivariana



VII ENCUENTRO DE
INVESTIGACIÓN
FORMATIVA
Nacional

Ing. Industrial / Ing. Administrativa / Ing. Calidad



Facultad de Ingeniería Industrial
Medellín - Bucaramanga - Montería - Palmira - Manizales

BANCA ABATIBLE MULTIFUNCIONAL

Andrés Felipe Castaño Restrepo, Cristian David Quimbayo Daraviña, Cristhian Camilo Valencia Jurado, Ing. Rubén Darío Parra

Contacto: Andrés Castaño, Andres.castanorestrepo@upb.edu.co

Cristian Quimbayo, cristian.quimbayo@upb.edu.co

Cristhian Valencia, cristhian.valencia@upb.edu.co

Introducción

El trabajo realizado (banca abatible multifuncional) tiene como tema la aplicación de materiales a un objeto multifuncional para el óptimo aprovechamiento de los espacios en diferentes lugares, contando con dos tomas eléctricas, los cuales se alimentan de un panel solar, aplicando energía renovable; con el fin de realizar algo innovador en el nicho de mercado que exige este siglo. El diseño en este proyecto fue pensado para estudiantes y público en general, ya que una mesa es utilizada para ingerir alimentos, practicar juegos de mesa, hacer tareas y simultáneamente hacer uso de aparatos electrónicos.

Metodología

- Una vez que tenemos las tablas cortadas en su medida y lo hemos lijado todo bien, lo primero que se arma es la estructura central que es la parte más grande de la banca abatible. Utilizamos puntillas y tornillos para empezar el proceso de ensamble. Así, al poder desplegar la banca nos quedara como una mesa.
- A continuación ponemos las partes laterales que, en este caso, se despliegan verticalmente por medio de un tornillo pasante. Luego se procede a fijar la base de la mesa. La central irá fija sobre la estructura lateral, de manera que podamos plegarla fácilmente y convertirla de banca a mesa o viceversa.
- Finalmente, anexamos las piezas nuevas (panel solar, batería, inversor, tomas eléctricas), instalamos el cableado eléctrico a la banca y conjuntamente fijamos todos elementos.



Resultados



Agradecimientos

A la Ing. Jenny Velázquez, quien fue la impulsora del proyecto.
Al ebanista William Rodríguez, quien fue el asesor en la fabricación y el armado de la estructura de la banca.
Al señor John Castaño, quien nos dio ideas en la parte eléctrica.

Referencias

- Sitio Solar. (s.f.). Obtenido de <http://www.sitiosolar.com/los-paneles-solares-fotovoltaicos/>
- Areatecnología. (s.f.). *Areatecnología*. Obtenido de <http://www.areatecnologia.com/materiales/madera.html>
- RegenBat. (s.f.). Obtenido de <http://www.regenbat.com/tipos-regenbat-regeneracion-baterias.php>

Medellín, 5 de mayo de 2016



Universidad
Pontificia
Bolivariana



VII ENCUENTRO DE
INVESTIGACIÓN
FORMATIVA
Nacional

Ing. Industrial / Ing. Administrativa / Ing. Calidad



Facultad de Ingeniería Industrial
Medellín - Bucaramanga - Montería - Palmira - Manizales

DISEÑO Y OPTIMIZACIÓN DE CARGAS UTILIZANDO LOS SOFTWARE CAPE PACK Y TRUCKFILL

J.J. Mora; A. Sierra

Contacto: J.J. Mora, jozejulian.mora@upb.edu.co; A. Sierra, andres.sierrau@upb.edu.co

Introducción

La mayoría de los productos se distribuyen en algún tipo de sistema de empaque y embalaje, con el fin de facilitar su almacenamiento y manejo, garantizar una mejor utilización del equipo de transporte y brindar protección al producto, procurando minimizar costos logísticos [1].

La optimización en el diseño de empaques le permite a una empresa aprovechar mejor el espacio de carga de productos, transportar una mayor cantidad de mercancías y minimizar la cantidad de contenedores y medios de transporte para la distribución de bienes.

Cape Pack y Truckfill [2] son dos software que se complementan como un sistema para brindar soluciones de este tipo al tomador de decisiones, permitiendo optimizar los espacios para la distribución del producto y facilitando el análisis de varias alternativas de forma rápida, sin tener que experimentar sobre el sistema real, minimizando tiempo y costos.

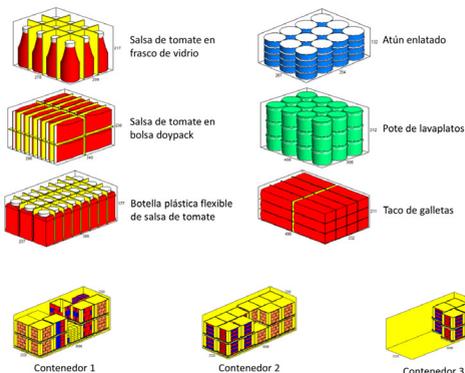
En este trabajo se presenta el diseño y la optimización de cargas de varios productos empleando los software Cape Pack y Truckfill.

Metodología

Se trabajó en el diseño de seis productos: frasco de vidrio de salsa de tomate, bolsa doypack de salsa de tomate, botella plástica flexible de salsa de tomate, lata de atún, pote de lavaplatos y taco de galletas. Para el diseño del envase primario se tuvo en cuenta las cantidades a distribuir, sus pesos netos y brutos y sus dimensiones.



Resultados



El empleo de software como Cape Pack y Truckfill pueden servir de apoyo a una empresa para planificar una parte importante de su proceso de distribución, además de facilitar la optimización de los medios de transporte.

Agradecimientos

Mg. Elizabeth Pérez Mergarejo
Msc. Juan Ramiro Escobar Restrepo

Referencias

- [1] Ballou R. Logística, administración de la cadena de suministro. 2004.
- [2] Links para descargar los dos software:
<https://www.esko.com/es/productos/overview/cape-pack/modules/>
<https://www.esko.com/es/Soporte/DownloadsAndLicenses/free-software/>

Medellín, 5 de mayo de 2016



Universidad Pontificia Bolivariana



VII ENCUENTRO DE INVESTIGACIÓN FORMATIVA Nacional

Ing. Industrial / Ing. Administrativa / Ing. Calidad



Facultad de Ingeniería Industrial
Medellín - Bucaramanga - Montería - Palmira - Manizales

ANÁLISIS DE EQUIPO: DOBLADORA DURMA PBF 30120

July A. Álzate, Stefania Prada, Juan P. Rolong y Beatriz Ángel Álvarez
Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín. Colombia. Facultad de Ingeniería Industrial.



INTRODUCCIÓN

El Mantenimiento es el conjunto de técnicas destinado a conservar equipos e instalaciones en servicio durante el mayor tiempo posible, buscando alta disponibilidad y con el máximo rendimiento (García, 2003). Por medio del análisis de criticidad se define el mantenimiento necesario para el equipo dentro del proceso productivo.

RESULTADOS

TIPO DE EQUIPO	SEGURIDAD Y MEDIO AMBIENTE	PRODUCCIÓN	CALIDAD	MANTENIMIENTO
Crítico	Puede originar accidentes muy graves	Su parada afecta al Plan de Producción	Es clave para la calidad del producto	Alto costo de reparación en caso de avería
	Necesita revisiones periódicas frecuentes (Mensuales)		Es el causante de un alto porcentaje de rechazos	Averías muy frecuentes
	Ha producido accidentes en el pasado			Consuma una parte importante de los recursos de mantenimiento (mano de obra y/o materiales)
Importante	Necesita revisiones periódicas (anuales)	Afectan a la producción, pero es recuperable (no llega a afectar a clientes o el Plan de Producción)	Afectan a la calidad, pero habitualmente no es problemático	Coste Medio de Mantenimiento
	Puede ocasionar un accidente grave, pero las posibilidades son remotas			
Prescindible	Poca influencia en seguridad	Poca influencia en producción	No afecta a la calidad	Bajo coste de Mantenimiento

Se considera un equipo crítico y se toman determinantes decisiones en el mantenimiento de éste.

AGRADECIMIENTOS

Al profesional Carlos Escobar por el tiempo brindado, la información suministrada y la entrevista concedida con uno de sus operarios. A la empresa GALCOS S.A.S por abrirnos las puertas de su empresa. A la profesora Beatriz Ángel quien nos motiva a ser cada día mejores ingenieros y amar nuestra profesión.

REFERENCIAS.

Análisis de criticidad y estudio RCM del equipo de máxima criticidad de una planta desmotadora de algodón. (n.d.). From bibing.us.es/proyectos/abreproy/5311/.../5-+Analisis+de+criticidad.pdf
 Anónimo. De Maquinas y Herramientas. (26 de Mayo de 2015). From Introducción a la Prensa Dobladora: <http://www.demaquinasyherramientas.com/maquinas/prensa-dobladora>
 Duffuaa, S; Raouf, A y Dixon, J. (2007). Sistemas de mantenimiento planeación y control. Limusa Wiley, Mexico.
 García, Santiago. (2003). Organización y gestión integral de mantenimiento. Ediciones Díaz de Santos. España.
 Gutierrez, C. A. (2004). Modelos para Análisis y Diagnóstico de Equipos de Trabajo. *Estudios Gerenciales*, pp. 35-48

Medellín, 5 de mayo de 2016





Universidad
Pontificia
Bolivariana

80
AÑOS

VII ENCUENTRO DE
INVESTIGACIÓN
FORMATIVA
N a c i o n a l
Ing. Industrial / Ing. Administrativa / Ing. Calidad



Facultad de Ingeniería Industrial
Medellín - Bucaramanga - Montería - Palmira - Manizales

GENERACIÓN DE ENERGÍA A PARTIR DE FRUTAS Y VERDURAS

Estefanía Guzmán Herrera estefania.guzman@upb.edu.co

María Alejandra Llano Gómez maria.llano@upb.edu.co

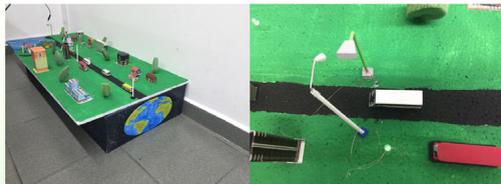
María Angélica Torres Calderón angelica.torres@upb.edu.co

Introducción

Los ácidos son excelentes electrolitos, de ahí que el ácido contenido en las frutas cítricas puede ser utilizado para crear prototipos de pilas ácidas sostenibles. De esta manera, conseguir métodos alternos para producir energía de forma amigable con el medio ambiente no es algo nuevo. La química más básica, la que se aprende en la educación primaria y secundaria, nos enseña como obtener electricidad a partir de alimentos que consumimos a diario. El desarrollo de las fuentes renovables de energía es uno de los aspectos claves en la economía mundial, la mayor participación de las energías renovables en el balance energético disminuyen nuestra dependencia de los productos petrolíferos y diversifican nuestras fuentes de suministros, al promover recursos autóctonos.

Metodología

Las sustancias químicas de las frutas, especialmente la de las frutas ácidas, pueden convertirse en energía. Para lograr este fenómeno se insertan dos metales diferentes en la fruta, en este caso se utilizan monedas y tornillos galvanizados; para que actúen como el polo negativo y positivo respectivamente. Un cable actúa como el conductor entre los polos y puede usarse para conducir una pequeña cantidad de voltaje. Dependiendo del tipo y de la cantidad de frutas que se utilicen se enciende un LED de bajo voltaje.



Resultados

Cantidad	Frutas - verduras	Voltaje [V]
3	Pepinos	2,947
4	Pepinos	3,91
3	Papas	2,782
4	Papas	3,68
3	Mandarinas	2,949
4	Mandarinas	3,961
3	Limonos	2,87
4	Limonos	3,838
3	Kiwi	2,59
4	Kiwi	3,654

La gran expansión tecnológica, industrial y de consumo que ha experimentado la humanidad, el desmedido crecimiento demográfico y el uso ineficiente de la energía han causado que las reservas de combustibles fósiles se estén agotando. Además, gran parte de las reservas de hidrocarburos se encuentran en campos que presentan dificultades técnicas para su explotación. Debido a esta situación, las fuentes de energía renovable están tomando un nuevo auge, pues se han estado construyendo grandes plantas eólicas, fotovoltaicas, solar-térmicas, de biomasa y residuos para la generación de energía eléctrica en todas partes del mundo.

La energía renovable es un recurso inagotable, no es nocivo para el ser humano, es amigable con el medio ambiente, permite reducir la dependencia energética y los costos de producción disminuyen considerablemente. Por todas estas razones, es necesario para las empresas del mañana buscar una forma de utilizar estos recursos a gran escala.

Referencias

- Gunter Pauli. (2009). Economía Azul. Singapur: Nuestro Planeta.
- Vázquez Borges, Elizabeth. "Agridilas": Pilas sostenibles. Ingeniería Química. Madrid – Vol. 44, no. 508 (Jul. - Ago. 2012).
- La energía del mañana progresos y problemas.(1984).Colombia textil -- Vol. 7, no. 76.p. 10-13.

Medellín, 5 de mayo de 2016



Universidad Pontificia Bolivariana



VII ENCUENTRO DE INVESTIGACIÓN FORMATIVA Nacional

Ing. Industrial / Ing. Administrativa / Ing. Calidad



Facultad de Ingeniería Industrial
Medellín – Bucaramanga – Montería – Palmira – Manizales

PERTINENCIA DE LA FORMACIÓN PARA EL TRABAJO EN EL MERCADO LABORAL DE BUCARAMANGA Y SU ÁREA METROPOLITANA

A. González, C. Bernal, J. Alvernia, L. Rojas, S. Rueda, E. Gutiérrez y E. Dugarte

Contacto: A. González, andres.gonzalezf@upb.edu.co

Introducción

La pertinencia es la relación entre los requerimientos de la sociedad en el ámbito productivo y la formación del talento humano para satisfacer esos requerimientos. El estudio tuvo como alcance la evaluación de la pertinencia de la formación en niveles técnico profesional-técnico, calificado y elemental, con el fin de adecuar lo que se ofrece desde la educación formal a la demanda potencial del mercado laboral. A partir del procesamiento de datos de oferta y demanda del talento humano se utilizó la metodología implementada por el Sena para clasificar las ocupaciones en los siguientes cuadrantes:

<p>+ Cuadrante I: Ocupaciones más solicitadas por los empresarios y menos registradas por el personal que buscan empleo</p> <p>- Cuadrante IV: Ocupaciones menos solicitadas por los empresarios y menos registradas por las personas que buscan empleo</p>	<p>+ Cuadrante II: Ocupaciones más solicitadas por los empresarios y más registradas por las personas que buscan empleo</p> <p>+ Cuadrante III: Ocupaciones más registradas por las personas que buscan empleo y menos solicitadas por los empresarios</p>
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Metodología

Se realizó un estudio del mercado laboral, a partir del número de inscritos y vacantes del 2015 registrados en el Observatorio Laboral del Sena en las diferentes ocupaciones, con el fin de detectar diferencias entre la oferta (Inscritos) y la demanda (Vacantes) de talento humano.

De acuerdo con las diferencias detectadas se identificaron las ocupaciones de cada cuadrante (I y III), que fueron contrastadas con el número de matriculados y egresados de los programas de formación que responden a estas ocupaciones, ofrecidos por las instituciones educativas en Bucaramanga y su área metropolitana, datos obtenidos entre el 2009 y 2014, por medio de una guía de observación.

Esta comparación permitió detectar el tiempo requerido en meses para cubrir las necesidades del mercado insatisfechas (Cuadrante I) y determinar los porcentajes de crecimiento del número de matriculados en programas que forman para ocupaciones que presentan sobreoferta de talento humano y desempleo (Cuadrante III).



Resultados

Cuadrante I

Las instituciones deben incursionar en programas que vayan dirigidos a suplir las necesidades de aquellas ocupaciones que no han sido satisfechas en el mercado laboral, en colaboración conjunta del sector productivo y el Gobierno Nacional de Colombia para incentivar la creación y consolidación de estas.

Nivel Calificado

La ocupación de instaladores de materiales aislantes fue la más crítica, ya que solamente el 6% de las vacantes del 2015 fueron cubiertas y se requieren 124 meses para cubrir la demanda insatisfecha a partir de la proyección de egresados, dado que solamente una institución ofrece programas que pueden satisfacer esta ocupación. En este cuadrante la ocupación menos crítica fue la de cocineros, la cual ha logrado cubrir el 80% de las vacantes.

Nivel técnico profesional-técnico

Entre las ocho ocupaciones de nivel tecnológico, la más crítica fue la correspondiente a técnico en instrumentos industriales, ya que en el 2015 solo se logró cubrir el 30% de las vacantes del mercado laboral y a que a partir de las proyecciones de graduados en programas relacionados, se estimó que se requieren 75 meses para satisfacer la diferencia entre inscritos y vacantes. Ahora bien, las menos crítica fueron las ocupaciones de técnico en mecánica y construcción mecánica, inspectores de construcción y contratistas y supervisores, electricidad y telecomunicaciones, ya que lograron satisfacer más del 80% de las vacantes y se requiere poco tiempo para cubrir la demanda insatisfecha según la proyección de egresados en programas afines.

Cuadrante III

Entre el 2009 y el 2014 el número de matriculados en programas que responden a las ocupaciones de este cuadrante ha venido aumentando, mientras que el número de vacantes se mantiene bajo, lo que genera sobreoferta de talento humano.

Nivel calificado

Se clasificaron en este cuadrante ocho ocupaciones del nivel calificado que presentaron entre dos y 14 inscritos por vacante del mercado laboral en el 2015. Dado que el número de matriculados en programas afines a estas ocupaciones creció entre el 27% y el 63% en el periodo 2009 – 2014 y desde la oferta educativa existe una gran variedad de programas que satisfacen la formación requerida para las ocupaciones de este nivel, se prevé un riesgo de desempleo para el talento humano con esta formación.

Nivel técnico profesional-técnico

La ocupación de agricultores y administradores agropecuarios es la más crítica de este cuadrante, dado que en promedio se presentaron 94 inscritos por vacante en el 2015. Esto se debe al aumento con el paso del tiempo del número de matriculados en programas que satisfacen esta ocupación (267% entre 2009 y 2014) y la poca demanda del mercado laboral en este sector (19 vacantes en el año 2015). Por otro lado, la ocupación de entrenadores y preparadores físicos, a pesar de la baja demanda, tuvo un aumento en el número de matriculados de más de 150% entre 2009 y 2014.

Nivel elemental

En este cuadrante se clasificaron dos ocupaciones que no presentan una situación crítica, dado que durante el año 2015 tuvieron en promedio tres o cuatro inscritos por vacante del mercado laboral. Esta situación puede mejorar, debido a que entre el 2009 y el 2014 el número de matriculados en programas para formar ayudantes de otros oficios se incrementó en 215% y en programas que forman para otras ocupaciones de las ventas en 178%, por lo que la proyección de egresados es alta. Esto impacta de manera negativa las expectativas de empleo de las personas con este tipo de formación.

Recomendaciones

Para el cuadrante I se recomienda estudiar las causas del bajo número de personas interesadas en formarse para ocupaciones en las que existen vacantes insatisfechas y para el cuadrante III las razones por las que hay un gran número de matriculados en programas académicos que forman para ocupaciones con poca demanda en el mercado laboral.

Es necesario establecer canales de comunicación entre las instituciones educativas y el sector productivo, con el fin de ajustar la oferta de programas académicos de educación para el trabajo a las necesidades reales en cuanto a vacantes y cualificación en las empresas, así como estimular entre los bachilleres estudios asociados con ocupaciones demandadas, de manera que se logre mejorar la relación de pertinencia en los cuadrantes I y III.

Referencias

Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), Tendencias de las ocupaciones, [25 de agosto de 2015], disponible en línea: < <http://observatorio.sena.edu.co/Comportamiento/Tendencia> >

Medellín, 5 de mayo de 2016





Facultad de Ingeniería Industrial
Medellín – Bucaramanga – Montería – Palmira - Manizales

DESARROLLO DE UNA PROPUESTA DE NEGOCIO PARA IMPLEMENTAR EN EL LABORATORIO FINANCIERO DE LA UNIVERSIDAD PONTIFICIA BOLIVARIANA

Luz Stella Restrepo Ruiz, Jose Luis Cataño Giraldo, Natalia Molina Montoya

Contacto: Luz Stella Restrepo Ruiz, luzstella.restrepo@upb.edu.co, Jose Luis Cataño Giraldo, jose.catano@upb.edu.co, Natalia Molina Montoya, natalia.molinam@upb.edu.co

Introducción

El objetivo del trabajo es “Desarrollar una propuesta de negocios para implementar en el nuevo Laboratorio Financiero de la Universidad Pontificia Bolivariana”, que sirva como dinamizador tanto de la universidad, como de la ciudad de Medellín en cuanto a todos los temas relacionados con las finanzas, lo que posteriormente se convierta en logros para todos aquellos actores que intervienen de manera directa con este tema.

La propuesta de negocio está enfocada en potencializar el Laboratorio Financiero, ya existente dentro de la universidad para que este cumpla con la función de integrar las diferentes unidades de negocio dentro de la misma, a través de la prestación de servicios con relación a los temas financieros y, a su vez, canalizar la relación de la universidad con el entorno empresarial.

El enfoque estará destinado principalmente en la búsqueda y materialización de las oportunidades que el nuevo Laboratorio Financiero de la UPB, sede Medellín, pueda presentar para la universidad como institución educativa, teniendo en cuenta los beneficios que le puedan traer a la universidad, a través de los diferentes agentes, que tienen acceso al mismo, tanto internos como externos.

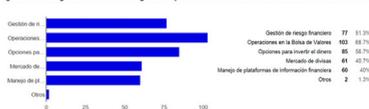
Metodología

Primer paso. Encuesta a estudiantes UPB:

Aplicación de la Encuesta con el fin de determinar los intereses de los estudiantes:

Figura 1. Temáticas de interés para los estudiantes.

¿Cuál de las siguientes temáticas le gustaría que se trataran en el laboratorio financiero de la UPB?



Segundo Paso. Referenciamiento en otros laboratorios:

Visitas a los diferentes laboratorios de la ciudad con el fin de determinar los servicios prestados por estos:

Tabla 1. Consolidación de servicios.

Nombre del Laboratorio	Dirección	Teléfono	Correo Electrónico	Servicios Prestados
Centro de Estudios Financieros
...

Tercer Paso. Conceptualización de la propuesta:

Definición del modelo conceptual de la propuesta de valor para el Laboratorio Financiero.

Figura 2. Propuesta de negocio.



Resultados

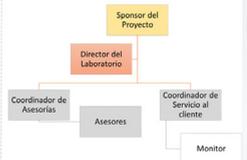
Definición de un modelo de inteligencia de negocios para el mejoramiento de los procesos de transferencia de conocimiento y toma de decisiones, dirigido a prestación del servicio de asesorías tanto para Mipymes como para CDE.

Figura 3. Proceso inteligencia de negocios.



Estructuración del piloto de funcionamiento a través de la construcción del Organigrama para el Laboratorio Financiero.

Figura 4. Organigrama Laboratorio Financiero.



Valoración financiera del proyecto, se calcularon indicadores como el VPN y la TIR, que permitieron concluir una viabilidad financiera para el proyecto.

Tabla 2. Flujo de caja proyectado.

ESTADO FINANCIERO	PERI	PERI	PERI	PERI
INGRESOS OPERATIVOS
EGRESOS OPERATIVOS
INGRESOS FINANCIEROS
EGRESOS FINANCIEROS
INGRESOS DE CAPITAL
EGRESOS DE CAPITAL
INGRESOS DE OTROS
EGRESOS DE OTROS
INGRESOS DE OTROS
EGRESOS DE OTROS

Tabla 3. Resultados obtenidos

INDICADOR	VALOR
TASA	6.78%
VPN	\$ 15,654,378.33
TIR	8.78%

Agradecimientos

José Luis Cataño Giraldo y Natalia Molina Montoya queremos agradecer a todos los docentes, familiares y personas que estuvieron durante la realización de este trabajo, brindando soporte y acompañamiento a todo el proceso de desarrollo.

- Tecnológico de Antioquia. (08 de 06 de 2015). *Tecnológico de Antioquia*. Recuperado el 22 de 09 de 2015, de http://www.tdea.edu.co/index.php?option=com_content&view=article&id=1325:programacion-mes-de-octubre-2014&catid=37:noticias-complejo-financiero
- Universidad de Medellín. (s.f.). *www.udem.edu.co*. Obtenido de <http://www.udem.edu.co/index.php/diplomados-cursos-y-seminarios>
- ORACLE. (2016). Recuperado el 20 de 04 de 2016, de http://www.oracle.com/ocom/groups/public/@otn/documents/webcontent/317529_es.pdf



Universidad
Pontificia
Bolivariana



VII ENCUENTRO DE
INVESTIGACIÓN
FORMATIVA
Nacional

Ing. Industrial / Ing. Administrativa / Ing. Calidad



Facultad de Ingeniería Industrial
Medellín - Bucaramanga - Montería - Palmira - Manizales

PERFORADORA Y PLATO LIJADOR

Maira Daza, John Galíndez, Solvey Giraldo, Natalia López

Docente: Ing. Rubén Darío Parra Zuleta

ruben.parra@upb.edu.co

Introducción

Resumen: La perforadora y el plato lijador, es una máquina que se diseñó para cumplir dos funciones en una misma estructura metálica y un motor eléctrico.

Su diseño permite perforar piezas de madera que requieran un orificio mayor a 10cm y de diferentes tamaños, reduce el esfuerzo físico de las personas que lo operan reduciendo al máximo posibles fracturas en sus miembros superiores.

El plato lijador es una máquina de simple función que permite que las personas realicen diferentes tareas como: pulir superficies toscas de madera y metal, afilar herramientas, entre otras.

Metodología

En una planta de producción donde se fabrican diferentes estilos de muebles de madera para intemperies, se hace notar que las personas que laboran allí, aunque cuentan con las herramientas y máquinas necesarias para esta labor, carecen de un instrumento útil para perforar, una pieza llamada granada, esta va ensamblada en la parte superior de las sombrillas, las cuales se fabrican en diferentes dimensiones, razón por la cual las granadas llevan diferentes tamaños de agujeros, ya que por ser superficies mayores a 10cm no se pueden realizar con un taladro de árbol y si se hace con un taladro manual se corre el riesgo de que el operario se fracture sus miembros superiores y se demoren más tiempo con los agujeros de estas granadas, ya que este trabajo dura aproximadamente 1,5 horas.



Resultados

Se toma este tipo de solución de acuerdo a la problemática que se ve en la máquina, la falta de tiempo, esfuerzo y de precisión, con opiniones de los mismos trabajadores que la operan día a día, lo que garantiza una mejor seguridad a nivel industrial. Pero también mejoraremos la optimización debido a que se va tener una mejor calidad en el perforado y disminuirémos de manera significativa los tiempos de las piezas terminadas y con una mejor productividad.



Agradecimientos

Este proyecto es el resultado del esfuerzo conjunto de todos los que formamos el grupo de trabajo. Por esto agradecemos principalmente a Dios por estar en estos momentos donde nos encontramos, a la Universidad Pontificia Bolivariana por permitir los encuentros de investigación y, en especial, al profesor Rubén Darío Parra por apoyarnos en nuestro proceso de formación.

Referencias

Bricotodo. (s.f.). Obtenido de <http://www.bricotodo.com/lijar.htm>
Taladradora. (15 de 09 de 2015). Obtenido de <http://pcpiluisvives.webcindario.com/Actividad%2061%20Bis%20Taladrado.htm>
woodgears.ca. (s.f.). Obtenido de https://woodgears.ca/horizontal_boring/jig_es.html

Medellín, 5 de mayo de 2016



Universidad
Pontificia
Bolivariana



VII ENCUENTRO DE
INVESTIGACIÓN
FORMATIVA
N a c i o n a l
Ing. Industrial / Ing. Administrativa / Ing. Calidad



Facultad de Ingeniería Industrial
Medellín - Bucaramanga - Montería - Palmira - Manizales

Sistema de Control de impurezas con base en Rayos UV

Nicolás Gutiérrez Hoyos, Carolina López Durán & Rubén D. Parra.

Contacto: Nicolás Gutiérrez Hoyos, nicolas.gutierrez@upb.edu.co

Introducción

La principal problemática a la que se ve enfrentada la industria alimenticia es la contaminación del producto durante los diversos procesos que la misma atraviesa.

La luz ultravioleta permite que muchos materiales al hacer contacto con esta sean fluorescentes; en algunos casos, la aparición de colores permite identificar objetos y sustancias que son desapercibidos por el ojo humano.

Haciendo énfasis principalmente a la detección superficial de bacterias, se propone la creación un artefacto que posea la capacidad de evidenciar agentes externos, ya sea que se encuentren en el cuerpo del operario o en sus utensilios de trabajo.

Metodología

Se opta por emplear dos (2) lámparas de luz negra (Black light) de 120v con espectro visible de 6400k (luz del día) y haciendo énfasis en las normativas de áreas de salud ocupacional y seguridad industrial se decide trabajar sobre el rango de los 80-90 LM; dando solo como resultado la detección de agentes contaminantes sobre el cuerpo y herramientas.

Una vez que se comprueba la efectividad y la potencia de la lámpara se realizan pruebas sobre herramientas, manos y prendas de vestir que estuvieron en contacto con sustancias como grasas y aerosoles.

La prueba se repite realizando la simulación del conducto regular que realiza un trabajador al ingresar en áreas donde se presenta contacto con productos alimenticios; se busca detectar si las prendas de vestir (batas, cofias y tapabocas) presentan agentes contaminantes antes de ingresar a dicha área y si el lavado y secado de manos se hizo de manera efectiva.

Se efectúan pruebas en alimentos en su etapa final de producción (producto terminado) y se comprueba si estos se encuentran libres de agentes contaminantes que no se aprecian a simple vista.

Resultados

En el caso de las herramientas se obtienen tonalidades leves y se requiere que la distancia que hay entre la luz y el objeto se vea reducida.

Con EPP (gafas y prendas de vestir) se presencian manchas con tonalidad fluorescente, en las que se evidencian sustancias más fuertes y de mayor concentración, tales como: sudor, jabones y desinfectantes, los cuales son pasados por alto.

Procedimientos como el lavado de manos y la aplicación de bactericidas dejan altas concentraciones en comisuras y uñas, lo que facilita la contaminación del producto.

En productos terminados, como los enlatados, se evidencian múltiples tonalidades leves en las superficies, donde se requiere el contacto humano necesario para consumir dichos alimentos.

Agradecimientos

Jhoan Cristián Gómez Martínez - Tecnólogo en ingeniería electrónica

Referencias

http://catalog.miniscience.com/catalog/electricity/Black_Light_Us.es.htm

<http://spynet.mercadoshops.com.mx/lampara-de-luz-ultravioleta-100-leds-lentespilasdetector-27xJM>





Facultad de Ingeniería Industrial
Medellín – Bucaramanga – Montería – Palmira – Manizales

ANÁLISIS DE LA SIMULACIÓN DISCRETA EN UNA EMPRESA DE PRODUCCIÓN DE TARTAS

María Fernanda Buitrago Montoya, Javier Darío Fernández Ledesma (docente)
Contacto: maria.buitrago@upb.edu.co

Introducción

El siguiente trabajo es un modelo de simulación realizado para representar el proceso productivo de una empresa argentina de tartas, la cual cuenta con cuatro procesos: horneado, reposo o enfriamiento, empaquetamiento y refrigeración.

Metodología

- Definición del sistema: restricciones, variables, entre otros.
- Construcción del modelo.
- Recopilación de la información.
- Validación estadística.
- Realización de la programación dinámica en ProModel.

Lo anterior se realizó con el propósito de optimizar los cuellos de botella formados en el sistema. Como primer paso se ubicó cada locación: mesa de llegada (almacén), horneado, mesa de reposo, empaquetamiento, refrigeración; luego se definió la entidad que es la tarta, seguido de su llegada para definir la cantidad de ocurrencias y su frecuencia y, finalmente, se estableció cada una de las operaciones que lleva a cabo cada locación. (Ver Figura 1).

Resultados

Al realizar la simulación del proceso se analiza que la producción de las tartas se lleva a cabo en 27,35 horas (1,14 días), es decir, que requiere de esa cantidad de tiempo para hornear, enfriar, empaquetar y refrigerar 216 tartas.

Con respecto al cuello de botella del proceso, se puede decir que es el empaquetamiento el que lo forma, debido a que su utilización es muy alta (92,34%).

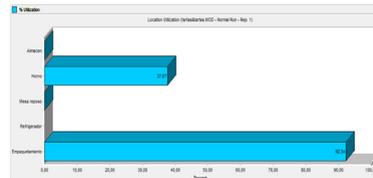


Figura 2. Porcentaje de utilizations según el modelo.

Conclusiones

Para solucionar el cuello de botella hallado, se recurre a aumentar la capacidad del empaquetamiento, esto posiblemente mediante la contratación de una tercera persona para agilizar el proceso. Al llevar a cabo esta sugerencia fue posible disminuir en un 24,33% el cuello de botella hallado en el sistema.



Figura 1. Modelo de simulación propuesto.

Referencias

- García, E. García, H & Cárdenas, L. (2006). Simulación y análisis de sistemas con ProModel. México: Pearson educación.
- Cres, A. (1989). Simulación de procesos con PC. España: Marcombo Boixareu editores.
- Guasch, A. & Píera, M. (2009). Modelado y simulación: aplicación a procesos logísticos de fabricación y servicios. España: Ediciones Upec.

Medellín, 5 de mayo de 2016



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

SU OPINIÓN



Para la Editorial UPB es muy importante ofrecerle un excelente producto.
La información que nos suministre acerca de la calidad de nuestras publicaciones será muy valiosa en el proceso de mejoramiento que realizamos.
Para darnos su opinión, comuníquese a través de la línea (57) (4) 354 4565
o vía e-mail a editorial@upb.edu.co
Por favor adjunte datos como el título y la fecha de publicación, su nombre, e-mail y número telefónico.

ISSN 2539-3243



9 772539 324001

