

VI Encuentro Nacional de Investigación Formativa Ingeniería Industrial Medellín

Memorias

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



**Universidad
Pontificia
Bolivariana**

© Editorial Universidad Pontificia Bolivariana

VI Encuentro Nacional de Investigación Formativa - Memorias

ISSN: 2322-7672

Primera edición, 2015

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 (e): Natalia Uribe Angarita

Coordinación de producción: Ana Milena Gómez Correa

Diagramación: María Isabel Arango Franco

Corrector de estilo: Fernando Aquiles Arango Navarro

Dirección editorial:

Editorial Universidad Pontificia Bolivariana, 2015

Email: editorial@upb.edu.co

www.upb.edu.co

Telefax: (57) (4) 354 4565

A.A. 56006 - Medellín - Colombia

Radicado: 1377-27-07-15

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

Contenido

Análisis socioeconómico de la población con asentamiento en la cantera el cielo situado en el corregimiento de Valencia de Jesús, Cesar, Colombia	5
Proyecto Hidroeléctrica de Ituango y su abordaje desde la Ingeniería Industrial	25
Herramienta de diagnóstico y clasificación para Unidades Productivas de los Cedezos de Medellín	37
Máquina didáctica de impacto Universidad Pontificia Bolivariana - Seccional Palmira	57
Simulación del proceso de fabricación de una mesa de plástico	81
Modelo de asignación de transporte para la minimización de costos de cosecha en un trapiche panelero	95
Propuesta de un modelo de competencias para el proyecto: Modelo Educativo Integral para la ciudad de Barrancabermeja	119
Desarrollo de una propuesta para el mejoramiento de la productividad y la competitividad en una empresa del sector fruticultor en el Oriente de Antioquia	141
La planeación estratégica, un modelo de permanencia o supervivencia	161

Análisis socioeconómico de la población con asentamiento en la cantera el cielo situado en el corregimiento de Valencia de Jesús, Cesar, Colombia

Leonard Andrés Ávila Contreras (Estudiante)

AREANDINA- Fundación Universitaria del Área Andina
Facultad de Ingeniería
Valledupar-Colombia
leavila@areandina.edu.co

Víctor Alfonso Molina Mandón (Estudiante)

AREANDINA- Fundación Universitaria del Área Andina
Facultad de Ingeniería
Valledupar-Colombia
vimolina@areandina.edu.co

Martha Lucía Mendoza Castro (Docente)

AREANDINA- Fundación Universitaria del Área Andina
Facultad de Ingeniería
Valledupar-Colombia
marthamendoza3@gmail.com

Resumen

Este proyecto consiste en el análisis socioeconómico de la población asentamiento en la cantera “El Cielo”, su objetivo principal es analizar los factores socioeconómicos de empleo, salud, educación y vivienda a través de encuestas, para así establecer líneas de intervención con el fin de mejorar las condiciones de vida de los habitantes. La investigación comenzó con una descripción de los enfoques cuantitativos y cualitativos de la cual se derivan las características de la población.

Palabras clave

Población, socio-económico, asentamiento

Abstract

This project consists of the socio-economic analysis of population settlement in the quarry "Heaven ", the main objective is to analyze the socio demographic , employment , health, education and housing issues through surveys and establish lines of intervention in order to improve the living conditions of the inhabitants. The investigation started with a description of quantitative and qualitative approaches resulting characteristics of the population.

Keywords

Population, Socio-economic and settlement

Introducción

El ser humano, día a día ha tenido la gran necesidad de satisfacer sus necesidades básicas, generando para este un desarrollo en su entorno, y beneficiándolo de manera recíproca a como se ha desempeñado con su esfuerzo. Pero esto debe generarse en un ambiente sano, donde los daños no afecten a su vida ni al entorno, si es que lo afectan; para así garantizar una mayor eficiencia en esta mejora. En este proyecto, queremos dar a conocer los análisis desarrollados de manera socio-económica en un ámbito investigativo, planteado en la cantera El Cielo ubicada en el corregimiento Valencia de Jesús, Cesar. Por medio de encuestas realizadas, identificar las consecuencias sobre los pobladores aledaños a esta cantera, y el poco beneficio que ha brindado el gobierno.

Método

La presente investigación se llevó a cabo en la población con asentamiento en la cantera El Cielo, situada en el corregimiento de Valencia de Jesús, Cesar, Colombia. De acuerdo con los objetivos planteados, se ubicó en una descripción con enfoques cuantitativo y cualitativo, en la cual se utilizó un tipo de estudio descriptivo exploratorio para conocer las características de la población.

Para llevar a cabo este objetivo, se diseñó una encuesta de tipo descriptiva, la cual fue aplicada casa por casa al padre y/o madre cabeza de familia o alguna persona mayor de edad responsable en el hogar. Dicha encuesta estuvo compuesta por preguntas abiertas, estructuradas (dicotómicas y en abanico) y parcialmente estructuradas donde se preguntó sobre los aspectos sociodemográficos, laboral, salud, educación y vivienda.

Resultados

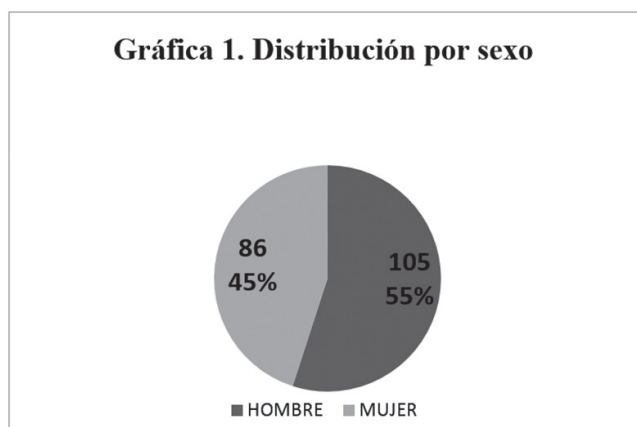
Factores sociodemográficos

Son las características sociales de la población, y a continuación se analizan las variables del censo aplicado en la población con asentamiento en la cantera El Cielo situada en el corregimiento de Valencia de Jesús, Cesar.

Sexo

El sexo se refiere a aquella condición de tipo orgánica que diferencia al hombre de la mujer, ya sea en seres humanos, plantas y animales.

Se observa que la distribución de hombres (55%) es mayor que la de mujeres (45%) en la población ubicada en la cantera El Cielo.



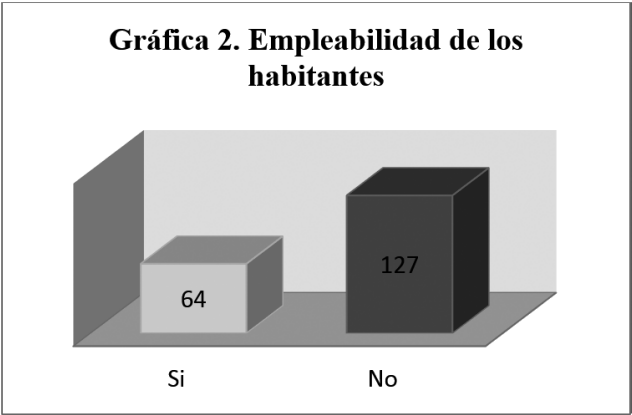
Diseño 1. Ávila L., Molina V

Factores laboral y ocupacional

En relación a estos factores se describen y analizan los temas concernientes a las ocupaciones, tipo de contrato y la actividad económica de la población de la mina El Cielo.

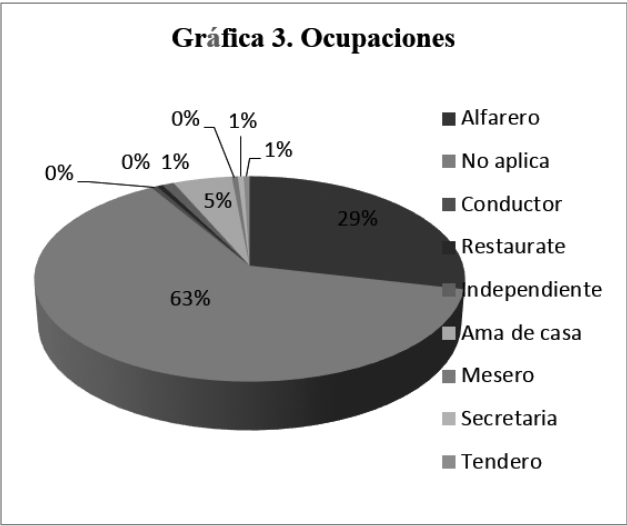
Empleabilidad y ocupaciones

Con relación al personal que tiene cualquier actividad laboral en este asentamiento se encuentra que solo (64) manifiesta tener alguna actividad, por otro lado el resto de la población encuestada no tiene como actividad trabajar (127), por ello no tiene ningún contrato y se encuentra desempleada.



Diseño 2. Ávila L., Molina V

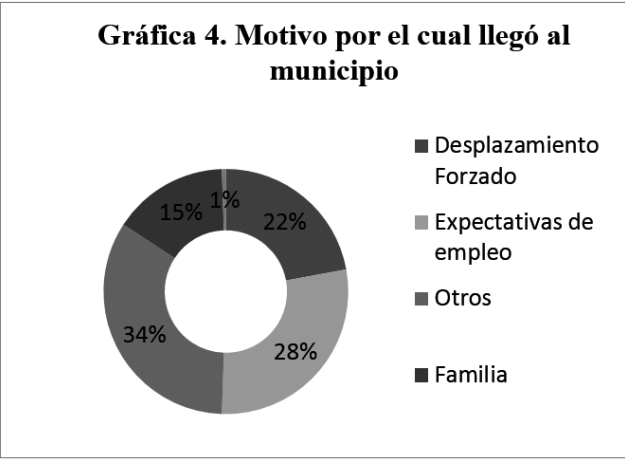
En la gráfica 3. se observa que 29% de las personas que trabajan son de ocupación alfareros, seguido de las señoras amas de casa con un 5%.



Diseño 3. Ávila L., Molina V

Motivo por el cual llegó al municipio

En este punto se describen los motivos por los cuales los habitantes de la mina El Cielo llegaron a asentarse en ese lugar, teniendo en cuenta las razones cabe resaltar que parte de la población fue víctima del conflicto armado, lo que causó el desplazamiento forzado hasta ese lugar 22% (42), muchos de los encuestados manifestaron como causal la búsqueda de empleo o expectativas de empleo con un 28% (54), otros de los motivos fueron familiares, el 15% (29), nacimientos en ese lugar ocupó un 1% y la otra parte manifiesta otros motivos particulares ocupando el 34% (64).



Diseño 4. Ávila L., Molina V

Afiliado al fondo de pensiones

En este aspecto de la población total solo el 3% (6) cuenta con un fondo de pensiones, y que el restante 97% (185) no cuenta con un fondo de pensiones, cabe resaltar que esto se debe mayormente a que más de la mitad de la población no tiene un contrato fijo que les facilite un ahorro.

Tabla 1. Fondo de Pensiones

Afiliado al fondo de pensiones	Cantidad
Sí	6
No	185

Diseño 5. Ávila L., Molina V



Diseño 6. Ávila L., Molina V

Educación

Es un proceso sociocultural permanente, orientado a la formación integral de las personas y al perfeccionamiento de la sociedad. Es función esencial de la familia y la comunidad, de la misma manera es asumida también por instituciones escolares, las cuales integran el sistema educativo con normas y orientaciones explícitas. En este apartado se analizan los siguientes aspectos: lectura y escritura, nivel educativo, asistencia en educación.

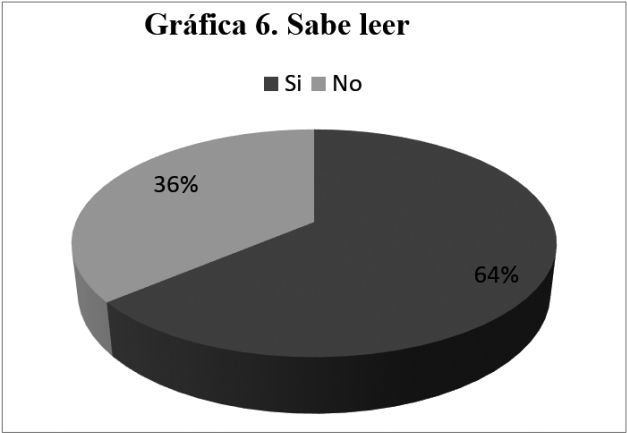
Lectura y escritura

El 64% (122) de los habitantes encuestados manifiesta saber leer, la otra parte o minoría no sabe leer, no tiene edad o no responde con un porcentaje de 36% (69).

Tabla 2. Personas que saben leer

Respuesta	Cantidad	%
Sí	122	64%
No	69	36%
Total	191	100%

Diseño 7. Ávila L., Molina V



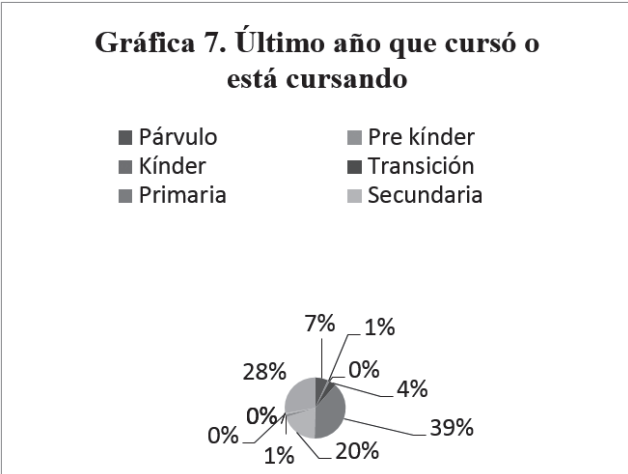
Diseño 8. Ávila L., Molina V

Nivel educativo

Tabla 3. Último Año de estudio que cursó o está cursando

Respuesta	Cantidad	%
Párvulo	13	7 %
Pre kínder	2	1 %
Kínder	0	0 %
Transición	7	4 %
Primaria	74	39 %
Secundaria	38	20 %
Téc. Profesional	3	2 %
Tecnólogo	1	1 %
Profesional	0	0 %
Postgrado	0	0 %
No Responde	53	28 %
Total	191	100 %

Diseño 9. Ávila L., Molina V



Diseño 10. Ávila L., Molina V

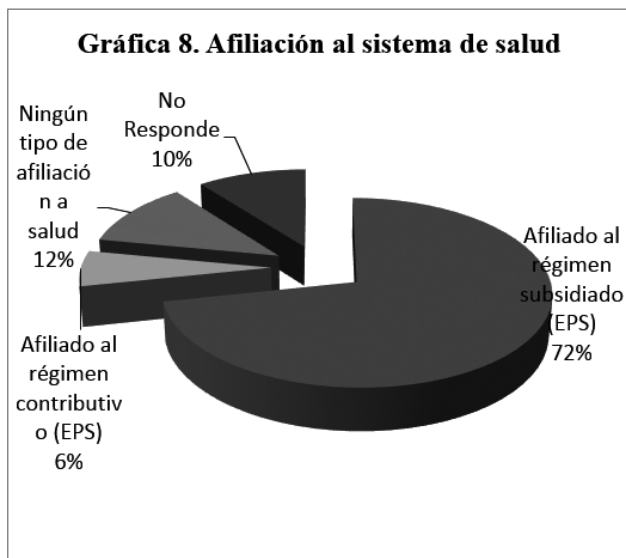
Claramente se logró percibir que el nivel educativo que predomina en el sector censado es básica primaria, con un porcentaje equivalente al 39%, seguido de secundaria con un 20%, notándose que para la educación superior el porcentaje es mínimo correspondiente a un 3%, dando como indicador que estos habitantes tiene mínimas posibilidades de acceder a la educación superior. En las zonas rurales solo existe el ciclo de educación primaria, muy pocas veces terminada por los menores, ya que su fuerza de trabajo es tempranamente requerido en la minería. Sumadas están la alta deserción escolar y la falta de centros educativos, con el agravante que los existentes están muy distantes, lo que ocasiona la pérdida de interés por aprender en los menores. Además ellos encuentran en la mina lo necesario para suplir el reducido universo de necesidades físicas e intelectuales creadas por el entorno.

Asistencia en educación

Tabla 4. Actualmente se encuentra estudiando

Respuesta	Cantidad	%
Sí	22	12 %
No	112	59 %
No Responde	57	30 %
Total	191	100 %

Diseño 11. Ávila L., Molina V



Diseño 12. Ávila L., Molina V

En cuanto a las afiliaciones al sistema de salud, se identificó que 72% se encuentran afiliados al régimen subsidiado, 6% están afiliados al régimen contributivo; lo anterior indica que la tasa de cobertura en salud es favorable en esta zona, pero se debe tener en cuenta que el 12% no se encuentra afiliado a ningún tipo de régimen y el 10% no responde, por lo que se podría pensar que este 10% tampoco se encuentra afiliado a ningún tipo de régimen.

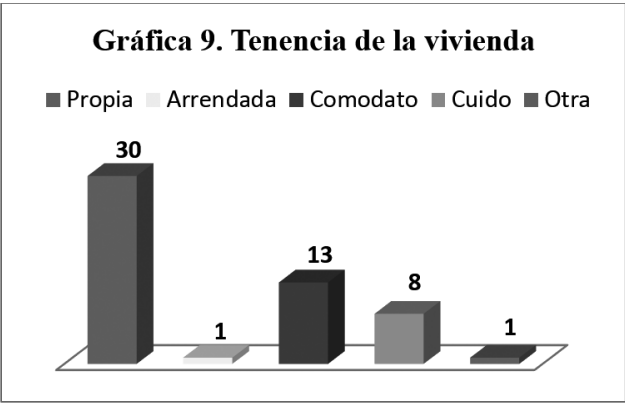
Vivienda

La vivienda es un lugar estructuralmente separado e independiente, ocupado o destinado a ser ocupado por una familia o grupo de personas que viven juntas, o por una persona que vive sola. La unidad de vivienda puede ser una casa, apartamento, cuarto, grupo de cuartos, choza, cueva, o cualquier refugio ocupado o disponible para ser utilizado como lugar de alojamiento y se caracteriza por: estar separado de otras viviendas, por paredes del piso al techo y cubiertas por un techo, tener acceso a la calle, por un pasaje o escalera sin pasar por áreas de uso exclusivo de otras viviendas y poseer uso exclusivo sobre sala, comedor, lavadero, patio de ropas, cocina y baño. (DANE, 2009). Dado que la vivienda es ocupada por varios habitantes, para el análisis de estos datos se toma como base el número de familias aproximadas (53) y no el total de la población.

Tabla 5. Tenencia de la vivienda

Respuesta	Cantidad	%
Propia	30	57 %
Arrendada	1	2 %
Comodato	13	25 %
Cuido	8	15 %
Otra	1	2 %
Total	53	100 %

Diseño 13. Ávila L., Molina V



Diseño 14. Ávila L., Molina V

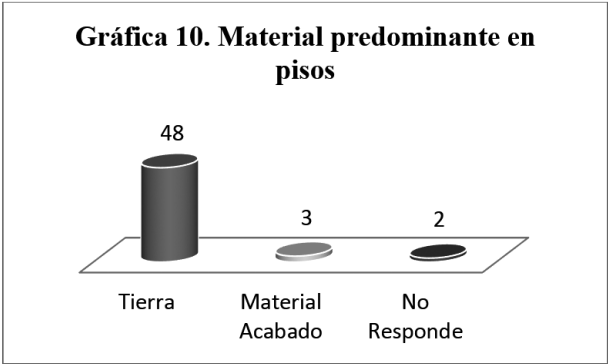
Con esta información se observa que el 57% de la población posee casa propia, lo que indica que casi la mitad del resto de la población vive en casa ajena ya sea en estado de arrendamiento que representa un 2%, comodato con un 25%, cuido con un 15% y finalmente otro con un 2%, de lo anterior se puede inferir que las viviendas de las personas que viven en los estados anteriormente mencionados pueden pertenecer a las personas que poseen casa propia.

Condiciones de la vivienda

Tabla 6. Material predominante en pisos

Respuesta	Cantidad	%
Tierra	48	91 %
Material acabado	3	6 %
No Responde	2	4 %
Total	53	100 %

Diseño 15. Ávila L., Molina V



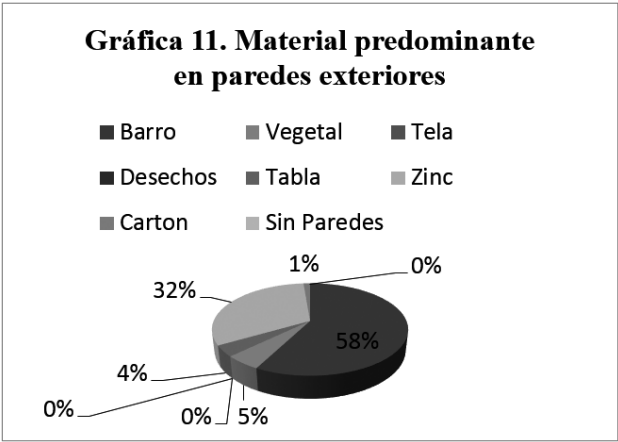
Diseño 16. Ávila L., Molina V

Teniendo en cuenta lo anterior se puede notar que el material que predomina en los pisos de las viviendas es tierra con un 91%, seguido de material acabado con un porcentaje muy mínimo: 3%.

Tabla 7. Material predominante en paredes exteriores

Respuesta	Cantidad	%
Barro	45	58 %
Vegetal	4	5 %
Tela	0	0 %
Desechos	0	0 %
Tabla	3	4 %
Zinc	25	32 %
Cartón	1	1 %
Sin paredes	0	0 %
Total	78	100 %

Diseño 17. Ávila L., Molina V



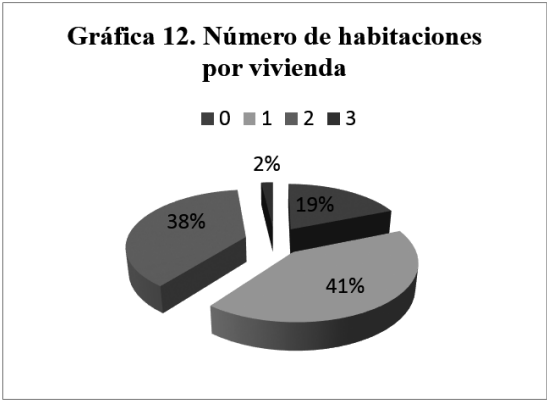
Diseño 18. Ávila L., Molina V

Podemos decir que el 58% de las familias encuestadas ocupan domicilios cuyas paredes exteriores están construidas principalmente con barro; el zinc aparece como el segundo material que utilizan las familias para sus paredes con un 32%, con estos porcentajes se puede concluir que la mayoría de las familias tienen paredes de barro y zinc.

Tabla 8. Número de habitaciones por vivienda

Respuesta	Cantidad	%
0	10	19
1	22	42
2	20	38
3	1	2
Total	53	100

Diseño 19. Ávila L., Molina V



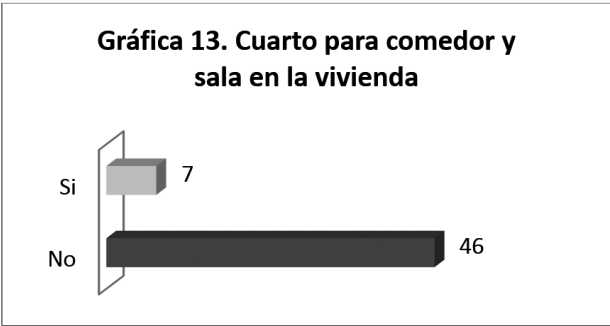
Diseño 20. Ávila L., Molina V

Los resultados que muestra la gráfica son muy positivos porque la gran mayoría de las viviendas cuenta con al menos una habitación, aquellas viviendas que registran no contar con habitación es porque no la tienen para uso exclusivo y es compartida para cocina, sala y comedor.

Tabla 9. Comedor y sala por vivienda

Respuesta	Cantidad	%
No	46	87 %
Si	7	13 %
Total	53	100 %

Diseño 21. Ávila L., Molina V



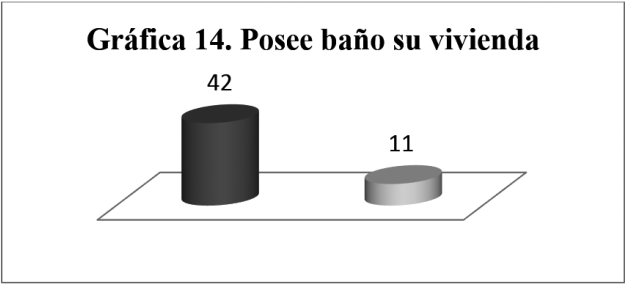
Diseño 22. Ávila L., Molina V

Se observa claramente que la mayoría de las viviendas, un 87 % de la población, no posee un cuarto exclusivo para comedor y sala, dando a entender que el sitio de comedor y sala puede ser en el mismo cuarto de la cocina o en una habitación.

Tabla 10. Posee baño su vivienda

Respuesta	Cantidad	%
No	42	79 %
Sí	11	21 %
Total	53	100 %

Diseño 23. Ávila L., Molina V



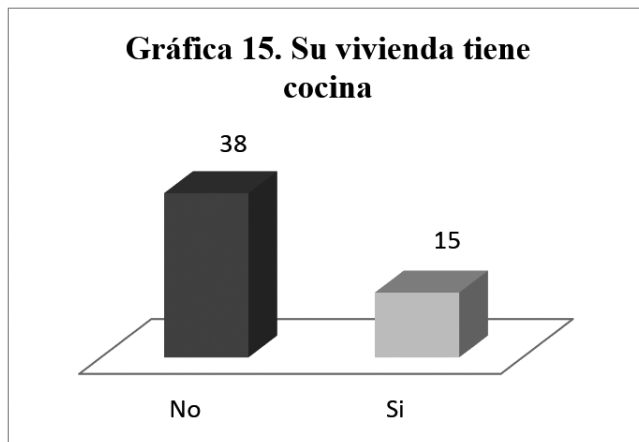
Diseño 24. Ávila L., Molina V

El baño en las viviendas se considera muy importante porque es el que permite que todas las personas que habitan la casa puedan hacer sus necesidades básicas y los resultados muestran que solo el 21 % de la población tiene baño en sus viviendas, resultado preocupante ya que las personas que no poseen baño en su vivienda salen a los alrededores de las casas a hacer sus necesidades, exponiéndose a riesgos y generando problemas de salubridad.

Tabla 11. Su vivienda tiene cocina

Respuesta	Cantidad	%
No	38	72 %
Sí	15	28 %
Total	53	100 %

Diseño 25. Ávila L., Molina V



Diseño 26. Ávila L., Molina V

La cocina es un espacio o lugar especialmente equipado para la preparación de alimentos. Una cocina debe incluir como mínimo quemadores, un lavaplatos, muebles para almacén y una superficie de trabajo; los resultados muestran que solo el 28 % de la población cuenta con cocina en su vivienda, lo que da a entender que la gran mayoría de la personas cocina sus alimentos en sitios no adecuados para tal fin.

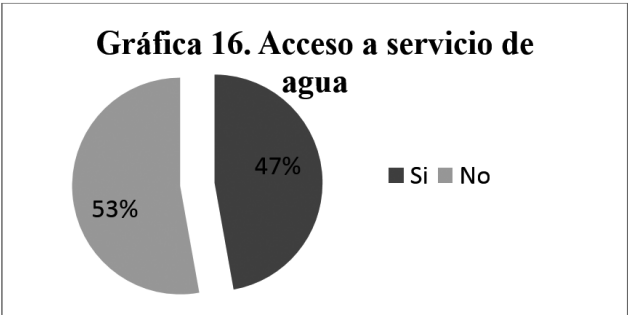
Servicios públicos con los que cuenta la vivienda

Se consideran servicios públicos domiciliarios porque se reciben en la residencia de las personas o en su sitio de trabajo y sirven para satisfacer necesidades básicas. Respecto a los servicios públicos, a continuación se analiza la situación en torno a agua, agua potable, red sanitaria, pozo séptico, gas natural, cilindro de gas, energía eléctrica, telefonía fija, telefonía móvil e internet.

Tabla 12. Acceso a servicio de agua

Respuesta	Cantidad	%
Sí	25	47 %
No	28	53 %
Total	53	100 %

Diseño 27. Ávila L., Molina V



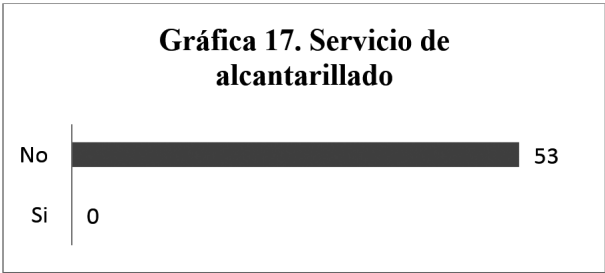
Diseño 28. Ávila L., Molina V

El servicio de agua es fundamental para todas las personas que habitan en el hogar y los resultados muestran que más de la mitad de la población no cuenta con este importante servicio el cual representa un 53 %, y el 47 % restante de la población dice contar con este servicio; cabe aclarar que no es agua apta para el consumo humano.

Tabla 13. Acceso a servicio de alcantarillado

Respuesta	Cantidad	%
Sí	0	0 %
No	53	100 %
Total	53	100 %

Diseño 29. Ávila L., Molina V



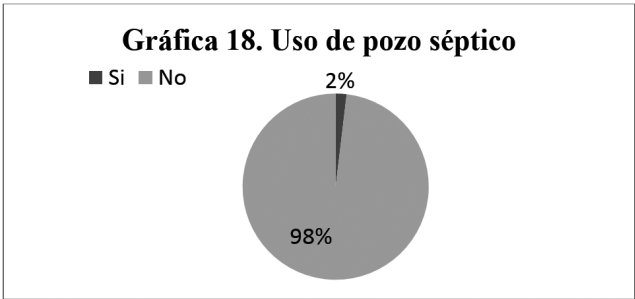
Diseño 30. Ávila L., Molina V

El servicio de alcantarillado es la recolección de residuos principalmente líquidos (aguas negras) por medio de tuberías y conductos, se evidencia la carencia de este servicio dado que ninguna persona goza de este mismo, así lo muestra el resultado.

Tabla 14. Uso de pozo séptico

Respuesta	Cantidad	%
Sí	1	2 %
No	52	98 %
Total	53	100 %

Diseño 31. Ávila L., Molina V



Diseño 32. Ávila L., Molina V

El uso de pozo séptico puede ser una solución temporal cuando no se cuenta con el servicio de alcantarillado, pero los resultados no son muy positivos porque tan solo el 2% de la población que representa a uno sola familia usa pozo séptico para la recolección de los residuos principalmente líquidos.

Conclusiones

La población con asentamiento en la cantera El Cielo, ubicada en el corregimiento de Valencia de Jesús, Cesar, siempre se ha dedicado a la explotación de arcilla para la producción de ladrillo, esta ha sido su actividad económica principal y gracias a ello tienen para el sustento diario de sus familias.

Con el censo aplicado se lograron identificar aspectos muy importantes y la situación en la cual se encuentra los habitantes de la cantera El Cielo, en cuanto a factores sociodemográficos, la población en su mayoría son personas jóvenes y adultos; siendo los hombres quienes dominan en porcentaje de habitación, de los cuales un gran porcentaje se encuentra en unión libre y soltero. En cuanto al factor laboral y ocupacional en la gráfica 5, se ilustran las ocupaciones de los habitantes encuestados, en ella se evidencia que por la influencia de la cantera El Cielo los habitantes principalmente se dedican a esta labor, no obstante también hay minoría en otras ocupaciones tales como conductor, en restaurantes, meseros, secretarias, tenderos e independientes. En este mismo aspecto se demuestra que las mujeres que están desempleadas o no tienen alguna actividad se están dedicando al hogar (ama de casa). También se obtuvieron datos de personas que poseen algún tipo de discapacidad pero en un porcentaje muy bajo.

Desde hace aproximadamente 3 décadas se encuentra habitada esta población, y a medida que han pasado los años ha habido un notable crecimiento, un gran porcentaje ha venido de otras regiones a causa de la violencia, del desplazamiento y porque buscan mejores oportunidades de trabajo. En el año 2004 se evidencia gran número de personas que llegaron a la cantera, debido a que para esa época había mucha violencia.

En el sector educación, donde el gobierno actual ha venido trabajando mucho para que esta llegue hasta las zonas más apartadas, se observó, y teniendo en cuenta los resultados arrojados por el censo, que aún falta mucho por fortalecer a esta comunidad que en su mayoría solo alcanza a culminar la primaria, por falta de ingresos económicos son pocos los niños y jóvenes a los que se les ofrece la oportunidad de salir a terminar sus estudios secundarios, y aquellos que logran terminarlos no continúan sus estudios superiores, porque sus padres los enseñan a trabajar en la cantera y finalmente se quedan trabajando.

La salud como derecho constitucional debe ser prestada de manera eficiente a todos los colombianos, pero los resultados muestran claramente que en esta población aún hay personas que no cuentan con ningún tipo de afiliación al sistema de salud, preocupante situación dada las condiciones en que estas personas habitan, ya que están rodeadas de muchos riesgos que en cualquier momento pueden desequilibrar su salud.

Es indudable que uno de los criterios básicos para definir la calidad de la vivienda, se refiere a las áreas funcionales que estas poseen. Las viviendas se caracterizan por poseer estas áreas claramente definidas: una o varias habitaciones, poseen un cuarto exclusivo para cocinar, la mayoría tienen sala y comedor, muchos pueden disponer de garajes,

para el caso de las viviendas en las que habitan las personas, el mayor porcentaje de las viviendas solo tiene una sola habitación, y peor aún, la viviendas que en su mayoría solo poseen una sola habitación no cuentan con cuartos exclusivos para sala y cocina, y tampoco tienen baño. De las viviendas, el barro es el material con el cual mayoritariamente se encuentran construidas, y sus pisos son en tierra, algo muy contradictorio pues su principal actividad como ya se ha mencionado al inicio es la extracción de arcilla para la fabricación de ladrillos, lo que lleva a pensar de que todo lo que producen es para la comercialización.

Los servicios públicos domiciliarios son de vital importancia para todas las personas, especialmente los de acueducto y alcantarillado, ya que en los demás existen distintas maneras de poder suplirlos, en el caso del servicio de agua en esa comunidad no cuentan con servicio de agua potable, el agua del cual se abastecen es sacada de pozos profundos y la usan para realizar todas las actividades que requieran de este preciado líquido, tampoco cuentan con el servicio de alcantarillado que es de vital importancia porque es donde se recogen todas las aguas negras producto del uso de las personas; con relación a los demás servicios públicos existe una notable deficiencia en la prestación de los mismos, el servicio de energía eléctrica no es prestado en totalidad a toda la comunidad y en casos como el gas natural, no hay la prestación de este servicio.

Con todo lo anteriormente dicho, esta población posee un alto índice en las necesidades básicas insatisfechas como son: viviendas con hacinamiento crítico, condiciones físicas impropias para el alojamiento humano, servicios inadecuados, alta dependencia económica o niños en edad escolar que no asisten a la escuela, lo que caracterizaría a esta población en su totalidad como pobre y en pobreza extrema, ya que todas las familias poseen al menos una necesidad básica insatisfecha.

Referencias

1. Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas Bogotá, 2009.
2. Meneses, M. La utopía urbana. El movimiento de pobladores en Perú. UNMSM, Lima, 1998.
3. Ministerio de Educación Nacional, Bogotá, 2010.
4. Ramos H., M. Definiciones internacionales y alternativas metodológicas, 2000.
5. Schumpeter, JA. Historia del análisis económico. Editorial Ariel, Barcelona, 1994.

Proyecto Hidroeléctrica de Ituango y su abordaje desde la Ingeniería Industrial

Luisa Fernanda Ciro (Estudiante)

Universidad Pontificia Bolivariana
Colombia
luisaciro15@hotmail.com

Diego Alejandro Collazos (Estudiante)

Universidad Pontificia Bolivariana
Colombia
alejocc10@hotmail.com

Silvio Rosero Otero (Docente)

Universidad Católica de Manizales
Colombia
srosero@ucm.edu.co

Resumen

El presente trabajo está dedicado a exponer de manera completa el proyecto de la Hidroeléctrica de Ituango, respondiendo a preguntas de gran interés sobre este, conociendo sus antecedentes y el planteamiento inicial del proyecto, la influencia a futuro en el mercado energético colombiano y el control de los entes gubernamentales sobre este, su impacto en la ingeniería industrial, identificando su sector económico y su desarrollo a futuro se reflexiona sobre los beneficios que el proyecto generará para el norte antioqueño y para el país.

Palabras clave

Hidroeléctrica, Mercado energético

Abstract

This paper is dedicated to fully expose the hydroelectric project Ituango, answering questions of great interest about this, knowing the history of this approach and the initial project, the future influence in the Colombian energy market and control of government agencies on this, its impact on industrial engineering, identifying its industry and its future development reflects on the benefits that the project will generate for the northern Antioquia and the country.

Keywords

Hydroelectric, Energymarket

Introducción

La hidroeléctrica de Ituango será un macroproyecto de gran influencia regional y nacional, la presa estará ubicada en el norte de Antioquia, en territorios de tres municipios, contará con grandes dimensiones y gran despliegue de ingeniería en las obras que se están llevando a cabo actualmente ya que es el mayor proyecto de generación que se construye en Colombia, el cual generará 2400 MW de energía. Con el cual permitirá la exportación de energía a otros países. En la región este proyecto generará un gran desarrollo social pero principalmente se beneficiarán la industria y empresas que operan en dicha región, que junto a esto va de la mano el programa de la responsabilidad social de Empresas Públicas de Medellín (EPM), principal líder del proyecto.

El norte de Antioquia es conocido por su gran riqueza hídrica y natural, también se proyecta para ser un gran atractivo turístico ecológico; en esta zona la economía se basa en la ganadería, en los últimos años esto ha hecho que también importantes industrias se establezcan allí, principalmente de lácteos y carnes.

De igual manera en esta región actualmente los recursos hídricos se aprovechan muy bien, ya que hay cuatro embalses para la generación de la energía y además se encuentran ubicadas las hidroeléctricas Porce II, Nechí y la de Pescadero-Ituango la cual va ligada con el macroproyecto que se expone en el presente artículo.

1. Origen y antecedentes

En las décadas de 1960 y 1970 en Antioquia se pensó en construir una hidroeléctrica en Ituango, y en 1979 se hicieron los estudios previos del proyecto. Pero apenas en 1997 se dio el aval legal por parte de la Asamblea Departamental por medio de la Ordenanza 35 del 29 cuando se creó la “Sociedad Promotora de la Hidroeléctrica Pescadero S.A.” teniendo como principales socios al Departamento de Antioquia y Empresas Públicas de Medellín.

El macroproyecto se puso en marcha gracias a la Resolución 317 del 26 de agosto de 2008 del Ministerio de Minas y Energía, y se declararon de utilidad pública e interés social los terrenos necesarios para la construcción y operación del Proyecto.

La riqueza hídrica de esta región hace que existan antecedentes de otros proyectos de hidroeléctricas como Porce II que impacta al municipio de Gómez Plata. Así mismo el proyecto hidroeléctrico de Nechí que involucra a los municipios de Yarumal, Campamento, Briceño y Valdivia.

2. Ubicación y economía de la región

2.1. Ubicación

El macroproyecto Hidroituango está ubicado en el occidente de Colombia, en el departamento de Antioquia, a unos 171 kilómetros de la capital de este departamento,

Medellín, en tierras de los municipios de Briceño, Ituango y Toledo. La presa tendrá una altura de 220 metros y creará un embalse de 70 kilómetros de largo, que contendrá hasta 2.720 millones de metros cúbicos de agua. El macroproyecto conlleva realizar distintas obras complementarias y de desarrollo para la región, una de ellas son las vías de acceso a la hidroeléctrica, las cuales se iniciaron a finales del año 2009 con la construcción de una variante de 1,5 kilómetros que atravesará el casco urbano del municipio de San Andrés de Cuerquia; además de ello, se construirá una vía de cerca de 50 kilómetros que conectará el corregimiento "El Valle", del municipio de Toledo, con Puerto Valdivia, lo que permitirá la llegada de maquinaria proveniente de los puertos de la costa atlántica con más facilidad.

Figura 1. Ubicación geográfica del proyecto



2.2. Economía

La economía de la región se basa en la ganadería, importantes industrias dedicadas a los productos lácteos y cárnicos se han establecido en diferentes municipios del norte de Antioquia. De igual manera la agricultura es muy importante, ya que se cultivan papa, frijol, maíz, plátano, caña de azúcar, café, hortalizas, en menor escala papaya, ahuyama, mora, vitoria, breva, cilantro. En el municipio de Yarumal existen minas de talco y en Entrerrios se ha impulsado la creación de fábricas de confección donde se maquila.

Debido a las grandes fuentes hídricas existen hidroeléctricas de menor proporción pero igualmente importantes para el desarrollo de la economía.

2.3 Atractivos de la región

El gran atractivo en la mayoría de los municipios de esta región sin duda es el turismo ecológico, también llamado ecoturismo, pero también hay diferentes alternativas como el agroturismo y peregrinaciones católicas. Sus paisajes de montañas y altiplanos sobresalen, llamando la atención de los turistas, quienes encontrarán acogedores hoteles en los municipios de la región, los cuales se denominaron como la ruta de la leche, haciendo alusión a la principal actividad económica de la zona.

Figura 2. Panorámica sitio del proyecto



3. Mercado energético

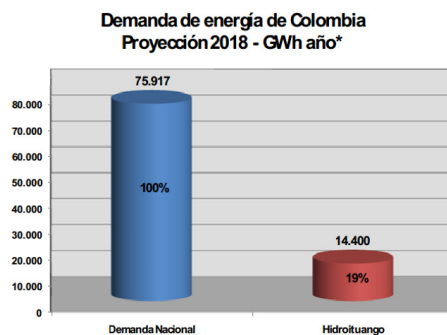
El mercado energético colombiano está conformado por distintas organizaciones y empresas que cumplen diversas funciones en los mercados de transmisión, distribución, generación y comercialización de energía. Actualmente está regulado por el Ministerio de Minas y Energía y la Comisión de Regulación de Energía y Gas por medio de la resolución CREG 026, la cual sirve como mecanismo para definir las reglas de la operación y administración del mercado de energía mayorista bajo condiciones de riesgo de desabastecimiento.

La entidad que se encarga de administrar y operar el mercado eléctrico colombiano es XM Compañía de Expertos en Mercados, la cual es empresa filial de la empresa ISA, su actividad se centra en operar el Sistema Interconectado Nacional colombiano a través del Centro Nacional de Despacho (CND) y de administrar el

Mercado de Energía Mayorista (MEM). Además, XM administra las Transacciones Internacionales de Electricidad de corto plazo (TIE) con Ecuador y coordina la operación interconectada con el Sistema Eléctrico Venezolano.

Hidroituango influirá en gran proporción en el mercado energético puesto que su proyección no solo será de generar energía a nivel nacional y sino a nivel internacional permitiendo la exportación de energía a distintos países, también tendrá la capacidad de asegurar la energía provisional para los proyectos industriales y el puerto de Urabá principalmente.

Figura 3. Grafica de la Demanda de Energía a 2018



Fuente: <https://www.dnp.gov.co/Portals/0/archivos/documentos/GCRP/Presentaciones/Hidroel%C3%A9ctrica%20Ituango.pdf>

4. Características principales

4.1. Objeto

El principal objeto del proyecto será el diseño, la operación, promoción, construcción, mantenimiento y comercialización de energía nacional e internacionalmente.

De igual manera caracterizarse por su rentabilidad, participación activa en el mercado, ser un gran aporte al medio ambiente y tener un compromiso con el desarrollo social y económico con las comunidades que rodean al proyecto.

4.2. Composición accionaria

Hidroituango tiene tres principales entidades accionarias las cuales lideran el proyecto.

Figura 4. Composición Accionaria del proyecto

ACCIONISTAS	ACCIONES	%
Instituto para el Desarrollo de Antioquia (IDEA)	49.098.596	50,54%
Empresas Públicas de Medellín E.S.P. (EPM)	44.823.912	46,14%
Departamento de Antioquia	2.075.963	2,14%
Otros accionistas	1.148.637	1,18%
TOTAL	97.147.108	100,00%

Fuente: <https://www.dnp.gov.co/Portals/0/archivos/documentos/GCRP/Presentaciones/Hidroel%C3%A9ctrica%20Ituango.pdf>

4.3 Datos técnicos

Los datos técnicos del proyecto se centran en la capacidad de generación eléctrica, costos e información de las obras en todas sus fases.

Hidroituango iniciará operaciones en el año 2018, será una hidroeléctrica de 2400 MW, lo que representa el 18% de capacidad instalada del país actualmente, de bajo impacto ambiental, con un costo estimado de 2.290 millones de dólares, 980 por Kw instalado, se estima 1.085 de GWh ya vendidos en subasta por cargo de confiabilidad.

En las obras de retención es importante resaltar algunos datos de dimensiones fundamentales. La presa es un enrocado con núcleo de tierra, con una altura de 225 metros y un volumen de 19 millones de m³.

El embalse cuenta con un volumen total de 2.700 millones de m³, tiene un área inundada de 3800 hectáreas con una longitud de 79 kilómetros y el caudal medio del río es de 1.010 m³/seg.

El vertedero es un canal abierto controlado con compuertas radiales, y el diseño de su caudal es de 22.600 m³/seg. Así mismo la desviación tiene dos túneles de 1.035 y 1.250 m respectivamente.

De igual manera se presentan las características de los principales equipos, serán 8 turbinas de 307 con un salto neto nominal de 197 m, el caudal de diseño será de 196 m³/seg y su velocidad de rotación será de 180 revoluciones / minuto. Los generadores tendrán una capacidad nominal de 8 de 337 MVA con un voltaje de generación de 18 KV y su factor de potencia será de 0,9.

A continuación se presenta una descripción con algunos datos de interés:

Figura 5. Datos Técnicos del proyecto

Valor estimado de la inversión MM USD constantes de diciembre 31 de 2007	2.297
Tiempo estimado Pre y Construcción 1era Etapa 2da Etapa	2008-2017 2018-2020
Altura de presa (m)	220
Tipo de presa	ECRD
Volumen de la presa (millones de m ³)	16
Caudal de diseño (m ³ /s)	1.350
Capacidad instalada Total (MW)	2.400
1era Etapa	1.200
2da Etapa	1.200
Energía media anual (GWh)	14.400
Factor de planta	0,67
Energía Base ENFICC (GWh/año)	8.563
Empleos generados en pico de const.	4.000

Fuente: <https://www.dnp.gov.co/Portals/0/archivos/documentos/GCRP/Presentaciones/Hidroel%C3%A9ctrica%20Ituango.pdf>

4.4 Aspectos socio-ambientales

Por ser un proyecto de bajo impacto ambiental Hidroituango cuenta con unos aspectos favorables para cumplir su compromiso con la naturaleza y el medio ambiente

- Baja población en la zona del proyecto
- Actitud favorable de la comunidad hacia el proyecto
- Baja utilización agroeconómica de la tierra
- Área de inundación reducida
- Obras de infraestructura muy concentradas

5. Beneficios a la industria

La subregión del norte antioqueño tiene grandes riquezas naturales y sus actividades económicas principalmente tienen que ver con la ganadería y la agricultura que también serán grandes beneficiadas. Hidroituango beneficiará no solo a los habitantes de la región, sino también a la industria, pues ofrecerá el servicio de energía de alta calidad y amigable con el medio ambiente. Analizando en contexto fuera de la región, la hidroeléctrica servirá de apoyo a las industrias nacionales asegurando la provisión **de energía a los proyectos de la industria pesada en la zona y la exportación a otros países.**

6. Relación con la ingeniería industrial

La hidroeléctrica de Ituango se sitúa ampliamente en el sector secundario de la economía, debido a que por ser a futuro prestadora de servicios transforma materias primas en productos terminados.

Dando un enfoque desde la ingeniería industrial, el macroproyecto tiene gran afinidad o relación con este campo del conocimiento puesto que las obras que se realizan para la terminación de la hidroeléctrica son de tales características.

Una obra significativa en la que la ingeniería fue indispensable fue la desviación del río Cauca, la cual consistió básicamente en conducir las aguas del afluente por dos túneles, de 14 metros de ancho por 14 metros de altura, con el propósito de secar un tramo del lecho del torrente para construir allí la presa, un muro enrocado con núcleo de tierra de 225 metros de altura y 20 millones de metros cúbicos de volumen, en un embalse o lago de agua de 75 kilómetros.

Otra relación con la ingeniería industrial es la logística, ya que Hidroituango por su condición de macroproyecto requiere grandes operaciones de logística las cuales demandan algunos principios administrativos.

De igual manera la parte ambiental es un factor principal del macroproyecto y también un tema de interés en la ingeniería industrial, ya que cada vez se debe

preocupar por procesos más limpios y obras más amigables con el medio ambiente. En Hidroituango se ha puesto en marcha por parte de EPM un plan de manejo ambiental, el cual estuvo acompañado por la Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA), entidad del gobierno nacional que supervisa que todo se cumpla con rigor técnico y de acuerdo con lo dispuesto en la Licencia Ambiental del proyecto. El plan se encarga principalmente de procurar el rescate y la protección de la fauna del sector y traslado de aguas arriba del río Cauca.

Figura 6. Maquinaria pesada necesaria para el proyecto



Conclusiones

Hidroituango será uno de los proyectos más grandes de Colombia porque se proyecta ser a futuro una gigantesca fuente de energía para el país.

Las obras complementarias del proyecto beneficiarán aproximadamente a doce municipios del norte antioqueño

El macroproyecto se caracteriza por tener un factor de responsabilidad con el medio ambiente y con la comunidad.

Durante la realización del proyecto se han llevado a cabo grandes obras en las que la ingeniería industrial ha sido de gran importancia.

Hay un gran potencial de la actividad económica de la región, en la que se destacan la ganadería y la agricultura, pero poco a poco va creciendo el sector industrial

de diferentes productos, y la actividad turística cada vez llama más la atención de quienes visitan la región.

El desarrollo social de la población del norte de Antioquia será altamente impulsado por el proyecto, puesto que llamará la atención de grandes industrias.

Referencias

1. Empresas Públicas de Medellín. Datos del proyecto. [En línea] Disponible en: <https://www.epm.com.co/site/Home/Institucional/Nuestrosproyectos/Ituango/Datosdelproyecto.aspx>
2. Empresas Públicas de Medellín. (2014, 17 de febrero). Con la desviación del río Cauca se cumple un hito en la construcción de la hidroeléctrica Ituango. [En línea] Disponible en: <https://www.epm.com.co/site/Home/Saladeprensa/Noticiasynovedades/ConladesviaciondelrioCauca,secumpleunhitoenlaconstrucciondelaHidroelectricaltuango.aspx>
3. Hidroituango. Localización. [En línea] Disponible en: <http://www.hidroituango.com.co/index.php/localizacion>
4. Energía de Bogotá. Sector Energético en Colombia. [En línea] Disponible en: <http://www.eeb.com.co/transmision-de-electricidad/sector-energetico-en-colombia>
5. XM. (2014, 13 de mayo). Regulaciones. [En línea] Disponible en: <http://www.xm.com.co/BoletinXM/Pages/RegulacionesMay2014.aspx>
6. Departamento Nacional de Planeación. Hidroeléctrica Ituango. [En línea] Disponible en: <https://www.dnp.gov.co/Portals/0/archivos/documentos/GCRP/Presentaciones/Hidroel%C3%A9ctrica%20Ituango.pdf>
7. Revista Dinero. (2013, 18 de febrero). Colombia tiene energía para exportar. [En línea] Disponible en: <http://www.dinero.com/empresas/articulo/colombia-tiene-energia-para-exportar/169516>

Herramienta de diagnóstico y clasificación para Unidades Productivas de los Cedezo de Medellín

Jaime Andrés Niño Pacheco

Universidad Pontificia Bolivariana

Colombia

Jaime.nino.pacheco@hotmail.com

Diana Rocío Roldán Medina

Universidad Pontificia Bolivariana

Colombia

Diana.Roldan@upb.edu.co

Resumen

En el trabajo se desarrolló una herramienta de diagnóstico y clasificación diseñada para que los CEDEZO, Centros de Desarrollo Empresarial Zonal, realicen un acercamiento inicial a las UP (Unidades Productivas) e identifiquen las principales características en cada una de ellas, y de esta manera asesorar y acompañar la gestión en cada una; la herramienta está estructurada por factores críticos de desempeño seleccionados por los empresarios y asesores pertenecientes a los Cedezo. Para lograr el objetivo se realizaron diagnósticos que permitieron los resultados arrojados en cada uno. Los diagnósticos realizados permitirán monitorear el estado actual de las unidades productivas y clasificarlas.

Palabras clave

Herramienta, diagnóstico, factores críticos

Abstract

The paper was developed as a diagnostic and classification tool designed so CEDEZO, Centro de Desarrollo Zonal, would get an initial approach to the UP (production units) and identify the main features in each of them, and so advise and support the management in each one; This tool is based on critical performance factors selected by entrepreneurs and advisors from the Cedezo. To achieve the objective, diagnoses were made, which allowed the results obtained in each one of them. These diagnoses would allow monitoring the current state of production units and thereof classify them.

Keywords

Tool, Diagnosis, Critical Factors

Introducción

El siglo XX fue testigo del surgimiento de un sector industrial robusto en Antioquia, cuyo uso de mano de obra fue intensivo, empresas insignias fueron creadas en aquellos tiempos: Coltejer, Postobón, etc. El siglo XXI trajo consigo grandes cambios, la generación de empleo es mucho más atomizada por la creciente generación de pequeñas unidades productivas, estas representan el mayor empleador nacional; aquí es donde radica la importancia y la necesidad de apoyar su crecimiento y desarrollo sostenible en el tiempo. El municipio de Medellín entendiendo esta dinámica ha creado un ambiente propicio para el desarrollo de las mismas, acompañando este proceso mediante financiamiento y apoyo técnico, siendo esto una política municipal. Las universidades no han sido ajenas a esta coyuntura, dado el componente

social implícito en estas iniciativas, y han dedicado esfuerzos en aras a optimizar la operación de estas unidades productivas; así es como nace esta herramienta, es parte de un proyecto de investigación universitario.

Antecedentes

La herramienta desarrollada debía ser diseñada según los requerimientos de las unidades productivas pertenecientes a los Cedezo, por lo cual fue necesario realizar una revisión general de trabajos similares, así como de autores reconocidos en el área, encontrando lo siguiente:

Antecedentes contextuales

Cedezo

En el año 2000 se establece el proyecto “Medellín Emprende” mediante el cual se impulsaron los primeros procesos de articulación entre instituciones educativas y el Municipio en pro del fomento del emprendimiento. Cuando asume la administración municipal Sergio Fajardo, decide darle continuidad a este tipo de programas, es así como en su plan de desarrollo municipal “Medellín, compromiso de toda la ciudadanía” en la línea 4 (MEDELLÍN PRODUCTIVA, COMPETITIVA Y SOLIDARIA) incluye los componentes “Cultura y Creación de Empresas” y “Desarrollo y Consolidación”, cuyo objetivo era estimular en los jóvenes de los sectores marginales del municipio la cultura del emprendimiento, naciendo entonces Cultura E, que se define como la “capacidad de una sociedad para transformar el conocimiento en actividad productiva” (Cultura E, 2007).

Para esto aprovechó el conocimiento desarrollado en emprendimiento por diversas organizaciones y las distintas universidades, masificando la cultura del emprendimiento, la constitución y el desarrollo de nuevas empresas en función de los clúster estratégicos de la ciudad (Camara de Comercio Medellin, 2011):

- Energía eléctrica
- Textil / Confección, diseño y moda
- Construcción
- Turismo de negocios, ferias y convenciones

- Servicios de medicina y odontología
- Alimentos

Para conquistar ese objetivo de masificar la cultura del emprendimiento, Cultura E cuenta con varios componentes independientes cuyos aportes fortalecen la implementación de estrategias para la creación y fortalecimiento empresarial, estos son:

- Banco de las Oportunidades
- Cedezo
- Ciudad E
- Concursos
- Fondo del Emprendimiento
- Fórmate
- Foro Internacional del Emprendimiento, Foro E
- Medellín. ciudad Clúster
- Parque E
- Por qué Medellín
- Red de Microcrédito
- Ruta E
- Semilleros de Emprendimiento

Es entonces bajo la sombrilla de “Medellín, compromiso de toda la ciudadanía” que se establece todo el marco político para la creación de los Cedezo. estos son un programa del Banco de los Pobres, el Banco de las Oportunidades que nace bajo la estrategia de Cultura E en el año 2004, con el propósito de fortalecer el desarrollo económico de la ciudad mediante el emprendimiento, desarrollo y consolidación de micro y famiempresas en función de los clúster estratégicos de la región (Alcaldía de Medellín, 2010).

Con el fin de lograr dichos objetivos y conscientes de la existencia en la ciudad de entidades (públicas, privadas, universidades, y otras) muy sólidas en el tema del emprendimiento, los Cedezo nacen con un rol claramente definido de promotor y dinamizador de relaciones entre estas entidades y las personas emprendedoras que demandan sus servicios en barrios y corregimientos de la ciudad (Ramírez, 2010).

Unidades Productivas

Las unidades productivas son pequeños emprendimientos originados por oportunidades de negocios identificadas según la demanda local de productos, entendiendo la palabra local como espacios cercanos y conocidos por el emprendedor, por ejemplo su barrio, comuna o ciudad. Estas pueden ser reconocidas también como microempresas, porque dada la demanda a cubrir, son empresas con muy pocos trabajadores y su estructura es parecida a la de una pequeña empresa familiar, tienen en promedio 1.1 trabajadores (Guaipatín, 2003).

Este tipo de empresas son fundamentales para los países en desarrollo, los informes *Doing Business* elaborados por el Banco Mundial, que proporcionan una medición de las variables que regulan la actividad empresarial en más de 185 países, indican que un sector de micro y pequeñas empresas, aportan a la generación de empleo, erradicación de la pobreza, favorecen la inclusión social y disminuyen la criminalidad. En las economías de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) las pymes y microempresas representan 95% de las compañías, 60-70% del empleo, 55% del PIB, y generan la mayor parte de los nuevos trabajos (Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible, 2007).

En Colombia las unidades productivas son conocidas como las micro o pequeñas empresas cuya unidad de explotación económica, es realizada por persona natural o jurídica, en actividades empresariales, agropecuarias, industriales, comerciales o de servicios, rural o urbana, que cumpla con los criterios de activos y número de empleados que se presentan en la siguiente tabla, cuando son contradictorios, prevalece el factor activos (Rodríguez, 2003)

Figura 1. Clasificación de empresas según el número de empleados y activos.

Tipo de Empresa	Empleados	Activos en SMLV	Rango de Activos(\$)
Micro	Hasta 10	Menos de 501	Menos de \$166.332.000
Pequeña	Entre 11 y 50	501-5.001	\$166.332.000 -\$1.660.332.000
Mediana	Entre 51 y 200	5.001 -15.000	\$1.660.332.000 -\$4.980.000.000
Grande	Más de 200	Más de 15.000	Más de 4.980.000.000

Las micro, pequeñas y medianas empresas en Colombia equivalen al 90 por ciento de las empresas nacionales. Según algunos estimativos generan casi el 73 por ciento del empleo y participan con el 53 por ciento de la producción bruta de la industria, el comercio y los servicios (Asociación Nacional de Instituciones Financieras, 2003)

Por otro lado, según el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo generan el 63 por ciento del empleo y el 37 por ciento de la producción.

Antecedentes conceptuales

Indicador

La globalización ha creado la necesidad en cada una de las empresas, sin importar su tamaño, de aumentar su competitividad de forma exponencial. Para esto las empresas se han visto en la obligación de medir todas las actividades de sus procesos productivos mediante parámetros enfocados a las necesidades de la misma, estos dan señales sobre el correcto funcionamiento de las actividades.

Los indicadores no son producto de la imaginación de cualquier directivo de la empresa, estos son el producto de la planeación estratégica, como su nombre lo dice, debe indicar el camino a seguir para la consecución de logros, así que este es solo una parte de cualquier herramienta de diagnóstico. Los indicadores sirven para describir qué medidas o estrategias se requieren para obtener los resultados esperados (Kaplan 96); otra definición lo define como la relación entre las variables cuantitativas y cualitativas, que permite observar la situación y las tendencias de cambio en la situación observada, respecto a los objetivos y metas propuestos (Beltrán Jaramillo, 2000).

Los indicadores son reflectores de resultados que dan las acciones pasadas y a su vez, describen el desempeño que detalla cómo fueron realizadas esas acciones (Valda, 2011), pero estos no buscan descartar la intuición y los conocimientos desarrollados

por las empresas en el complejo escenario de la gestión empresarial. Empleándolos de manera correcta estos permiten ilustrar el estado de cada una de las áreas y procesos de la empresa, en este momento son utilizados como una herramienta para predecir comportamientos y tomar decisiones asertivas.

Los indicadores son herramientas que agregan valor, porque aportan información que permite mantener alineada la compañía con la planeación estratégica (efectividad) y controlar el uso de los recursos en los distintos procesos (eficiencia). Para Andrés Sánchez, coordinador de Mercadeo Visión de la Universidad de La Sabana, todo en el interior de la empresa se puede medir, pero los indicadores deben cumplir ciertos lineamientos:(Sanchez C. O., 2008)

- *Ser medibles*: lo que se desea controlar debe ser medible, ya sea en unidades, toneladas, tiempo, etc.
- *Tener significado*: el uso del indicador debe estar explicito, con el objetivo que cualquiera pueda entender su uso.
- *Poderse controlar*: debe ser controlado por el equipo parte del proceso.

Los indicadores en una organización suelen ser muchos y diversos, pero los administradores no tienen que controlarlos todos, porque esto puede hacer ineficiente e incontrolable la medición, de acuerdo con la información que aportan y su nivel de detalle, los indicadores son organizados jerárquicamente (Perez C. M., 2003):

- *Nivel estratégico*: agrupa indicadores claves, ofrece una visión global del comportamiento y políticas de la organización (Misión y Visión), está enfocado en plazos largos (años).
- *Nivel funcional*: ofrece información sobre el desempeño de las áreas funcionales que permiten el logro de las metas estratégicas, facilita la toma de decisiones de manera asertiva en plazos cortos y medianos (semestres o meses).
- *Nivel operativo*: básicamente controla el desempeño individual de empleados y equipos de forma rutinaria (días, horas), lo que permite alinear el comportamiento de estos, con las metas de la organización.

En ocasiones se suele confundir al indicador, con la fórmula utilizada para calcularlo o también determinar el indicador, después el objetivo; a la hora de fijar indicadores existen múltiples confusiones. Kaplan y Norton establecieron diferencias en el concepto de indicadores, determinando dos tipos: indicadores de resultado o efecto e indicadores de desempeño o inductores de la actuación. Los indicadores de resultado revelan las actuaciones pasadas, por tanto la información proporcionada es relativa y abstracta (Vidal, 2004), en este grupo se incluyen los indicadores de eficiencia y eficacia, porque el primero mide el uso dado a los recursos y el segundo los logros alcanzados, todo producto de la actuación pasada. Los indicadores de desempeño sirven para describir qué medidas o estrategias se requieren para obtener los resultados deseados (Kaplan & Norton, *The Balanced Scorecard Traslating Strategy Into Action*, 1996).

Desempeño organizacional

A lo largo de los años este concepto, como muchos otros, ha sido visto y analizado de diferentes formas. En los años 50 se entendía por desempeño empresarial “la medida en que una organización como sistema social cumplía sus objetivos“, en los 60 y los 70 se definió como “la capacidad de una organización para explotar su entorno para tener acceso a recursos escasos”; y ya en los 90 se reconoce la necesidad de las percepciones múltiples de los interesados directos de la organización, incluidos los que trabajan en ella (Iusthaus, Adrien, Anderson, Carden, & Plinio, 2002).

La palabra desempeño es un término acuñado en el español de la palabra *performance*, que es utilizada por los americanos para juzgar la efectividad con que son realizadas las cosas. Indirectamente se habla de aprovechar oportunidades y para esto las empresas deben adaptarse a los cambios del medio, que obligan a las organizaciones a estar midiéndose constantemente y así evitar alejarse del cumplimiento de los logros. Pero no se controla lo que no se mide; por tanto las empresas deben establecer su propia medición del desempeño.

Entonces, el desempeño organizacional se relaciona con la capacidad de la organización de mantener su misión, sus metas, sus programas y sus actividades en armonía con las necesidades en evolución de sus miembros e interesados directos (Mesa Espinosa, Naranjo Pérez, & Pérez Vidal, 2007).

En términos coloquiales, desempeño organizacional es la efectividad en la que la empresa logra el cumplimiento de objetivos y metas, dando un uso eficiente a los

recursos utilizados en cada uno de sus procesos, logrando adaptarse a las condiciones cambiantes del entorno, salvaguardando los límites establecidos por los lineamientos estratégicos. En este concepto está implícita la eficacia y eficiencia, que son utilizados como indicadores para vigilar y controlar que el cumplimiento de los logros esté alineado con la planeación estratégica.

Diagnóstico

Anteriormente se mencionó que el diagnóstico en las organizaciones debe ser multidisciplinario, porque todas las áreas inciden en el cumplimiento de logros y metas trazadas por las directivas.

La palabra diagnóstico tiene su origen etimológico en la palabra griega “diagnosis”; el prefijo diag, significa “a través de”; la palabra gnosis, está relacionada con “conocimiento”. Pero ha sido este un concepto relacionado desde mucho tiempo atrás con las distintas ramas del conocimiento desde la matemática hasta la medicina, pero hasta hace poco en la gestión empresarial, en algunos libros como *Pasión por la excelencia* (1985), se empezó a dimensionar lo útil que podía ser el diagnóstico en la gestión empresarial, Tom Peters afirma “El diagnóstico es de suma importancia ya que nos dice dónde estamos y qué debemos hacer para llegar a dónde queremos”, la dimensión dada en este comentario puso al diagnóstico en una etapa obligada en cualquier proceso de gestión empresarial. La utilidad de este fue evidente.

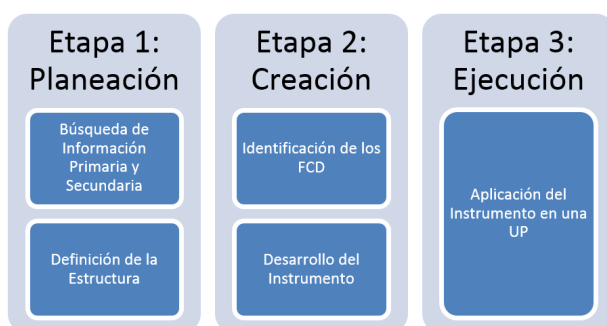
Posteriormente el diagnóstico se extendió a todos niveles y áreas de la organización y apoyándose en los indicadores de gestión se convirtió en “un medio de análisis que permite el cambio de una empresa, de incertidumbre a conocimiento, para lograr una adecuada gestión” (Valdez & Amaro, 1998).

Como aporte al desarrollo del presente trabajo, se podría afirmar que el objetivo del diagnóstico es generar un conocimiento integral de la situación de la empresa en un momento dado, fortalezas y debilidades, analizar el conocimiento obtenido y plantear recomendaciones que le permitan a la empresa realizar los cambios pertinentes para alcanzar la eficacia y eficiencia.

Metodología

El resultado final de este trabajo es el diseño de un instrumento de medición. Las etapas consecutivas en las cuales se desarrolló la herramienta se especifican en el gráfico:

Figura 2: Metodología utilizada



Etapa 1: Planeación del instrumento de medición.

La primera etapa consistió básicamente en conocer a fondo el funcionamiento de las UP, lo cual implicó revisar artículos de revista, trabajos de grado y estudios similares sobre las micro y pequeñas en empresas en Colombia, así como el trabajo de los autores David Ricardo, Kaplan y Norton, entre otros; este primer acercamiento permitiría *definir* un modelo inicial, que serviría de guía a lo largo del presente trabajo.

En esta etapa se utilizó una metodología de tipo exploratoria, porque el resultado de esta permitió establecer una visión clara del objeto estudiado.

Etapa 2: Creación

El resultado de la etapa anterior permitió establecer un instrumento modelo, este comprendía una serie de factores críticos de desempeño (FCD), los cuales le darían al instrumento el criterio necesario para monitorear y controlar el desempeño; para determinar los FCD se desarrolló una encuesta, que permitió decidir a los principales actores del problema cuáles eran los principales factores que incidían en el desempeño de sus UP.

Ya identificados y seleccionados los principales FCD, se alimentó el modelo resultante de la etapa 1, el resultado fue el instrumento de medición, objetivo principal de este trabajo, posteriormente se determinó la forma más sencilla de valorar el estado de cada FCD, con lo cual el instrumento adquiere la capacidad de diagnosticar cuantitativamente a las UP analizadas.

En esta parte del trabajo, la metodología fue de tipo investigativa, porque se utilizó una encuesta que permitiría establecer los FCD y determinar FCD comunes en distintas UP, anexo 1, con lo cual se adquiere la capacidad de generalizar el uso del instrumento.

Etapa 3: Aplicación

En esta etapa se prueba la funcionalidad del instrumento, para esto se seleccionó una UP perteneciente a cualquier Cedezo. Se analiza la emisión de los resultados, la facilidad para manipular y aplicar el instrumento, la simplicidad para entender los resultados, entre otros. Pero lo más importante fue exponer la labor realizada y demostrar que el aporte de cada uno de los implicados fue utilizado para obtener esta herramienta.

En términos generales en el desarrollo de esta herramienta, fue necesario utilizar dos tipos de metodología de investigación, descriptiva y exploratoria, la finalidad del trabajo y el compromiso por entregar resultados útiles, obligó a conocer el problema desde distintas perspectivas y revisar bibliográficamente varios autores, para identificar modelos cuyo funcionamiento esté comprobado, y así obtener el resultado esperado.

Elaboración de la herramienta

Búsqueda de información primaria y secundaria

Era necesario contar con sustento académico e investigativo que diera relevancia a este instrumento, por lo cual se realizó una exhaustiva revisión bibliográfica, en la cual se destacaron los trabajos de David Norton y Robert Kaplan, su instrumento Balanced Score Card (BSC) fue determinante en la estructura del instrumento diagnóstico; esta búsqueda de información fue complementada con información del proyecto Cedezo, se recopilaron y analizaron el propósito, objetivo y resultados obtenidos; todo esto permitió estructurar la herramienta.

Se determinó que el instrumento estaría compuesto por cuatro perspectivas principales, al igual que el BSC, pero estas fueron adaptadas a las necesidades de la problemática estudiada, las perspectivas resultantes fueron:

- Perspectiva Financiera
- Perspectiva Interna
- Perspectiva del Mercado y Cliente
- Perspectiva de Innovación y Emprendimiento

Estas a su vez estaban conformadas por los Factores Críticos de Desarrollo (FCD), estos factores fueron extraídos de la búsqueda de información primaria y secundaria anteriormente reseñada, en total fueron incluidos 87 factores, agrupados en cada una de las perspectivas.

Identificación de Factores Críticos de Desarrollo

Dada la importancia de desarrollar un instrumento que encarnara los verdaderos problemas a los cuales se enfrentan las unidades productivas (UP), se organizaron los FCD en una sencilla encuesta con la cual se buscó que los principales actores del problema, las UP y asesores de los Cedezo, expresaran a su criterio los principales factores que incidían en el desarrollo de las UP.

Fueron realizadas 20 encuestas entre empresarios de las UP y asesores de los Cedezo, la encuesta consistía en calificar según la importancia cada uno de los FCD de cada perspectiva, la calificación dependía de cuantos FCD componían cada perspectiva, si estaban compuestos por 20 FCD, 20 sería la calificación para el FCD más importante, en otras palabras la calificación estaba determinada por el número de FCD perteneciente a cada perspectiva. Posteriormente fue aplicada la herramienta Pareto para determinar los FCD que a criterio de los encuestados tienen más incidencia en el desempeño de las UP, anexo 2, para esto se sumaron todas las calificaciones por FCD y se determinó la calificación que representaba la decisión del 80% de los encuestados; toda calificación superior a dicha medida, sería el criterio de selección para los FCD.

Identificación de indicadores genéricos de gestión

Identificados los FCD producto de la aplicación del primer instrumento, el objetivo fue identificar indicadores de gestión genéricos utilizados para controlar dichos FCD. Los indicadores fueron identificados producto del ejercicio anterior y del diálogo con varios empresarios, ellos mencionaban en palabras corrientes la forma de manejar cada FCD, en la mayoría de los casos el manejo de los FCD no es técnico,

es muy empírico, por lo cual las distintas formas de manejar los FCD se fueron agrupando en grupos similares. Posteriormente con apoyo en la bibliografía y utilizando indicadores utilizados en la industria mundial, se fueron nombrando dichos grupos similares, según sus características, en los indicadores mencionados a continuación:

Figura 3: Tabla de indicadores genéricos

Perspectiva	Indicadores
Perspectiva Financiera	Pronóstico de ventas
	Flujo de caja
	Tamaño de mercado
	Punto de equilibrio
	Estructura de costos
	Costo de deuda
	Cuentas por cobrar
	Cuentas por pagar
	Tipo de producto
	Ciclo de vida
	Reparto de utilidades
	Indicadores de rentabilidad
	Indicadores de liquidez
	Margen de contribución
	Productividad
	Eficiencia
	Indicadores de gestión
Perspectiva Interna	Plan estratégico
	Cumplimientos de objetivos
	Presupuestos
	Costos de producción
	Costos de producción
	Sistema de toma de decisiones
	Constitución legal
	Licencias de funcionamiento
	Sistema de producción
	Mano de obra
	Capacidad utilizada
	Inventarios
	Programación de la producción
	Reproceso
	Calidad de materia prima

	Calidad de materia prima
	Desperdicios de materia prima
	Tiempos muertos
	Eficiencia
	Calidad de producto terminado
	Trazabilidad
	Devoluciones
	Capacitación
	Retención de empleados
	Clima organizacional
	Procesos de contratación
	Procesos de selección y contratación
Perspectiva de Mercado y Clientes	Participación de mercado
	Presupuesto de ventas
	Estructura comercial
	Investigación de mercados
	Exportaciones
	Mercado institucional
	Impulso de productos
	Promoción y publicidad
	Ventajas competitivas
	Productos sustitutos
	Satisfacción de clientes
	Necesidad del mercado
	Ciclo de vida de productos
	Segmentación de mercados
Perspectiva de Innovación y Emprendimiento	Estrategia de mercado
	Canales de comercialización
	Logística de entrega
	Promesa de entrega
	Percepción de los productos
	Base de datos de clientes
	Atractividad de los productos
	Quejas y reclamos
	Devoluciones
	Desarrollo de nuevos productos
	Servicio
	I+D
	Productos innovadores
	Nuevas tecnologías

	Sistemas de información
	Pareto a clientes
	Pareto a proveedores
	Competencia
	Reconocido por el mercado
	Reconocido por proveedores
	Reconocido por competencia

Desarrollo del instrumento

Ya determinados los FCD, se organizaron en un sencillo formato en Microsoft Excel®, cada perspectiva está organizada en pestañas independientes, cada FCD contiene una serie de requerimientos que permiten establecer el diagnóstico de las UP; cada uno de estos requerimientos en un cuadro adyacente cuenta con su respectivo campo para calificar el estado de la UP, esta calificación es automática, es decir, el evaluador solo debe seleccionar la valoración que considere represente la realidad.

Igualmente existe una pestaña que graficará automáticamente los resultados obtenidos en cada perspectiva, será un gráfico de redes, en este será posible dimensionar los resultados teniendo como base de comparación un resultado promedio.

Revisando los FCD se determinó agrupar algunos pertenecientes a perspectivas iguales, con el objetivo de entregar resultados organizados y fáciles de entender; la Perspectiva Financiera no sufrió modificaciones; la Perspectiva Interna por ser la más grande tuvo varias modificaciones, se fusionaron en “proceso de producción” todos los FCD relacionados con producción: *sistemas de producción, programación de la producción, capacidad de producción, programación de producción*. En el FCD “eficiencias” se agruparon *eficiencias y estándares de producción*. Las perspectivas faltantes, se organizaron cada uno de sus FCD en una sola perspectiva

Figura 4: Tabla de Factores Críticos de Desarrollo

Perspectiva	Factor Crítico Desempeño
Perspectiva Financiera	presupuesto de ventas
	estructura de costos
	estrategia de precios
	rentabilidad
	productividad

Perspectiva Interna	planeación estratégica
	presupuestos
	sistema de toma de decisiones
	constitución legal y licencias de funcionamiento
	proceso de producción
	eficiencias
	control de calidad
	capacitación
	clima organizacional
	nivel de formación
Perspectiva de Mercado y Clientes	participación de mercado
	nuevos mercados
	promoción
	producto
	estrategia de mercado
	canales de comercialización
	retención de consumidores
	satisfacción de clientes
Perspectiva de Innovación y Emprendimiento	nuevos productos o servicios
	investigación y desarrollo
	inversiones en tecnológica
	poder de negociación
	Reputación

Aplicación del instrumento

Como objetivo final y para comprobar la utilidad del instrumento, este fue aplicado a una UP perteneciente a los Cedezo, esta fue seleccionada aleatoriamente, esto para demostrar la capacidad que posee el instrumento para diagnosticar el control que tienen las UP sobre su desempeño.

Aplicación y resultados

La aplicación de la herramienta fue una experiencia enriquecedora, porque permitió retroalimentar el proceso y hacer mejoras a la herramienta, todo orientado a hacer su uso fácil y sencillo. La empresaria se sintió identificada con los FCD, a excepción de algunos que fueron renovados y replanteados para mantener la simpleza de la herramienta. La aplicación del instrumento tardó un tiempo aproximado de dos horas.

Resultados

El resultado más importante fue comprobar la funcionalidad de la herramienta, los resultados arrojados por cada una de las perspectivas fueron fáciles de entender tanto para los Cedezo, como para la dirección de la empresa evaluada; con este resultado los Cedezo podrán identificar el control que tiene la dirección de la gestión de la empresa. Las instrucciones fueron fáciles de entender, sin embargo algunos aspectos puntuales de ciertos indicadores contenían términos difíciles de entender por parte de los empresarios, por lo cual se optó por agregar un glosario de términos, para evitar malas interpretaciones y no afectar así los resultados finales.

La caracterización de las empresas hecha en la pestaña “Instrucciones” resultó fácil de responder por parte del empresario y le permitirán a los Cedezo clasificar a las UP. La pestaña “Resultados” consolidó perfectamente los resultados organizados por perspectiva y por FCD, brindando la posibilidad de clasificar las UP según los aspectos a trabajar.

Conclusiones

Después de realizar una revisión bibliográfica acerca de los métodos de medición de desempeño en micro y pequeñas empresas, se identificaron preliminarmente todos aquellos posibles factores que pudieran ser claves para diagnosticar la gestión de las empresas, igualmente se estudiaron herramientas de gestión empresarial, producto de esto se estructuró la herramienta en cuestión definiendo cuatro grandes perspectivas para agrupar los múltiples FCD: financiera, interna, mercado e innovación. Una vez se establecieron dichos factores se realizó una encuesta a los empresarios y asesores de los Cedezo, con la cual se obtuvieron como resultado final un listado de 30 Factores Críticos de Desempeño, distribuidos por perspectivas así: 5 de la financiera, 12 de la interna, 8 de la de mercado y 5 de innovación.

Con el fin de realizar una evaluación y cuantificación de cada uno de los FCD identificados se establecieron indicadores para los mismos. Dichos indicadores se definieron a través de aspectos puntuales, por medio de los cuales el auditor externo que aplique la herramienta pueda evaluar elementos concretos y la frecuencia con la que estos se ejecutan en la empresa.

La herramienta está conformada por una plantilla de Microsoft Excel, en la cual inicialmente se encuentra un formato de identificación de la empresa, donde cada una de las UP debe diligenciar el tipo de empresa, sector económico, número de empleados y tipo de producción. Seguidamente la herramienta cuenta con 5 módulos correspondientes a las 4 perspectivas y a los resultados finales.

Como resultado final la herramienta concluye con una gráfica donde se logra visualizar de manera global el estado actual de cada una de las perspectivas y, a través de unos límites establecidos (superior e inferior), se diagnostica qué FCD la empresa no controla.

Con el fin de validar el diseño de la herramienta, en compañía de un coordinador de los Cedezo se seleccionó una UP asociada para aplicar la misma. Seguidamente se diligenciaron los formatos adjuntos a la herramienta y se obtuvieron como resultados las gráficas que le permitirían a los Cedezo direccionar sus asesorías.

Recomendaciones

Una vez la herramienta se le aplique a las empresas objetivo, se recomienda crear una base de datos alimentada por la información recolectada en la pestaña “Presentación”, donde las empresas pueden clasificarse de acuerdo a las necesidades de los Cedezo, por comuna, por número de empleados, por ventas anuales, entre otras.

Atacar las fallas detectadas en las UP mediante la herramienta por especialistas en cada área (Financiera, Mercados, Innovación, Administrativo, entre otras) y de esta forma dirigir los esfuerzos de asesoría de los Cedezo de manera más organizada, optimizando el uso de los recursos.

El uso de la herramienta puede ser en distintos periodos de tiempo, por lo cual se recomienda almacenar los usos dados a la herramienta por UP, en aras a establecer la evolución de la UP al ser intervenida en las áreas críticas, y también crear un archivo complementario que permita tabular los resultados de cuantas veces que sea aplicada.

Antes de aplicar la herramienta, el encargado debe tener conocimientos básicos sobre la gestión empresarial, manejo de términos técnicos, para no confundir y para orientar a los empresarios.

Referencias

1. Alcaldía de Medellín. *Cultura E, de la cultura del emprendimiento a la cultura de la innovación: la experiencia de Medellín-Colombia*. Medellín: Alcaldía de Medellín, 2010.
2. Asociación Nacional de Instituciones Financieras. *Evolucion, retos y perspectivas de las pymes en Colombia*. Bogota: ANIF, 2003.
3. Beltrán Jaramillo, J. *Indicadores en gestión: herramientas de trabajo para lograr la competitividad*. Caracas: 3 R, 2000.
4. Cámara de Comercio de Medellín.. (15 de marzo de 2011). *Cámara de Comercio de Medellín*. [En línea] Disponible en:<http://www.camaramedellin.com.co/>: <http://www.camaramedellin.com.co/site/Cluster-y-Competitividad/Comunidad-Cluster.aspx>
5. Consejo Empresarial Mundial para el Desarrollo Sostenible. *Promoción de Pequeñas y Medianas Empresas para el Desarrollo Sostenible*. Quito : Caceres & Caceres, 2007.
6. Cultura E. (s.f de 2007) *Cultura E*. [En línea] Disponible en: <http://www.culturaemedellin.gov.co/sites/CulturaE/CulturaE/Paginas/CulturaE.aspx>
7. Guaipatín, C. *Compilación estadística para 12 países de la region*. Washinton D.C: Banco Interamericano de Desarrollo, 2003.
8. Kaplan, R., & Norton, D. *The Balanced Scorecard Traslating Strategy Into Action*. Boston: Harvard Bussines School, 1996.
9. Iusthaus, C., Adrien, M., Anderson, G., Carden, F., & Plinio, G. *Evaluación organizacional*. Ottawa: Banco Interamericano de Desarrollo, 2002.
10. Mesa Espinosa, M., Naranjo Pérez, R., & Pérez Vidal, L. La evaluación del desempeño: herramienta vital en la dirección organizacional. *Observatorio de la Economía Latinoamericana*, 2007.
11. Perez, C. M. (Noviembre de 2003). *Los indicadores de gestión*. [En línea] Disponible en: <http://www.escuelagobierno.org/inputs/los%20indicadores%20de%20gestion.pdf>
12. Ramírez, M. C. (s.f de 2010). *Departamento Administrativo de la Función Pública*. [En línea] Disponible en: http://www1.dafp.gov.co/Sitios/banexitos/DetalleCaso.asp?Cod_Caso=2253
13. Rodríguez, A. G. *La realidad de la pyme colombiana. Desafío para el desarrollo*, 2003.

14. Sánchez, C. O. ¿Como medir la gestion empresarial? *Revista M&M*, 2008.
15. Valda, J. C. (22 de agosto de 2011). *Grandes pymes*. [En línea] Disponible en: <http://jcvalda.wordpress.com/2011/08/22/%C2%BFque-son-los-indicadores-de-gestion/>
16. Valdez, S., & Amaro, O. *Diagnóstico empresarial: método para identificar, resolver y controlar problemas en las empresas*. Mexico: Trillas, 1998.
17. Vidal, E. Diagnóstico organizacional: evaluación sistémica del desempeño empresarial en la era digital. En E. Vidal, *Diagnóstico organizacional: evaluación sistémica del desempeño empresarial en la era digital* (págs. 300-310). Bogotá D.C: Ecoe Ediciones, 2004.

Máquina didáctica de impacto

Universidad Pontificia

Bolivariana - Seccional Palmira

María Angélica Barrera Certuche

III Semestre Ingeniería Industrial

313 703 82 67

maangelik92@hotmail.com

Jhon Eduar Correa Arce

III Semestre Ingeniería Industrial

318 753 77 22

edu_ar96@hotmail.com

Soraya Echeverry Pantoja

III Semestre Ingeniería Industrial

315 400 92 74

sora_echeverry94@hotmail.com

Johan Felipe Martínez Ramírez

III Semestre Ingeniería Industrial

318 367 69 09

pipe1094@hotmail.com

Christian Ricardo Martínez Rojas

III Semestre Ingeniería Industrial

310 433 63 69

Christian.m93@hotmail.com

Jenny Velásquez Riascos

Docente — Ingeniera Química

316 582 42 15

calipso910@hotmail.com

Resumen

Este proyecto es basado en lo visto en el curso Ciencia de los Materiales y consta de construir una máquina didáctica para pruebas de impacto, teniendo en cuenta la estructuras y propiedades del material utilizado, para así obtener resultados satisfactorios.

La máquina de impacto cuenta de una base de 120*40 cm y de dos soportes perpendiculares a dicha base con una longitud de 120 cm, llevando un eje perpendicular en la parte superior de nuestro soporte, el cual conlleva un péndulo que es la parte fundamental de la máquina, para desarrollar ensayos tipo Charpy que consisten en medir la energía absorbida por la probeta.

Palabras clave

Máquina de impacto, Ciencia de los Materiales, péndulo, ensayos tipo Charpy

Abstract

This project is based on seen on the course materials science and consists of building a learning machine for impact tests, considering the structures and properties of the material used, to obtain satisfactory results. The Impact machine has a pendulum to develop type Charpy tests which involve measuring the energy absorbed by the specimen.

Keywords

Impact machine, materials science, Pendulum Charpy test type

Introducción

El curso Ciencia de los Materiales nos abrió las puertas a la investigación de la relación que se encuentra entre la estructura y las propiedades de los materiales. Paralelamente, conviene matizar que la ingeniería de los materiales se fundamenta en esta, las relaciones, propiedades, estructura, procesamiento, funcionamiento; y diseña o proyecta la estructura de un material para conseguir un conjunto predeterminado de propiedades.

A la hora de manipular ciertos materiales como aceros, madera, entre otros, es muy importante conocer e identificar las características y propiedades mecánicas que poseen. Para este caso específico, se manipularán ciertos materiales vistos en clase y se desarrollará la parte práctica del curso Ciencia de los Materiales, para así lograr ejecutar una máquina de impacto.

Justificación

Se ha escogido como proyecto una máquina de impacto para así poner en práctica los conocimientos vistos en clase.

La máquina de impacto se hace con el fin de que determine ensayos tipo Charpy, que consisten en ejercer una determinada fuerza a un material sólido y así comprobar la fragilidad y la capacidad de ciertos materiales de absorber cargas instantáneas.

El objeto del ensayo de choque es el de comprobar si una máquina o estructura fallará por fragilidad bajo las condiciones que le impone su empleo, muy especialmente cuando las piezas experimentan concentración de tensiones, por cambios bruscos de sección, mecanizados incorrectos, entre otros, o bien verificar el correcto tratamiento térmico del material ensayado.

De esta manera podemos hallar la resistencia de un material sólido.

Objetivos

Objetivos generales

- Fabricar una máquina didáctica para realizar pruebas de impacto a probetas de materiales metálicos, poliméricos y compuestos.

Objetivos específicos

- Realizar una máquina didáctica para ensayos de impacto tipo Charpy a metales no ferrosos.
- Identificar las variables requeridas para la energía de absorción en un ensayo de impacto.
- Reconocer la aplicación a nivel industrial de este tipo de equipos didácticos.

Marco teórico

A menudo el ingeniero se ve en la necesidad de diseñar o sustituir componentes de máquinas sometidos a cargas repentinas, requiriendo que soporten estas condiciones sin fallar. La cuantificación de esta propiedad junto con otras como: resistencia a la cedencia, resistencia a la tensión, módulo de elasticidad, módulo de tenacidad y de resiliencia, ductilidad, etc., son datos que se requieren a la hora de seleccionar (o procesar) un material a ser empleado para la fabricación de piezas que serán sometidas a diferentes condiciones de carga al estar en servicio. (Boscós, 2012)

Las propiedades mecánicas antes mencionadas frecuentemente se encuentran en las cartas técnicas de cada material y estas corresponden a ensayos realizados en condiciones ideales, que precisamente no reflejan las condiciones de servicio variables a las que un material se verá sometido, como cambios de temperatura, carga mecánica, ambiente corrosivo, desgaste, etc.; pues bien, la mayoría de los datos de las propiedades son obtenidos por medio de ensayos de tensión, de dureza, de termofluencia, de impacto, por mencionar algunos. Como los ensayos miden propiedades

y características de un mismo material, la información obtenida de varios de ellos generalmente es complementaria. (Trijillo, 2009)

Propiedades y 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 *fĕrrum*) y tiene una masa atómica de 55,6 u. (Anónimo, 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 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. (Salas, 2014)

Tabla 1. Propiedades del hierro

Hierro	
Nombre, símbolo y número	Hierro, Fe, 26
Serie química	Metales de transición
Masa atómica	55,845 u
Densidad	7874kg/m ³
Cunductividad eléctrica	9,93 * 10 ⁶ S/m
Estrutura cristalina	Cúbica centrada en el cuerpo
Resistencia máxima	540 Mpa

Normas aplicadas al ensayo de impacto

Normas Charpy (ISO 179-1, ASTM D 6110), Izod (ISO 180, ASTM D 256, ASTM D 4508) y 'unnotchedcantileverbeamimpact' (ASTM D 4812), Ensayo tracción por impacto (ISO 8256 und ASTM D 1822), Dynstat ensayo flexión por impacto (DIN 53435)

Dentro de la norma ISO 10350-1 para valores característicos de punto único, el método de ensayo preferido es Charpy acorde a ISO 179-1. Para ello, el ensayo se realiza en probetas no entalladas con impacto en el canto (1eU). Si la probeta no se rompe en esta configuración, el ensayo se realizará con probetas entalladas, aunque en este caso, los resultados no son directamente comparables. De no producirse la rotura de la probeta, se empleará el método de tracción por impacto.

Dentro de las normas ASTM, el método Izod acorde a ASTM D 256 es el más corriente. En él se emplean siempre probetas entalladas. Un método de aplicación menos común es el "unnotchedcantileverbeamimpact" descrito en la norma ASTM D 4812. Este método es parecido al procedimiento Izod, pero con probetas no entalladas. En el caso de que sólo se puedan producir probetas pequeñas, se puede proceder por el método "Chip-impact" acorde a ASTM D 4508. (Zwick, 2009)

Norma empleada para el ensayo de impacto: ASTM E23-72

El estándar ASTM E23-72 presenta las siguientes exigencias para los martillos de péndulo:

La máquina debe de ser de construcción rígida y con capacidad energética suficiente para romper la probeta con un solo golpe. La máquina no debe ser usada para valores mayores al 80 % del rango de la escala. La velocidad no debe de ser menor de 3m/s ni menor de 6m/s. El error en la escala en cualquier punto no debe exceder el 0.2% del rango o 0.40% de lectura. El plano del movimiento del péndulo debe ser perpendicular al eje transversal de la muestra y no debe desviarse más de 3:1000 (unidad de longitud). El dispositivo de liberación del péndulo desde su punto inicial debe operar libremente y no impulsar, retardar o hacer vibrar el péndulo. Se debe proveer un dispositivo (ensayo Charpy) para situar la probeta de manera que el plano de simetría no quede desviado más de 0.1 mm con respecto al punto medio entre los apoyos. (Trijillo, 2009).

Generalidades de la prueba de impacto

Las pruebas de impacto se utilizan en ingeniería de polímeros para estudiar la tenacidad de un material. Este material puede ser un polímero, un copolímero o un polímero reforzado.

Las pruebas mecánicas pertenecen al grupo de pruebas mecánicas dinámicas.

Según el método Charpy existen dos tipos de prueba de impacto:

- Prueba de impacto con flexión
- Prueba de impacto con flexión y muesca

Ambas pruebas pueden realizarse con instrumentos o sin ellos, es decir, con una computadora que mide los diferentes parámetros implicados en la prueba.

Otras pruebas de impacto no incluidas en Charpy incluyen

- Prueba a la caída
- Pruebas de impacto a alta velocidad

La tenacidad al impacto se mide en kJ/m^2 (kilojulio (unidad) por metro cuadrado).

Debido a las características termoplásticas de los polímeros, las pruebas de impacto requieren cierta velocidad en su actuación, velocidades lentas producen más bien movimientos de deformación plástica o *creep*, permitiendo a los segmentos de las macromoléculas la relajación de esfuerzos. Las velocidades para impacto incluyen el rango de $10^{-1} - 10^0 \text{ s}^{-1}$. (Segovia, 2014)

El ensayo de impacto consiste en dejar caer un péndulo pesado, el cual a su paso golpea una probeta que tiene forma de paralelepípedo, ubicada en unos soportes en la base de la máquina. Se debe dejar caer el péndulo desde un ángulo $\alpha = +/-$, para que la velocidad del péndulo, en el momento del golpe y en el punto de la nariz de golpeo sea de cierta velocidad y de esta manera cumpla con los requerimientos de

la norma que especifica que la velocidad del péndulo en el momento del impacto debe estar entre 3 m/s y 6 m/s. La probeta posee una muesca (entalle) estándar para facilitar el inicio de la fisura.

Luego de golpear la probeta, el péndulo sigue su camino alcanzando cierta altura que depende de la cantidad de energía absorbida por la probeta durante el impacto. Las probetas que fallan en forma frágil se rompen en dos mitades, en cambio aquellas con mayor ductilidad (baja fragilidad) se doblan sin romperse.

Este comportamiento es muy dependiente de la temperatura y la composición química, lo cual obliga a realizar el ensayo con probetas a distinta temperatura, para evaluar y encontrar la “temperatura de transición dúctil-frágil”. (Gaviria, 2009)

Propiedades del ensayo de impacto

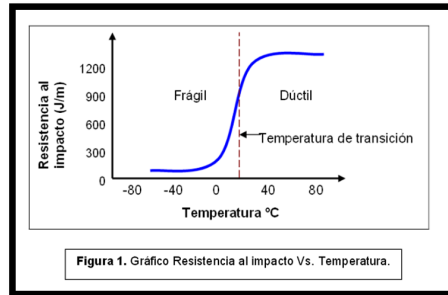
Propiedades (Pereira, 2005)

- Condición del ensayo:
 - Puede ser realizado en diferentes temperaturas.
 - Alta velocidad de aplicación de carga.
- Magnitudes medias:
 - Energía absorbida por el material.
- Propiedades determinadas:
 - Resistente al impacto.
 - Temperatura de transición dúctil – frágil.

Temperatura de transición dúctil – frágil

Es la temperatura debajo de la cual un material se comporta de forma frágil en un ensayo de impacto. El cambio de dúctil a frágil también depende de la velocidad de deformación. Un material que se somete a un golpe de impacto en servicio debe tener una temperatura de transición menor que la temperatura del entorno. (Ver Figura No. 1)

Gráfica 1. Resistencia al impacto vs temperatura

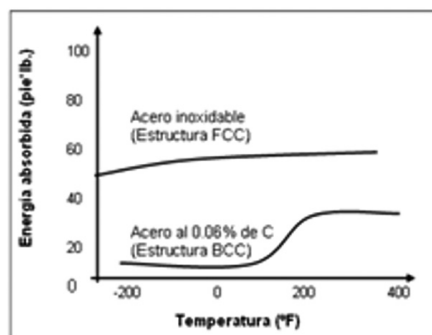


Esta temperatura sirve además como referencia en la selección de materiales, debido a que asegura que la temperatura más baja a la que el material estará expuesto esté muy por encima de la temperatura de transición de dúctil a frágil.

Sensibilidad a la muesca

Las muescas que son maquinadas, de fabricación deficiente, o diseñadas, concentran esfuerzos y reducen la tenacidad de los materiales. La sensibilidad de la muesca mide su efecto sobre las propiedades de un material, como tenacidad o vida de fatiga. Las energías absorbidas son mucho menores en las probetas con muesca. (Ver Figura No.2)

Gráfica 2. Propiedades de una muesca en V de Charpy para un acero al carbono BCC y un acero inoxidable FCC



(La estructura cristalina FCC normalmente conduce a mayores energías absorbidas, sin mostrar temperatura de transición).

Relación con el diagrama esfuerzo deformación

La energía necesaria para romper un material durante un ensayo de impacto, no siempre se relaciona con la resistencia a la tensión. En general, los metales que tienen alta resistencia y a la vez gran ductilidad, tienen buena tenacidad a la tensión. Sin embargo, este comportamiento cambia cuando las velocidades de deformación son altas. Así, dicha velocidad puede desplazar la transición de dúctil a frágil.

Partes principales de máquina

Estructura: la estructura o todo el soporte de la máquina consiste en dos canales de hierro que están paralelos entre sí, perpendiculares a la base. La máquina debe ser anclada 15 cm al piso como especifica la norma. En el momento de realizar el anclaje debe tener especial cuidado, para no alterar las condiciones de paralelismo y perpendicularidad, sobre las cuales se diseñó la máquina. Para anclar la estructura al piso se utilizan cuatro tornillos en cada una de las esquinas. Uno de los tornillos es el de nivelación y el otro es el de anclaje. La estructura se nivela utilizando los tornillos de nivelación, y cuando se encuentra totalmente nivelada, se ajustan en el piso los tornillos de anclaje.

Péndulo: esta parte de la máquina es la más delicada, pesa aproximadamente 20 lb, y debe ser accionada solamente al liberar el sistema de freno, a través del mecanismo proporcionado para ello. El péndulo al igual que el resto de la máquina cumple con la norma ASTM E-23; su diseño debe cumplir con características de: velocidad, centro de percusión y punto de golpeo.

Soporte de las probetas

La máquina está diseñada de manera tal para realizar un tipo de ensayo que es el Charpy, que sostiene utilizando dos puntos de apoyo, uno en cada extremo.

Para poder ubicar este soporte, y por consiguiente la probeta, a la altura adecuada, es necesario utilizar unos bloques que actúan a manera de suplemento, y que permanecerán fijos en la base de la máquina.

Ensayo de impacto

Propiedades, ensayos y fallas de los metales.
Tenacidad y prueba de impacto

La tenacidad es una medida de la cantidad de energía que un material puede absorber antes de fracturarse.

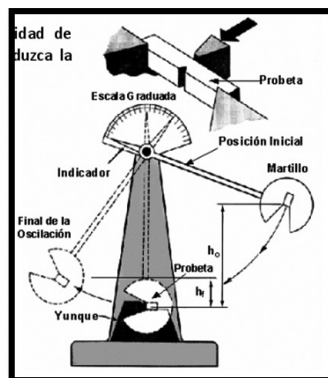
Su importancia se da cuando se considera la capacidad de un material para soportar un impacto sin que se produzca la fractura.

Conocidas la masa del péndulo y la diferencia entre las alturas inicial y final se determina la energía presente en el proceso de fractura. Ver gráficas 3 y 4.

Gráfica 3. Probetas



Gráfica 4. Actividad de la máquina de impacto



Metodología

Materiales

- 4 Tubos rectangulares de hierro de (4*2) in, calibre 18
- 1 tubo de hierro macizo de 40 cm diámetro 1 in $\frac{3}{4}$
- 1 Tubo de hierro de 1mt calibre 3/32 diámetro 1 in $\frac{3}{8}$
- 1 tubo de hierro macizo de un 1m diámetro 1 in
- 2 tubos rectangulares de hierro de (2 $\frac{1}{2}$ * 2) in calibre 18
- 5 m de cable numero 22
- Cable dúplex 2 x 18 polarizado
- Lija
- 1/16 vinilo rojo
- 1/16vinilo negro
- 1/16 amarillo
- 1 botella de tiner
- 1 disco pulik
- 2 Bom/Agua
- 2 Fotoceldas
- Un cronómetro
- Un transportador de acrílico
- 1/8 masilla
- un cincel de hierro 2.5 cm
- 2 soportes para la probeta de hierro
- 4 soportes de hierro de un metro de largo y 1" x 1" de espesor.

Herramientas

Soldador, pulidora, compresor, escuadra, nivel de mano, flexo-metro, tiza industrial, un 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. Se crea una probeta para la realización de pruebas.
3. Se unen las piezas por medio de soldadura 6011.
4. Se verifica funcionamiento de la máquina y se hace un ensayo utilizando una probeta de medidas 18 cm de largo y 10*10 mm de espesor que se ajusta el equipo.
5. Adición de cronómetro y sistema de medición.
6. Se lijan las superficies a pintar, se aplica anticorrosivo.
7. Empacado de la máquina.

Cálculos y resultados

1. Ensayo tipo Charpy
 - Tener las medidas correspondientes :
 - $H_o = \zeta?$

- $H_f = 6.5 \text{ cm}$
 - Masa de péndulo = 20 libras, constante
 - Gravedad = 10 m/s^2 , constante
2. Ubicar la probeta a la que se le va hacer el ensayo correspondiente.
 3. Ubicar el péndulo en los grados que se indican (en este caso fue de 90°). Dimensiones 18.5 cm largo, 1x1 cm de espesor, material hierro
 4. Medir la distancia del péndulo con respecto al suelo.
 5. Hallar E_p , E_c , V , ΔE

Desarrollo del ensayo (valores experimentales)

$$\Theta = 90^\circ$$

$$\Theta_{\text{barrido}} = 90^\circ$$

$$\Theta_o + \Theta_f = \Theta_{\text{barrido}}$$

$$90^\circ + 0 = 90^\circ$$

$$h_o = 118 \text{ cm} \rightarrow 1.18 \text{ m}$$

$$118 \text{ cm} \cdot \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 1.18 \text{ m}$$

$$20 \text{ lb} \cdot \frac{1 \text{ Kg}}{1000 \text{ lb}} = 0.02 \text{ Kg}$$

$$\text{Gravedad} = 9.8 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

$$h_f = 6.5 \text{ cm} \rightarrow 0.065 \text{ m}$$

$$6.50 \text{ cm} \cdot \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 0.065 \text{ m}$$

Radio

$$105 \text{ cm} \cdot \frac{1 \text{ m}}{100 \text{ cm}} = 1.05 \text{ m}$$

Velocidad

$$V = \sqrt{2 (g) * (ho)}$$

$$V = \sqrt{2 \left(9.8 \frac{m}{s^2} \right) * (1.18m)} = 4.81 \frac{m}{s}$$

La velocidad del péndulo antes del impacto es de $4.81 \frac{m}{s}$

Energía potencial

$$Ep = m * g * ho$$

$$Ep1 = (0.02Kg) \left(10 \frac{m}{s^2} \right) (1.18m) = 0.236 J$$

Esta energía potencial es la que está disponible en el punto inicial, la cual es llamada Ep_1 .

$$Ep = m * g * hf$$

$$Ep2 = (0.02Kg) \left(10 \frac{m}{s^2} \right) (0.065m) = 0.013J$$

Esta energía potencial es la final, es la que se obtiene después del impacto, la cual es llamada $Ep2$.

Cambio de energía ΔE

$$Ep12 = Ep1 - Ep2$$

$$Ep12 = 0.236J - 0.013J = 0.223J$$

ó

$$\Delta E = m * g * (ho - hf)$$

$$\Delta E = (0.02Kg) \left(10 \frac{m}{s^2} \right) (1.18m - 0.065m) = 0.223 J$$

Lo que quiere decir que la probeta absorbe una energía potencial de 0.223J a una velocidad de $4.81 m/s^2$

Energía cinética

$$Ec = \frac{m(v)^2}{2}$$

$$Ec = \frac{0.02Kg (4.81)^2}{2} = 0.231 J$$

La energía cinética que mide el impacto, el desplazamiento de las fracciones de la probeta después de la ruptura es de 0.231J

Esta práctica se realizó con una probeta de 1*1*1 cm con una ruptura leve de 0.8 cm por la mitad, para facilitar el impacto del péndulo.

Los resultados de esta práctica son satisfactorios, lo cual comprueba que la máquina sí funciona a pesar de ser didáctica.

Se puede usar para prácticas de laboratorios de la Universidad y optimizará gastos tanto como a los estudiantes de desplazamiento.

Cálculo de la velocidad angular

Asemejando el evento a uno de movimiento circular uniformemente acelerado podremos obtener el tiempo que dura el evento hasta que el brazo pendular hace contacto con la probeta de la siguiente manera:

a) Velocidad angular

$$v = \omega * r \rightarrow \omega = \frac{v}{r}$$

$$\omega = \frac{4.81 \frac{m}{s}}{1.05m} = \frac{4.580 rad}{s}$$

$$4.580 \frac{rad}{s} * \frac{1 rev}{2\pi rad} * \frac{60s}{1m} = 43.74 RPM$$

(antes del impacto)

La velocidad angular sería de 43.74 RPM

b) Calculo de la aceleración angular

$$\omega^2 = \omega_o^2 + 2\alpha \theta \rightarrow \alpha = \frac{\omega^2}{2\theta}$$

θ , es el que barre el péndulo desde la posición inicial hasta el momento del impacto, donde el ángulo tomado en este caso es de 90° para hallar su aceleración se pasa a radianes.

$$90^\circ * \frac{\pi \text{rad}}{180^\circ} = 1.570 \text{rad}$$

$$\alpha = \frac{(4.580 \frac{\text{rad}}{\text{s}})^2}{2 * 1.570 \text{rad}} = 6.7 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$$

La aceleración angular sería de $6.7 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$

c) Calculo del tiempo del evento:

$$T = \frac{\omega}{\alpha} = \frac{4.580 \frac{\text{rad}}{\text{s}}}{6.7 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}} = 0.684 \text{ s}$$

El tiempo que demora en caer el péndulo dirigido a la probeta es de **0.684 s**

Tomando como referencia el documento Análisis y similitud de la prueba de impacto tipo Charpy (Chacon, 2009), se extraen los datos teóricos para mirar su % de error.

Tabla 2. Recopilación de datos

Categorías	Datos teóricos	Datos experimentales	% Error
Velocidad	6,52m/s	4,81m/s	26,33%
Tiempo	0,86s	0,684s	17,59%
Ángulo barrido	265°	90°	66.03%

Cálculo del porcentaje de error

Se realizará el cálculo de los porcentajes de error comparando los datos del modelo analizado por los teóricos, es decir experimentales con teóricos.

% De error con respecto a la velocidad

$$\% Er = \frac{V_{terico} - V_{experimental}}{V_{terico}} * 100$$

$$\% Er = \frac{16.52 - 4.81}{6.52} * 100 = 26.22\%$$

% De error con respecto al tiempo

$$\% Er = \frac{T_{terico} - T_{experimental}}{T_{terico}} * 100$$

$$\% Er = \frac{10.83 - 0.684}{0.83} * 100 = 17.59\%$$

% De error con respecto al ángulo barrido

$$\% Er = \frac{\theta_{terico} - \theta_{experimental}}{\theta_{terico}} * 100$$

$$\% Er = \frac{1265 - 90}{265} * 100 = 66.03\%$$

Se registra un error de 36.6% total, para la velocidad es de 26.33%, para tiempo de 17.59%, y en el ángulo de barrido un error del 66.03%. Presenta una buena relación debido a que el equipo de referencia utiliza software para la precisión, generando cambios en los ángulos y alturas.

Tabla 3. Recopilación de datos extraídos

Datos teóricos	
Velocidad	$6,52 \frac{m}{s}$
Tiempo	0,83s
Ángulo barrido	265°

Tabla de presupuesto

El presupuesto para este proyecto está para una máquina didáctica de impacto tipo Charpy.

Tabla 4. Presupuesto del proyecto

Materiales	Cantidad (unidad)	Valor unita- rio (\$)	Valor total (\$)
Tubo rectangular de hierro 4*2 calibre 18	4	7.000	28.000
Tubo de hierro macizo de 40 cm diámetro 1 in ¾	1		2.000
Tubo de hierro de 1 m calibre 3/32 diámetro 1 in 3/8	1		1.250
Tubo rectangular de hierro 2 (1/2) * 2 in calibre 18	2	1.500	3.000
Lija No. 320	1		850
Lija No. 150	1		850
Hojas de segueta	1		8.900
Hojas metálicas	1		4.900
Flexómetro 5m ¾ p	1		4.900
Cronómetro	1		11.000
Un transportador de madera	1		20.000
Cable 2x22 1 m piola	5m		3.400
Abrazaderas	6	800	4.800
Un cincel	1		14.000
Soportes de 1 m de largo y 1x1 de espesor	4	1.250	5.000
Soportes	2	500	1.000
Soldadura 6011	1 lb		5.000
Un tubo de hierro de un metro diámetro 1 in	1		10.000
CD	1		6.000
Pinturas aerosol	2	12.400	24.800
Cable dúplex 2 x 18 polarizado negro	2m	560.50	1.921
1/16 pintura (amarilla, negra, roja)	3	2500	7.500
Alinamiento del pendulo			10.000
1/8 masilla	1		7.000
Dicopulit	1		4.500
Soldadura en el eje			15.000
Fotoceldas	2	1250	2.500
Bom/agua	2	10817	21.634
Botella de tiner	1		2.800
Lija 80	2	517	1.940
Tornilleras	1		2.800
Viáticos	4		50.000
Total			\$ 221.995

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

La máquina didáctica elaborada durante el curso de Ciencias de los Materiales, salió en un costo aproximado de \$222.000, mientras que una maquina de impacto esta en un costo de alrededor de \$5.355.830.00, el cual hay un ahorro realmente notable, claro esta que la máquina de impacto viene con porcentaje de error baja, con un software adecuado y muy sofisticada, sin embargo, la máquina didáctica de impacto arroja datos satisfactorios, por lo que se puede emplear en una muy buena práctica de laboratorio.

En el ensayo de prueba y error la máquina por ser didáctica tiene un 30% de falla, sin embargo arroja datos con los que se puede realizar un laboratorio de la asignatura Resistencia de los Materiales, el cual consiste en tener medición concreta y resultados satisfactorios.

Se obtendrán resultados como la resistencia del material, el cual será sometido a la prueba, la velocidad del péndulo y el cambio de energía.

Así que se puede decir que la máquina sí funciona ya que cumple con las normas requeridas, la velocidad del péndulo está dentro del rango a cumplir y a pesar de que tiene un porcentaje de error alto, los datos son útiles.

Los tipos de materiales que se deben usar en esta máquina son:

- Acero 1020
- Madera
- Hierro

Recordando que el ensayo es tipo Charpy.

Causas de error

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

- Causas de error humanas
 - A la hora de hacer los ensayos, la ubicación de la probeta no estuvo correcta.
 - El péndulo no se encuentra totalmente equilibrado con la estructura de la máquina.
 - La mediciones tomadas erróneamente por el ojo humano.

Conclusiones

- Como resultado de este proceso, se logró desenvolver las habilidades necesarias para crear una máquina didáctica de impacto, donde el desarrollo de sus pruebas es satisfactorio, ya que los cálculos son acoplados a los de una máquina de impacto realizada por expertos.
- En la prueba realizada a la máquina didáctica de impacto para verificar su funcionamiento, se utilizó como probeta el hierro, lo que arroja que el péndulo va a la velocidad requerida en el promedio de las normas que es entre 3 y 6 m/s².
- Se lograron identificar las variables requeridas para la energía de absorción del ensayo de impacto, donde el ensayo arroja que la probeta absorbe una energía de 0.446J.

Nomenclatura

- EP** → Energía potencial.
EC → Energía cinética.
ΔE → Cambio de energía.
m → Masa.
g → Gravedad.
h → Altura.
v → Velocidad.
r → Radio.
Θ → Desplazamiento angular.
ω → Velocidad angular.
α → Aceleración angular.
T → Tiempo.

Glosario

Ensayo Charpy

Este ensayo consiste en romper una probeta simplemente apoyada en posición horizontal, por medio de un golpe en su punto medio, en donde previamente se le ha hecho una muesca. El martillo golpea en dirección opuesta a la muesca. El goniómetro de máximos permite conocer los ángulos de salida y llegada para establecer cuanta energía absorbe la probeta antes y durante la ruptura.

Ensayo Izod

Este ensayo consiste en romper la probeta sostenida en voladizo en posición horizontal, por medio de un golpe en su extremo libre. En su base, a esta probeta también se le hace una muesca, sin embargo, esta es realizada a toda una sección transversal de la probeta. El goniómetro de máximos marca los ángulos de salida y llegada con los cuales se establece la energía absorbida por la probeta de determinado material.

Resiliencia

En ingeniería, energía de deformación (por unidad de volumen) que puede ser recuperada de un cuerpo deformado cuando cesa el esfuerzo que causa la deformación.

Anexos

Evidencias

Anexo 1 Probeta después del impacto



Anexo 2. Caída del péndulo a la probeta después del impacto



Anexo 3. Posición del péndulo a 118 cm de altura y 90°



Anexo 4. Fabricación de la máquina



Agradecimientos

Especialmente a la familia quien apoya el esfuerzo de nosotros como estudiantes, y a los docentes, quienes se interesan por el aprendizaje autónomo y la socialización de conceptos por medio de estos eventos, como el docente Rubén Parra.

Referencias

1. Anónimo. (24 de octubre de 2014). *MTTEC*. [En línea] Disponible en: http://www.mttec.net/es/minerai_fer.php
2. Boscos, U. D. (01 de junio de 2012). *Manual de laboratorios*. [En línea] Disponible en: <http://www.udb.edu.sv/udb/archivo/guia/mecanica-ingenieria/ciencia-de-los-materiales/2012/ii/guia-2.pdf>
3. Chacón, A. R. (2 de junio de 2009). *Análisis y similitud de una prueba tipo Charpy mediante elementos finitos*. [En línea] Disponible en: <http://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4847290.pdf>
4. Gaviria, J. (23 de abril de 2009). *Máquina de impacto. pdf*. [En línea] Disponible en: <http://copernico.escuelaing.edu.co/lpinilla/www/protocols/MATE/PROTOCOLO%20IMPACTO.pdf>
5. Instron. (6 de marzo de 2015). *Instron*. [En línea] Disponible en: www.instron.com.es/wa/solutions/ISO-179-1-Determination-of-Charpy-Impact.aspx
6. Pereira, U. d. (15 de marzo de 2005). *Propiedades de los materiales. pdf*. [En línea] Disponible en: http://www.utp.edu.co/~publio17/temas_pdf/prop_mecanicas_2.pdf
7. Salas, R. L. (24 de octubre de 2014). *Características y clasificación de los materiales*. [En línea] Disponible en: <http://es.slideshare.net/minatopro102/tecnologia-43711877>
8. Segovia, S. A. (Septiembre de 3 de 2014). *Iqmann*. [En línea] Disponible en: http://es.wikipedia.org/w/index.php?title=Prueba_de_impacto&oldid=76756369.
9. Trijillo, G. C. (15 de octubre de 2009). *Laboratorio resistencia de los materiales. pdf*. [En línea] Disponible en: <http://www.utp.edu.co/~gcalle/Impacto.pdf>
10. Zwick. (20 de abril de 2009). *Zwick*. [En línea] Disponible en: <http://www.zwick.com/en/applications/plastics/thermosetting-thermoplastic-materials/impact-test.html>

Simulación del proceso de fabricación de una mesa de plástico

Daniela Márquez Delgado

Universidad Católica de Manizales
Colombia
Daniela.marquez@ucm.edu.co

Leidy Solarte Mora

Universidad Católica de Manizales
Colombia
Leidy.solarte@ucm.edu.co

Resumen

En este artículo se describe un proceso real de la empresa manizaleña RIDUCO S.A., que se dedica a la transformación de plástico, caracterizando cada una de las variables del sistema, desde su inicio hasta el fin de este, con la finalidad de representar visualmente el proceso de transformación de una mesa de plástico y proponer mejoras al sistema actual, después de determinar cuáles son los procesos críticos que este tiene.

Palabras clave

Promodel, plástico, simulación

Abstract

In this article we describe a real process of the company RIDUCO S.A which is a company Manizaleña dedicated to plastic processing, characterizing each of the system variables, from its beginning to the end of this, in order to visually represent the transformation of a plastic table and propose improvements to the current system, after determining what are the critical processes that it has.

Keywords

Promodel, Plastic, Simulation

Introducción

Dentro de una organización es fundamental tener control sobre los procesos productivos por medio de herramientas que evidencian la proyección de lo que se quiere conocer, una de estas es la simulación, una técnica que se utiliza principalmente para representar una situación o problema de la organización de tal manera que pueda ser manejado fuera de su contexto y de esta forma poder realizar cambios tales como: distancias, equipos, tiempos, numero de operarios, entre otros, y así encontrar la eficiencia del proceso.

“En estadística, simular es esencialmente una técnica de muestreo controlada, que es usada en conjunto con un modelo, para obtener respuestas aproximadas a preguntas respecto de complicados problemas probabilísticos. Esto es muy usado cuando las técnicas estadísticas y numéricas no son capaces de dar respuesta. Cuando los modelos tienen una formulación matemática, pero las predicciones analíticas no son posibles, entonces es frecuente que simular se transforme en una poderosa herramienta, no solo para describir el modelo en sí mismo, si no para investigar cómo puede cambiar el comportamiento ante cambios de los parámetros del modelo”. (Carrasco, 2012)

De esta manera se pretende simular un proceso de inyección de plástico actual y un proceso propuesto en el que se evidencien las mejoras de este; la herramienta a utilizar es Promodel que es un simulador que permite visualizar con animación cualquier tipo de sistemas de manufactura, logística, manejo de materiales, etc.

Proceso de fabricación de una mesa de plástico

El proceso para fabricar una mesa de plástico tiene varios subprocesos, entre ellos:

- Diseño
- Producción del molde
- Preparación de mezclas
- Inyección
- Pulido
- Inspección
- Empaque
- Almacenamiento
- Despacho

Este proceso cuenta con actividades transversales como son: control de calidad y control de ingeniería.

Sin embargo, solo se simulará el proceso productivo de fabricación, es decir:

- Recepción de materias primas
- Inyección
- Pulido
- Inspección
- Empaque

Material y métodos

Proceso de planteamiento del modelo

Identificación del problema

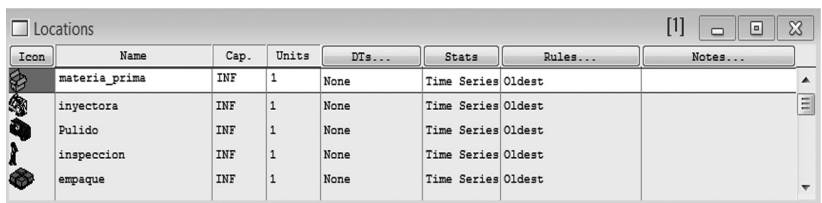
Una empresa manizaleña se dedica a la transformación de plásticos; una de sus líneas de producción fabrica mesas y esta ha presentado problemas por dos cuellos de botella que son: el área de recepción de materia prima y el área de empaque; por ello se simulará un modelo actual que verificará los problemas en esta línea de producción, y un modelo propuesto en el que se definan las soluciones pertinentes con las estadísticas correspondientes que permitan visualizar la eficacia del sistema.

Planteamiento del modelo

En este paso se recopila la información necesaria para representar todos los componentes que intervienen el proceso de fabricación de una mesa de plástico, así:

- Estaciones:
Representan los lugares fijos en el sistema, en este caso será el almacén de materias primas, las máquinas de inyección y pulido, área de inspección y empaque. Se definirá para cada una de estas entidades una capacidad infinita para no limitar la producción.

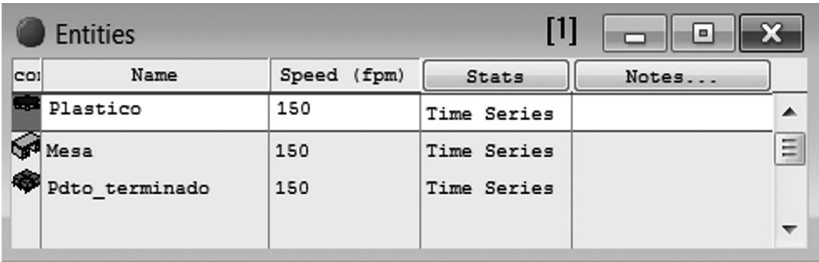
Figura 1. Estaciones del modelo



Icon	Name	Cap.	Units	Dis...	Stats	Rules...	Notes...
	materia Prima	INF	1	None	Time Series	Oldest	
	inyectora	INF	1	None	Time Series	Oldest	
	Pulido	INF	1	None	Time Series	Oldest	
	inspeccion	INF	1	None	Time Series	Oldest	
	empaque	INF	1	None	Time Series	Oldest	

- Entidades:
Son los objetos que se procesan, es decir, que se mueven a través del sistema. Para este proceso de transformación se tendrán tres entidades: plástico, mesa (producto en proceso) y producto terminado.

Figura 2. Entidades del modelo

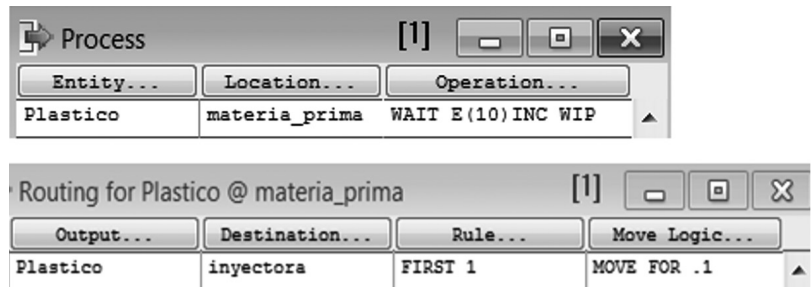


co:	Name	Speed (fpm)	Stats	Notes...
	Plastico	150	Time Series	
	Mesa	150	Time Series	
	Pdto_terminado	150	Time Series	

- Procesamiento:
Se describen las operaciones que se realizan en cada estación, además se define el destino de cada entidad hacia determinada estación y las salidas de cada proceso, de la siguiente manera:

La primera entidad que llega al sistema es la materia prima (plástico) a la estación de recepción de materia prima, este proceso se demora en promedio 10 minutos y es calculado con una distribución exponencial, además de esto se construyen las operaciones de INC WIP (incrementar trabajo en proceso); este tiene como salida el plástico aceptado para la inyectora; desde la entidad de recepción de materia prima hasta la inyectora se demora 0.1 minutos.

Figura 3. Primero proceso de llegada y salida de la entidad



Process [1]		
Entity...	Location...	Operation...
Plastico	materia_prima	WAIT E(10) INC WIP

Routing for Plastico @ materia_prima [1]			
Output...	Destination...	Rule...	Move Logic...
Plastico	inyectora	FIRST 1	MOVE FOR .1

La segunda entidad es el plástico a la estación de inyección, este proceso se demora en promedio 2 minutos y es calculado con una distribución exponencial, este tiene como salida la mesa de plástico que es enviada para la pulidora; desde la entidad de inyección hasta la pulidora se demora 0.1 minutos.

Figura 4. Segundo proceso de llegada y salida de la entidad

Process [2]			
Entity...	Location...	Operation...	
Plastico	materia_prima	WAIT E(10)	
Plastico	inyectora	WAIT E(2)	

Routing for Plastico @ inyectora [1]			
Blk	Output...	Destination...	Rule...
1	Mesa	Pulido	FIRST 1
			MOVE FOR .1

La tercera entidad es la mesa a la estación de la pulidora, este proceso se demora en promedio 2 minutos y es calculado con una distribución exponencial, este tiene como salida el producto terminado que es enviado para el área de inspección; desde la entidad de pulido hasta la inspección se demora 0.1 minutos.

Figura 5. Tercer proceso de llegada y salida de la entidad

Process [3]			
Entity...	Location...	Operation...	
Plastico	materia_prima	WAIT E(10)	
Plastico	inyectora	WAIT E(2)	
Mesa	Pulido	WAIT E(2)	

Routing for Mesa @ Pulido [1]			
Blk	Output...	Destination...	Rule...
1	Pdto_terminado	inspeccion	FIRST 1
			MOVE FOR .1

La cuarta entidad es el producto terminado a la estación de inspección, este proceso se demora en promedio 2 minutos y es calculado con una distribución exponencial, este tiene como salida el producto terminado que es enviado para el área de empaque; desde la entidad de inspección hasta el empaque se demora 0.1 minutos.

Figura 6. Cuarto proceso de llegada y salida de la entidad

Entity...	Location...	Operation...
Plastico	materia_prima	WAIT E(10)
Plastico	inyectora	WAIT E(2)
Mesa	Pulido	WAIT E(2)
Pdto_terminado	inspeccion	WAIT E(2)

Routing for Pdto_terminado @ inspeccion [1]				
Blk	Output...	Destination...	Rule...	Move Logic...
1	Pdto_terminado	empaque	FIRST 1	MOVE FOR .1

La quinta entidad es el producto terminado hacia el área de empaque, este proceso se demora en promedio 4 minutos y es calculado con una distribución exponencial, además de esto se construyen las operaciones de DEC WIP (decremento trabajo en proceso); este tiene como salida el producto terminado que es el final de la producción; desde la entidad de empaque hasta el final del proceso se demora 0.1 minutos.

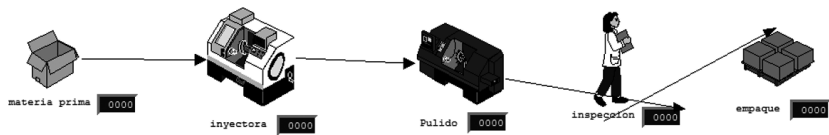
Figura 7. Quinto proceso de llegada y salida de la entidad

Process [5]		
Entity...	Location...	Operation...
Plastico	materia_prima	WAIT E(10)
Plastico	inyectora	WAIT E(2)
Mesa	Pulido	WAIT E(2)
Pdto_terminado	inspeccion	WAIT E(2)
Pdto_terminado	empaque	WAIT E(4) DEC WIP

Routing for Pdto_terminado @ empaque [1]			
Blk	Output...	Destination...	Rule...
1	Pdto_terminado	EXIT	FIRST 1
			MOVE FOR .1

La ruta final después de modelar el proceso queda de la siguiente manera:

Figura 8. Estructura final del proceso



- **Llegadas:**
Es cualquier entidad nueva que alimenta el comienzo del sistema. Para el proceso de transformación de plástico se tiene como única llegada el plástico y esta llega a la estación de materia prima por lotes de 150 unidades cada 60 minutos.

Figura 9. Llegada de la entidad a la estación

Arrivals [1]							
Entity...	Location...	Qty Each...	First Time...	Occurrence	Frequency	Logic...	.sabj
Plastico	materia_prima	150	0	inf	60		No

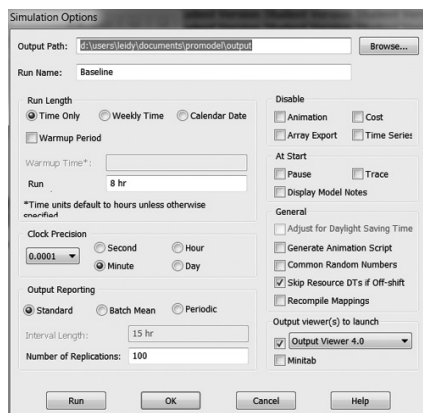
Validación y proceso de simulación

Después de tener todo el modelo de fabricación planteado, se procede a verificar que el modelo responda de manera similar al problema real; en las opciones de simulación se determinan aspectos como las horas de trabajo y las replicas que se harán, así:

Turno de trabajo: 8 horas

Replicaciones: 100

Figura 10. Configuración de las opciones de simulación



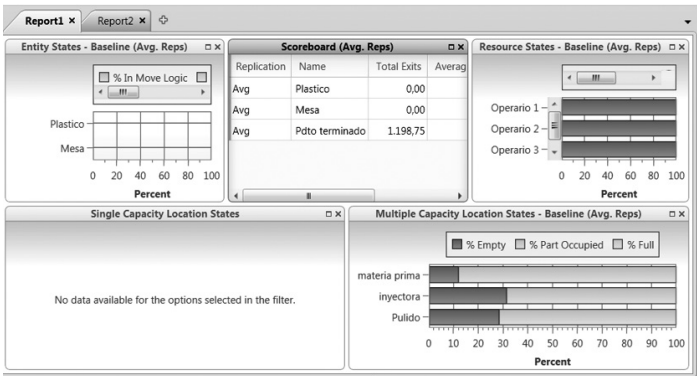
Las replicaciones garantizan que las observaciones que se realicen en el período simulado sean estadísticamente independientes.

“Para precisiones mayores deben hacerse más replicaciones hasta alcanzar un intervalo de confianza con el cual el experimentador se sienta confortable”. (Mejía, 2006)

Al finalizar la corrida del modelo, el programa da la opción de analizar las estadísticas del problema por medio del sub programa de Promodel, Output viewer que muestra las estadísticas de todo el proceso, en este caso las estadísticas de interés son el WIP (Work in process) que representa trabajo en proceso, y de esta manera se pide al programa que exporte el resumen de la variable WIP en Excel y se proceden a hacer los cálculos pertinentes.

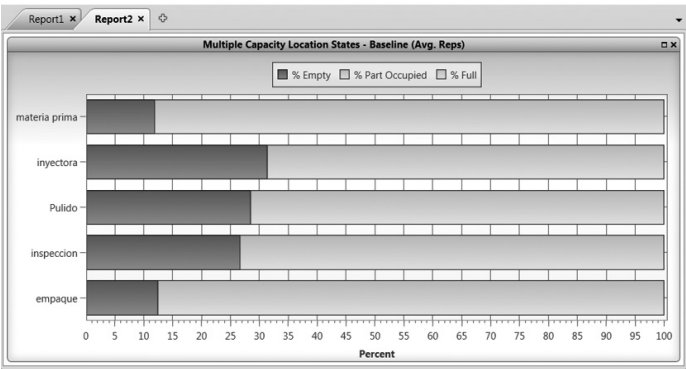
En primera instancia, cuando el programa Output viewer inicia, lo primero que se puede visualizar son tablas en las que se observa la capacidad de las locaciones, entidades y recursos.

Figura 11. Reporte 1 de Output viewer



En este contexto se pudo determinar cuál es el proceso que está haciendo ineficiente el sistema, así:

Figura 12. Reporte 2 de Output viewer, capacidad de las estaciones



Se puede observar que las estaciones en las que se demora mas el proceso son las de materia prima y empaque, con un porcentaje de ocupación de 88,08 y 87,57 respectivamente; son estas las estaciones a las que se tiene que controlar en el modelo nuevo a modelar.

Al analizar el WIP con un intervalo de confianza del 99% a todas las replicas, los valores promedios que resultan, son los siguientes:

99,9% I.C MINIMO: 25,83

99,9% I.C MAYOR: 26,07

Después de obtener estos valores, se obtienen los valores máximos y mínimos de la variable WIP, de las 100 réplicas realizadas, los cuales son:

Max: 25,15

Min: 26,89

Y con estos se halla el histograma del proceso WIP, obteniendo el rango, el intervalo y las clases, de la siguiente manera:

Intervalo: $\frac{\text{Rango}}{\sqrt{\text{numero de replicas}}}$ mín.

$$: \frac{1,7368}{\sqrt{100}}$$

$$: 0,17368$$

Clases:

Clase 1: Valor mínimo + intervalo

$$: 26,89 + 0,17368$$

$$: 25,329$$

Clase 2: Clase 1 + intervalo

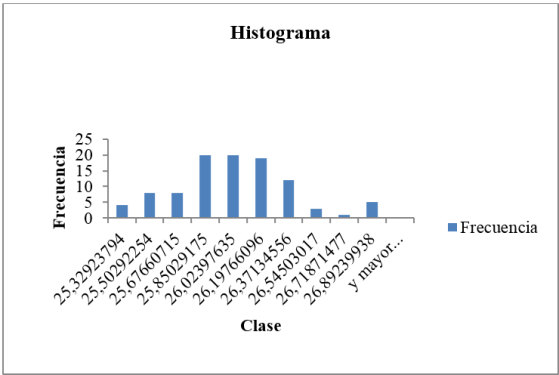
$$: 25,329 + 0,17368$$

$$: 25,5029$$

Se hace el mismo cálculo hasta obtener 10 clases, con el mismo intervalo, y solo cambiando el valor de la clase, por el valor anterior a esta; la tabla de las clases y el histograma queda de la siguiente manera:

Clase	Frecuencia
25,32924	4
25,50292	8
25,67661	8
25,85029	20
26,02398	20
26,19766	19
26,37135	12
26,54503	3
26,71871	1
26,8924	5
y mayor...	0

Figura 13. Histograma de la variable WIP, modelo actual

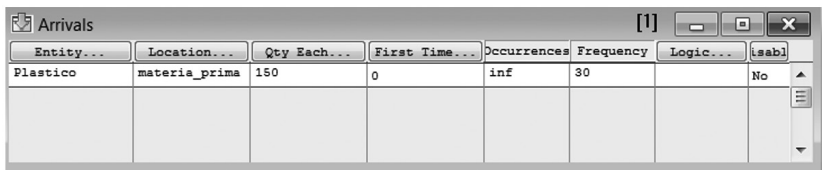


Con el histograma se puede concluir que la variable WIP en el modelo actual se mueve con una distribución normal y una media de 26.

Después de realizar el modelo actual de la empresa y analizar sus respectivas estadísticas, se plantea un nuevo modelo para aumentar la eficiencia del sistema, como se explicó anteriormente: la estación crítica que se tratará es la de la materia prima, puesto que ese es el inicio de la producción y genera demoras en todo el proceso productivo, se realizará una simulación con todos los parámetros establecidos

inicialmente y solo se modificara la frecuencia de llegada de la materia prima a la estación pertinente, de esta manera la modificación en el modelo propuesto queda así:

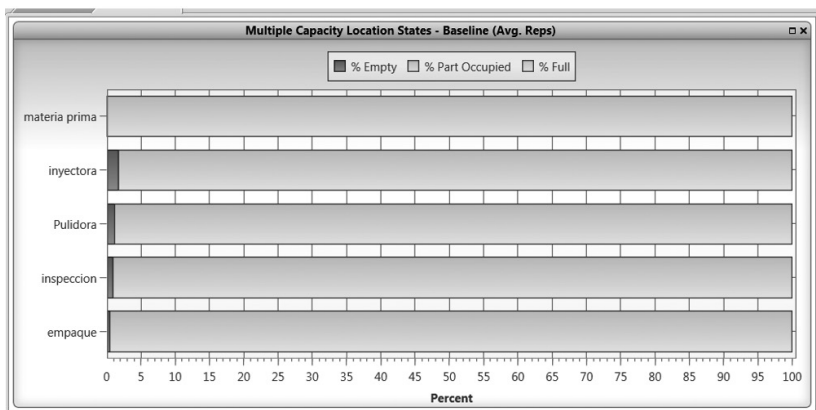
Figura 14. Llegada de la entidad a la estación



Entity...	Location...	Qty Each...	First Time...	Occurrences	Frequency	Logic...	(sab)
Plastico	materia_prima	150	0	inf	30		No

Al modificar las llegadas, se corre la simulación con el mismo número de réplicas y de horas de trabajo, y la capacidad de las estaciones en este modelo propuesto queda de la siguiente manera:

Figura 15. Reporte de Output viewer, capacidad de las estaciones

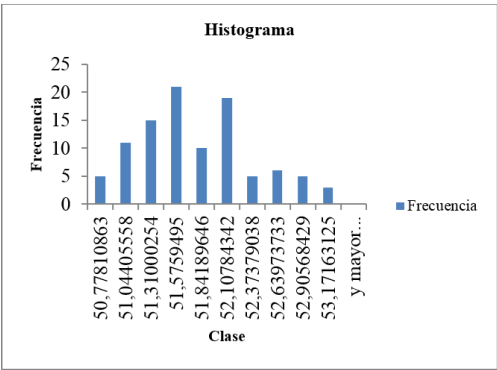


En estas estadísticas se puede observar que con solo minimizar el tiempo de llegada de la materia prima, todas las estaciones aumentan su eficiencia y su porcentaje de ocupación, logrando la eficiencia del sistema.

Finalmente, al realizar los mismos cálculos para obtener el histograma en el primer modelo, se tiene los siguientes datos:

Clase	Frecuencia
50,77811	5
51,04406	11
51,31	15
51,57595	21
51,8419	10
52,10784	19
52,37379	5
52,63974	6
52,90568	5
53,17163	3
y mayor...	0

Figura 16. Histograma de la variable WIP, modelo propuesto



De esta gráfica se evidencia una distribución normal con media de 52; al comparar las gráficas de ambos modelos se puede afirmar la eficiencia del sistema propuesto, pues aunque se duplica el trabajo en proceso, también se duplica la productividad de este, ya que se trabaja más rápido en las estaciones y se manejan más unidades al mismo tiempo, de esta manera acabando con los tiempos ociosos.

Conclusión

Se observó en la primera simulación del modelo actual, que había capacidad ociosa, por ello, en la segunda simulación, del modelo propuesto, se observó la manera en la que se podía aprovechar esa capacidad ociosa sin llegar a saturar el sistema y sin

cuellos de botella, es por esto que en el segundo modelo ya no se presentan esperas prolongadas del material; pues al cambiar el parámetro de tiempo de llegada de este, el sistema empezó a fluir con normalidad.

Referencias

1. Carrasco, H. (Agosto de 2012). Facultad de Ciencias Económicas y de Administración. [En línea] Disponible en: <http://www.ccee.edu.uy/jacad/2012/x%20area%20y%20mesa/METODOS%20CUANTITATIVOS/Mesa%202/1-Simulacion,%20algunos%20metodos%20y%20Aplicaciones.pdf>
2. Mejía, J. A. Fundamentos teóricos de simulación discreta. Pereira, Colombia, 2006.

Modelo de asignación de transporte para la minimización de costos de cosecha en un trapiche panelero

Laura Cristina Guzmán Nieto (Estudiante)

Universidad Pontificia Bolivariana
Colombia - Palmira
laurentina_guzni@hotmail.com

Mariela Galindo Barbosa (Docente)

Universidad Pontificia Bolivariana
Colombia - Palmira
mariegaba@yahoo.com

Resumen

El Valle del Cauca siembra 124.210 hectáreas de caña panelera con una participación del 41% del PIB agrícola y cosecha 14 millones de toneladas año. El productor panelero hace parte de una coordinación logística empírica, lo cual ha hecho que incurra en altos costos de poscosecha; para dar solución efectiva a esta problemática, se propone un modelo de programación lineal entera mixta, donde se evalúan diversos escenarios del sistema para optimizar el sistema de costos de operación logística de transporte; para un periodo anual desarrollado a través del simulador AMPL.

Palabras clave

Cosecha, caña, panela, programación lineal enteramixta, logística de transporte, AMPL.

Abstract

The Valle del Cauca planting 124,210 hectares of sugarcane with a 41% of agricultural PIB and 14 million tonnes crop year. Panela producer , is part of an empirical logistic coordination which has made high costs incurred in postharvest; to give effective solution to this problem, a model of mixed integer linear programming system where different scenarios are evaluated to optimize the system of logistics costs transport operation; for an annual period developed through the AMPL simulator.

Keywords

Harvest, cane, brownsugar, Mixedinteger linear programming, transportation-logistics, AMPL.

Introducción

Este estudio se basa en una investigación descriptiva científica de metodología mixta, enfocada en examinar una problemática que se evidencia en la factoría y en el sector agroindustrial de la región y el país.

La subutilización de la capacidad de los vagones es originada por el sistema actual de operación logística en la poscosecha (alce y transporte), dado a través de una metodología empleada a lo largo de los años que ha llevado cada vez más a un incremento sostenido de costos de operación, causados por la ausencia de planeación de rutas efectivas para el alce y la cosecha donde no se aprovecha al máximo la capacidad

de los vagones. Otro factor es el desabastecimiento de caña generada por la cogeneración de biocombustibles donde se ofrecen mejores precios por hectárea cultivada.

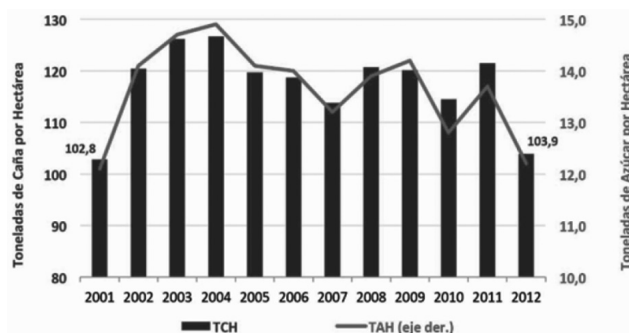
En este orden de ideas, se generarán propuestas para la optimización de proceso industrial del transporte de caña panelera, desde el campo hasta la molienda, que contribuyen al mejoramiento continuo del proceso generando alta inversión en mantenimiento, para estar encaminados en la búsqueda de procesos eficientes, siendo importante la continuidad de investigación y medición del proceso.

El sector cañicultor está bajo cierta influencia de costos de envío por tonelada desde el campo hasta la fábrica, lo cual es variable dependiendo de la ubicación entre el 25% y el 35% del costo total, donde el 35% es combustible, 28% mantenimiento de equipos, el 27% costos de operación, 10% llantas y filtros (Ramírez y García 2006).

Ante esta situación, la factoría incurre en altos costos de producción para ser competitivo. Esto genera la motivación para indagar una posible solución a la problemática, donde la implementación de estrategias logísticas efectivas hace que la toma de decisiones sea eficaz en pro del transporte, visión de sostenibilidad y sustentabilidad empresarial para implementar estrategias que benefician la rentabilidad, la reducción de costos al momento de transportar la materia prima a la planta, vista como una estrategia efectiva que logre la minimización de costos y eficiencia productiva, a través de análisis y mejoras a intervenir sobre el proceso, por medio de un modelo de optimización logística.

El sector azucarero es una actividad productiva que debe moverse en un mundo cada vez más competido, en el que los mercados preferenciales están siendo cosa del pasado y los mecanismos de protección agrícola tienden a desaparecer. Es decir, que más pronto que tarde una industria como la azucarera debe estar en capacidad de competir a los precios de los mercados mundiales. Por eso, el sector está en proceso de evolución, haciendo esfuerzos continuados por mejorar aún más su eficiencia y competitividad en procura de alcanzar condiciones que permitan competir en algún momento del futuro sin protecciones y en los términos que lo permita el mercado internacional; como lo evidencia el crecimiento del indicador líder en materia azucarera, el cual resume la eficiencia de los procesos de producción tanto de campo como de fábrica, Toneladas de Caña obtenidas por Hectárea de caña cosechada (TCH), en Colombia según Asocaña el promedio del 2001 al 2012 en toneladas de caña por hectárea fue de 102,8 THC para el 2001 y de 103,9 THC para el 2012 presentando un comportamiento cíclico, como se muestra en la figura 1.

Figura 1. Indicadores de productividad THC Y TAH (2001)



Fuente: Informe anual 2012-2013; Asocaña

La subutilización de la capacidad de los vagones es originada por el sistema actual de operación logística en la poscosecha (alce y transporte), dado a través de una metodología empleada a lo largo de los años que ha llevado cada vez más a un incremento sostenido de costos de operación causados por la ausencia de planeación de rutas efectivas para el alce y la cosecha donde no se aprovecha al máximo la capacidad de los vagones. Otro factor es el desabastecimiento de caña generada por la cogeneración de biocombustibles donde se ofrecen mejores precios por hectárea cultivada.

En este orden de ideas, se generarán propuestas para la optimización de proceso industrial del transporte de caña panelera, desde el campo hasta la molienda que contribuyen al mejoramiento continuo del proceso generando alta inversión en mantenimiento, para estar encaminados en la búsqueda de procesos eficientes, siendo importante la continuidad de investigación y medición del proceso.

Ante esta situación, la factoría incurre en altos costos de producción para ser competitivo. Esto genera la motivación para indagar una posible solución a la problemática, donde la implementación de estrategias logísticas efectivas hace que la toma de decisiones sea eficaz en pro del transporte, visión de sostenibilidad y sustentabilidad empresarial para implementar estrategias que benefician la rentabilidad, la reducción de costos al momento de transportar la materia prima a la planta, vista como una estrategia efectiva que logre la minimización de costos y eficiencia productiva, a través de análisis y mejoras a intervenir sobre el proceso por medio de un modelo de optimización logística.

En este orden de ideas, se generarán propuestas para la optimización de proceso industrial del transporte de caña panelera desde el campo hasta la molienda, que contribuyen al mejoramiento continuo del proceso su alta inversión y mantenimiento, para estar encaminados en la búsqueda de procesos eficientes, siendo importante la continuidad de investigación y medición del proceso, para así, sustentar científicamente esta estrategia con el fin de poder obtener mejores resultados.

Antecedentes investigativos

En la revisión literaria se evidenció que en el sector azucarero existen diversas investigaciones relacionadas con la optimización de costos de transporte desde el alce hasta la planta de producción.

A continuación se presenta una serie de estudios que ha implementado la programación lineal para la optimización de costos y la mejora continua en sus sistemas logísticos.

Higgins (2006), da a conocer la problemática de la industria azucarera australiana, donde se identifica la ausencia de integración en la cadena de abastecimiento ante las ineficiencias entre el sistema de cosecha y poscosecha desde el punto de vista del transporte.

Este problema se aborda a través del desarrollo de una estructura que permite integrar estos dos sistemas, mediante la reducción en el número de cosechadoras en la región y la implementación de mejoras en la práctica de la cosecha, con el objetivo de reducir los costos de producción. El desarrollo e implementación lo describe Higgins analizando dos casos dentro de las áreas de los molinos de la industria azucarera en Australia. El modelo fue aplicado en una región perteneciente a un ingenio, en el 2003, logrando un incremento en sus utilidades de AU\$1.000.000 por año [7].

En otra investigación Vidal (2006), propone un modelo de optimización de cadenas de abastecimiento y su uso potencial en sistemas de transporte de caña de azúcar, enfocado en *supplychainmanagement (SCM)*, que integra actividades de suministro y demanda dentro de y entre las compañías. El planteamiento es enfocado en la región Andina y Centro América, estableciendo características de localización de una nueva planta, proveedores de materia prima, dos etapas de manufactura y centros

de distribución, modelos de transporte definidos a priori, consideración de precios de transferencia y consideración simultánea de optimización y análisis de factibilidad técnica y económica.

Para dar respuesta a este planteamiento emplea técnicas de solución como:

- Lenguajes generadores de modelos, como el AMPL;
- Software para resolver programación mixta, como por ejemplo CPLEX;
- Métodos heurísticas basados en transformaciones del modelo no-lineal y en PL sucesivos; y
- Algoritmos de optimización global.

La implementación de este modelo genera beneficios que se ven reflejados en:

- Instalación de la planta que opera en Colombia;
- Análisis de sensibilidad rápidos y precisos;
- Justificación científica de la toma de decisiones;
- Identificación de inconsistencias y estandarización de datos; y
- Optimización de estructura, flujos y precios de transferencia.

Este estudio abre el camino para otras áreas de investigación del sector azucarero, como: análisis de la cadena de abastecimiento completa incluyendo cultivo, fabricación y distribución, optimización de transporte y análisis de costos de logística a lo largo de la cadena. [16]

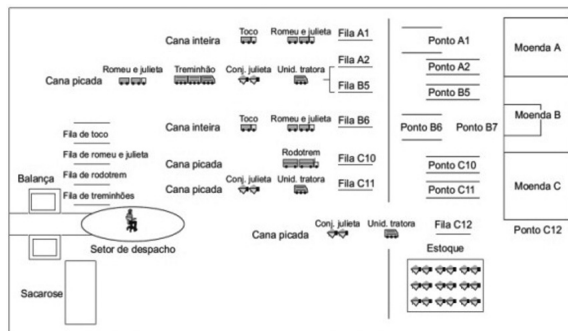
Décima y otros (2011) exponen la problemática de la agroindustria azucarera de Tucumán, Argentina, presentando numerosos problemas en el transporte de materia prima proveniente del campo que se transporta a los centros de producción en diferentes tipos de vehículos usando la red vial existente, generando gastos excesivos en la distribución. [5]

La propuesta de trabajo que se realizó para la optimización del tránsito de caña, desde el alce hasta los ingenios, se hace empleando sistemas multiagentes y algoritmos genéticos tipo *gruouping*, donde logran verificar el sistema actual de transporte sobre datos artificiales, hallando así la solución óptima al problema. [5]

García y otros (2007) plantean un análisis del sistema logístico para la recepción de caña de azúcar empleando la simulación discreta, mostrando lo vital que es un sistema logístico para mejorar la eficiencia operacional de las centrales azucareras, puesto que actúan sobre la integración de las operaciones agrícolas e industriales.[8]

Abordan un estudio basado en la recepción de caña en uno de los más grandes molinos de caña en Ribeirão Preto, Brasil. El trabajo se desarrolló con el objetivo de analizar el rendimiento del sistema e investigar configuraciones y políticas alternativas para su funcionamiento. Debido a varias fuentes de incertidumbre y la complejidad operativa del sistema, el método utilizado fue mediante técnicas basadas en la simulación discreta. Las principales medidas de rendimiento están relacionados con el tiempo promedio en el que los vehículos permanecen en el sistema de recepción y la cantidad promedio de azúcar en los ingenios descargados por unidad de tiempo. A continuación se presenta el estudio. [9]

Figura 2. Recepción de caña. El equilibrio, la expedición y el sector de la descarga



Antecedentes

Las bases teóricas sobre las que reposa esta propuesta de investigación son cuatro: la primera base proviene de los planteamientos formulados en la Segunda Guerra Mundial, de donde se generarán grandes avances en diversas ciencias; esta se ubica desde la perspectiva teórica de la programación lineal; la segunda base denominada Programación Lineal Entera (PLE) proviene de los planteamientos formulados por Wagner y Martne, pioneros en este tipo de modelación; el tercer fundamento teórico hace referencia al modelo de redes de transporte formulados por Charles Babbage, padre de la Investigación Operativa, la cual en la actualidad es pionera y aplicable en

diversas áreas. Por último, se hace referencia al estudio de métodos y tiempos, creando la ingeniería de métodos que data desde la escuela de Taylor y la escuela de Gilbreth, vista como herramienta de medición de tareas y grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles. Todos estos autores e investigadores son importantes ya que sus aportes permiten fundamentar la idea base de esta investigación llamada: Modelo logístico de transporte para la factoría.

Programación Lineal (PL)

Las bases para forjar la Programación Lineal se dieron en 1947 durante la Segunda Guerra Mundial con ideas efectivas en la asignación de recursos en operaciones militares. Culminada la guerra, se adaptaron estas ideas para mejorar la eficiencia y productividad en la industria. Luego en 1950 se introdujo la investigación de operaciones en las organizaciones como ente facilitador para la toma de decisiones eficientes y óptimas; ya para 1980 se desarrolló la inteligencia artificial y la heurística como grandes avances en la investigación de la ciencia, vista como la implementación de las matemáticas que facilita la toma de decisiones. En general, la PL trata de buscar la mejor forma de asignar recursos limitados a diferentes actividades.

Programación Lineal Entera (PLE)

Sus pioneros fueron Wagner y Martne. Los modelos de Programación Lineal Entera (PLE) son considerados subclases de la programación lineal, sus variables sólo pueden tomar valores enteros, es decir, deja atrás la hipótesis de perfecta divisibilidad de variables. Por ende, se concentra en dos categorías: directa y transformada. En la primera categoría, la naturaleza de la situación imposibilita asignar valores fraccionarios a los modelos. En la segunda categoría se emplean variables enteras auxiliares para convertir situaciones abstractas en modelos óptimos a través de algoritmos de optimización disponibles.

Esta clasificación es primordial, puesto que los algoritmos de resolución de problemas lineales enteros se fundamentan directa o indirectamente en la versión continua de las problemáticas. [14]

La toma de decisiones en este tipo de modelación se llega a valores continuos, dando origen a decisiones dicotómicas y decisiones que deben tomarse en unidades discretas. La PLE se clasifica en tres tipos:

- Problemas enteros puros: todas las variables son enteras, donde se diferencian los problemas totalmente enteros;
- Problemas enteros mixtos: contiene al mismo tiempo variables continuas y variables que solo pueden tomar valores enteros; y
- Problemas binarios: las variables enteras solo pueden tomar valores de cero y uno. Estos, hacen parte de los algoritmos de decisión, asignación, localización, etc.

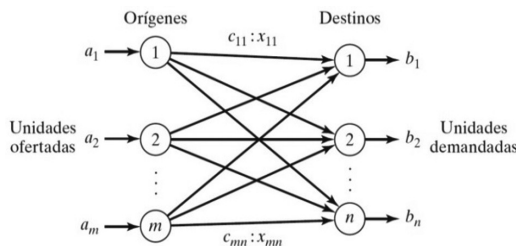
Modelo de redes de transporte

Se cree que Charles Babbage es el padre de la Investigación Operativa, debido a sus investigaciones acerca de los costos de transporte y clasificación del correo realizada en la *Uniform Penny Post* de Inglaterra en 1840. Durante los años 50 y 60, creció el interés por desarrollar nuevos modelos para aplicarlos en la industria y el comercio.

Los modelos de transporte hacen referencia al envío de artículos desde el origen hasta su destino, la finalidad es determinar el programa óptimo de transporte que minimice el costo total y, así mismo, satisfaga los límites de la oferta y demanda. Este tipo de modelos se puede implementar en diversas áreas de operación, tales como la programación de empleos, control de inventarios y asignación de personal.

La red que se presenta en la figura 2 representa el problema, donde hay m orígenes y n destinos, cada uno representado por un nodo. Los arcos representan las rutas que unen los orígenes con los destinos. El arco (i, j) que une el origen i con el destino j tiene dos informaciones: el costo de transporte por unidad c_{ij} y la capacidad x_{ij} . La cantidad de la oferta en el origen i es a_i y la cantidad de la demanda en el destino j es b_j . El objetivo del modelo es minimizar el costo de transporte total al mismo tiempo que se satisfacen las restricciones de la oferta y la demanda. [15]

Figura 3. Representación del modelo de transporte con nodos y arcos



Planteamiento del problema

En el Valle del Cauca, y específicamente en el municipio de Pradera se encuentra ubicado el trapiche panelero, que cuenta con un procedimiento tradicional para la distribución de vagones que está generando inconformidad en la empresa. Se ha encontrado un incremento sostenido del costo de distribución en 25%, 35% es combustible, 28% mantenimiento de equipos, 27% costos de operación, 10% llantas y filtros. Estos ítems pueden variar dependiendo de la ubicación del lote para el alce de la caña cortada, sin embargo siempre se ven incrementados.

También se han encontrado otros valores de incremento como:

- La mano de obra es el factor de mayor participación en los costos totales con un 29.6%, representado por las cuadrillas.
- Los costos de transporte representan el 14.5% de los costos totales y corresponden casi en su totalidad al traslado de la cosecha al ingenio.
- La tierra participa con el 14.3% de los costos totales.
- El factor “otros” agrupa los costos correspondientes a energía eléctrica para bombeo, control biológico, el cual ascendió al 13.9% de los costos totales.
- Los agroquímicos, representados por el costo de los fertilizantes y los plaguicidas, participan con el 8.5% de los costos totales.
- El agua para riego, retribución a la maquinaria, labor de alce de la cosecha, combustibles y semilla, participan con un porcentaje menor al 5.5% cada uno en los costos totales de producción.

Por lo anterior es importante resaltar que el ítem de mayor participación es el costo de producción, mano de obra y costos de transporte; por el traslado de la caña desde el campo hasta el molino.

Las unidades de transporte que se emplean en el trapiche panelero tienen una capacidad límite de maquinaria que cuenta con 7 tractores con la capacidad de remolcar 5 vagones cada uno; estos cuentan con capacidades que oscilan entre 4 y 6 toneladas. Estas unidades de transporte son enviadas desde su origen hasta las suertes que están a lejanas distancias que varían entre 5 y 60 km.

Sistematización del problema

Tradicionalmente, se ha evidenciado facilidad en su ejecución, no se ha ido más allá de donde simulen un análisis de costo, donde se verifique la viabilidad del escenario actual; igualmente es importante el simular la asignación de las unidades de transporte desde las suertes hasta la planta, pues tampoco se cuenta con una configuración óptima para el proceso de asignación de trenes cañeros.

Actualmente, para el envío de los trenes cañeros a las suertes se cuenta con un pronóstico de cañas cosechadas, el cual consiste en datos históricos sobre la demanda mensual de los terrenos, para su posterior corte y alce.

Para el control del corte se debe disponer de un sistema de registro que incluye datos como condición del cultivo, fecha de corte, hora de inicio y finalización del corte, código del transporte (tractores y vagones cañeros). Una vez la caña se encuentra en los patios de recepción, se pesa y se toman las muestras necesarias para el cálculo del tonelaje, esta es la forma actual de controlar el ingreso de materia prima a la planta de producción.

Las temporadas de madurez de la caña varían entre 13 meses para caña soca y 14 meses para plantilla (caña nueva). Se toma como dato inicial para el pronóstico de corte de la siguiente zafra el mes del año anterior a partir de este se cuenta el periodo correspondiente de madurez de la caña, variando está según sea el tipo. A continuación se presenta la capacidad de molienda diaria y anual a la que se debe dar respuesta.

Tabla 1. Capacidad de molienda

	MOLIENDA
Día	130 Tn/día
Año	1560 Tn/año

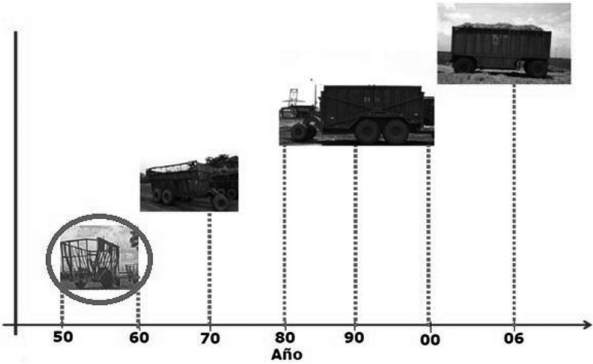
Por otra parte, el transporte desde las suertes hasta la planta se realiza en vagones (unidades de transporte) pequeños, cuyas capacidades oscilan entre 4 tn y 6 tn. En la siguiente tabla se presentan los vagones EWS.

Figura 4. Unidades de transporte disponibles

	Vagón	Capacidad [Tn]	Cantidad
	Vagón EWS	4	35
	Vagón EWS	6	35

La maquinaria disponible en la factoría es muy tradicional, cronológicamente se ubica en los años 50 – 60. Como lo muestra la ilustración, logrando así evidenciar la tradición que se ha sostenido por más de 50 años.

Figura 5. Sistema de transporte con tractores



Actualmente, se cuenta con 80 vagones cañeros de los cuales 10 son para transportar bagazo dentro de la planta y el resto son empleados para labores de campo para el posterior abastecimiento de los patios; son 35 vagones de 4 tn y 35 vagones de 6 tn en promedio.

Tanto los vagones como los tractores cuentan con una vida útil de 8 años y una depreciación de 2 años. En cuanto a la maquinaria de arrastre hay 5 propias y 2 contratadas. En la tabla que se presenta a continuación, sobre características de

remolcadoras, se hace referencia al tipo de tractor y las características relevantes a tener en cuenta en la situación problema.

Tabla 2. Características de remolcadoras

Potencia [Hp]	Capacidad de carga [TC]
120	30
150	37,5
230	57,5
120	30
230	57,5
250	62,5
130	32,5

Por otra parte, otra de las variables necesarias a contemplar para el análisis de escenarios es la capacidad anual de cosecha de las suertes, como se muestra en la siguiente tabla. La caña cosechada se clasifica en propias y de proveedores; para la modelación algebraica es necesario resaltar que al presentar costos que oscilan entre los mismos rangos se emplea como un solo parámetro.

Tabla 3. Cosecha anual de caña

	Capacidad anual [Tn/año]	Área [Hect]
Caña propia	15000	± 50
Caña proveedores	20000	± 65

Es importante identificar que para el proceso de poscosecha se deben evaluar los parámetros corte y alce considerados dentro de la variable cuadrilla. Estos cuentan con una capacidad estimada de mano de obra que muestra la figura 9.

Tabla 4. Capacidad estimada de cuadrillas (corte y alce) manual

Cuadrilla	Contratista	Mano de obra (M.O)	Capacidad estimada	\$/Tn
Corte	1 - 2	60	2,5	8300
Alce	1 - 2	20	10	4150

Estructura del modelo matemático

Los datos a analizar en los diversos escenarios han sido recolectados directamente de Agropanela. Donde se realizó una investigación dispendiosa y concreta sobre la situación actual evidenciada en la factoría, cantidad de maquinaria disponible entre vagones cañeros y tractores, datos históricos sobre cantidad de suertes cosechadas, prontuario de corte, mano de obra disponible para corte y apronte (alce y transporte).

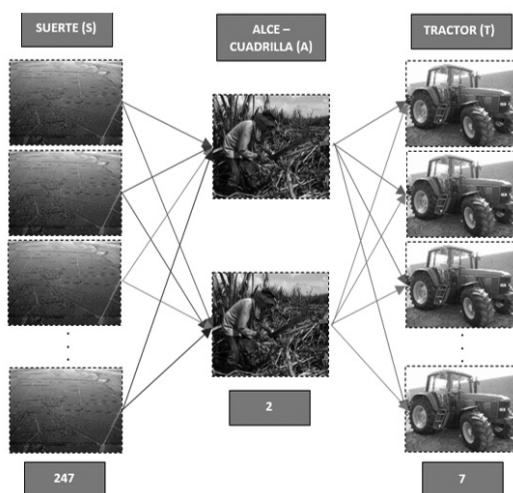
Características del modelo

El modelo de decisión propuesto se basa en información suministrada por Agropanela, empresa ubicada en el Valle geográfico del río Cauca y dedicada a la producción de panela bajo los altos estándares de calidad. Actualmente, implementan un modelo de asignación de trenes cañeros de manera empírica.

Seguidamente, se hace referencia a las generalidades del proceso de cosecha (corte, alce y transporte) de caña panelera, para así dar mayor precisión al momento de exponer el modelo propuesto.

Esquemáticamente el modelo se puede ilustrar como se presenta a continuación:

Figura 6. Situación problema



Fuente: Datos tomados por el investigador

Características y datos que configuran el modelo de programación lineal mixto:

Tabla 5. Características generales del modelo

Cantidad de suertes	s=247
Cantidad de cuadrillas de alce	a=2
Cantidad de tractores	T=7
Tipo de tractores	Ver tabla 7. Características de remolcadoras
Cantidad de vagones	Tv=70
Tipo de vagones	Vagones EWS modelo 1960
Capacidad de molienda	130Tn/día
Total de variables	3 - Binaria
Total de restricciones	5
Función objetivo	1

Fuente: Datos tomados por el investigador

Supuestos generales del sistema estratégico a modelar:

- El modelo se diseña para un periodo de planeación a 1 año, siendo factible ya que los periodos de maduración de la caña oscilan entre 13 meses para caña cepa (ya ha sido cortada y queda la semilla en el terreno) y 14 meses para la plantilla (caña nueva).
- La cantidad de caña a cosechar en cada suerte es dada por el prontuario de corte.
- Al ser la caña un producto perecedero se deben tener presentes los indicadores de sacarosa que contiene la caña.
- Se incluyen restricciones de capacidad, demanda y periodos de zafra.
- La función objetivo evalúa el costo de capacidad de la cuadrilla (corte y alce) asociado a las suertes para asignarlos a las unidades de transporte buscando la minimización de costos de asignación.
- Los costos de cosecha (corte, alce y transporte) son tomados a partir de la información suministrada por el trapiche panelero.

Modelo de asignación de unidades de transporte a las suertes

A continuación se presenta la notación y formulación matemática de la situación problema, por medio de un modelo de programación lineal entera mixta. Donde se define la función objetivo, conjuntos e índices, parámetros, restricciones y variables de decisión.

Formulación verbal del modelo de asignación de unidades de transporte a las suertes

Índices, conjuntos y subconjuntos

$s \in S$	Suertes
$c \in C$	Cuadrillas
$t \in T$	Tipo de transporte
$t \in T_p$	Transporte propio
$t \in T_c$	Transporte de contratistas

Parámetros

- K_{st} : Costo de transporte de una tonelada de caña de la suerte “s” en la unidad de transporte “t” [\$/tn*km]
- K_a : Costo de alce de una tonelada de caña por la cuadrilla “c”. [\$/tn]
- K_c : Costo de corte de una tonelada de caña por la cuadrilla “c”. [\$/tn]
- T_s : Caña cosechada en la suerte “s”. [tn/año]
- C_c : Capacidad estimada por la cuadrilla “c”. [tn/año]
- C_t : Capacidad del tipo de transporte “t” con la unidad de transporte “v”. [tn/año]
- R_q : Requerimiento o demanda de caña para molienda [tn/año]
- D_s : Distancia de la suerte “s” al molino. [Km]
- No: Número de viajes por máquina [viajes/año]

Se establecen parámetros unidimensionales, tales como la capacidad de molienda anual de caña, cantidad de vagones o canastas y remolcadoras. Al igual que parámetros bidimensionales, como costos variables de transporte, alce, corte, cantidad de caña cosechada, capacidad estimada de las cuadrillas.

Función objetivo

Minimizar costos de asignación, referentes a la capacidad de la cuadrilla (corte y alce) asociado a las suertes para asignarlos a las unidades de transporte; con un horizonte de doce (12) meses ya que el periodo de maduración de la caña oscila entre 13 y 14 meses, para cepa y plantilla respectivamente.

*[[(Costo de cuadrilla de una tonelada de caña + (Costo de transporte de una tonelada de caña de la suerte en las unidades de transporte * Distancia de la suerte hasta el trapiche)] * Caña cosechada anualmente por las suertes } * Si la suerte "s" es cortada por la cuadrilla "a" y transportada por "t".*

Restricciones

Se consideraron las siguientes restricciones, para la viabilidad del problema de decisión:

- Capacidad de cuadrilla
- Capacidad de unidades de transporte por viaje
- Demanda
- Corte anual de suertes
- Número de viajes por unidad de transporte
- Binaria

Formulación del modelo matemático en notación algebraica

Variable de decisión

$$X_{sat} = \begin{cases} 1 & \text{Si la suerte "s" es cortada por la cuadrilla "c" y} \\ & \text{transportada por "t".} \\ 0 & \text{De lo contrario} \end{cases}$$

Las variables de decisión evidenciadas en el análisis del escenario pueden ser controlables por el trapiche, dando el manejo idóneo se lograría optimizar este eslabón de la cadena de suministro de materia prima ya sea de modo directo o indirecto. Pues estará en la capacidad de decidir cuál configuración de unidades de transporte es la óptima a enviar a la suerte que está siendo cortada y alzada por las cuadrillas. Logrando así la reducción de costos logísticos de asignación.

Función objetivo

$$\text{Min } Z = \sum_{s \in S} \sum_{c \in C} \sum_{t \in T} [K_c + (K_{st} * D_s) * T_s] * X_{sat}$$

La función objetivo, evalúa el costo de capacidad de la cuadrilla (corte y alce) asociado a las suertes para asignar las unidades de transporte buscando la minimización de costos de asignación.

Restricciones

1. Capacidad de cuadrilla

$$\sum_{s \in S} \sum_{c \in C} \sum_{t \in T} T_s * X_{sct} \leq C_c \left[\frac{tn}{año} \right]; \forall c \in C$$

Número total de suertes cortadas por cada cuadrilla según su capacidad estimada.

2. Capacidad de unidades de transporte por viaje

$$\sum_{s \in S} \sum_{c \in C} \sum_{t \in T} T_s * X_{sct} \leq C_t \left[\frac{tn}{año} \right]; \forall t \in T$$

El número total de suertes que se asignarán a cada cuadrilla, estará dado a partir de la capacidad de la cuadrilla y por la capacidad de las unidades de transporte, asignando las unidades propias y de contratistas; como se muestra en la restricción 1.

3. Demanda

$$\sum_{s \in S} \sum_{c \in C} \sum_{t \in T} T_s * X_{sct} = R_q \left[\frac{tn}{año} \right]$$

Permitirá que la cantidad de caña cosechada en las suertes la capacidad satisfaga la capacidad de molienda anual.

4. Corte anual de suertes

$$\sum_{c \in C} \sum_{t \in T} X_{sct} = 1; \forall s \in S \left[\frac{tn}{año} \right]$$

El ciclo de maduración de caña para su posterior corte se encuentra en el rango de 13 y 14 meses, lo cual se quiere garantizar con esta restricción que la suerte se corta solamente una vez al año.

5. Binarias:

$$X_{sat} \in \{0,1\}$$

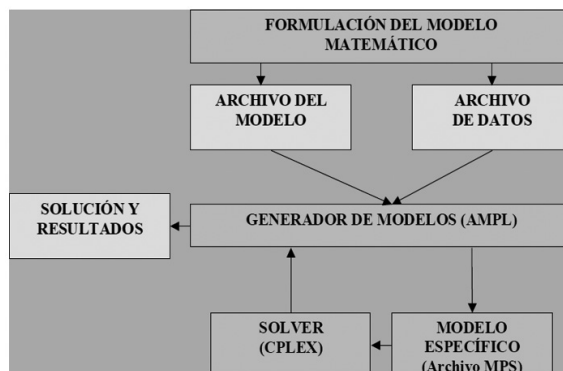
Esta restricción define el dominio de la variable de decisión.

Modelación en AMPL – solución del modelo

Vidal (2010) plantea que cuando los problemas son de mayor tamaño, como ocurre en el caso de modelos reales, se debe utilizar software especializado para la generación y solución de los modelos. Esto se debe a que los modelos reales pueden llegar a tener decenas de miles, centenas de miles e incluso millones de variables, con otro tanto de restricciones. El proceso de generación del modelo consiste en que al software generador se le suministra la estructura matemática del modelo, de acuerdo con su propia sintaxis, y el generador combina los archivos del modelo y de datos para producir un archivo ejecutable por el solucionador correspondiente.

Para este trabajo se diseñó el modelo en AMPL (A Modeling Language for Mathematical Programming), debido a que se obtiene un grado de independencia entre los valores, que permite que pueda tenerse un archivo de modelo maestro y correrlo con varios archivos de datos diferentes. Es un lenguaje de programación que permite optimizar la función objetivo y ayuda a encontrar la mejor solución [2]. La Figura 12 describe el funcionamiento del lenguaje de modelamiento para programación matemática AMPL:

Figura 7. Funcionamiento general de n programa generador de modelos y solucionador (solver) asociado. [15]



A continuación se plantea el modelo de programación lineal entera mixta. El modelo en AMPL se muestra a continuación, para tener mayor claridad nótese la correspondencia entre los nombres de los conjuntos, parámetros y variables del modelo como se definió anteriormente en la notación verbal y algebraica.

MODELO DE ASIGNACION DE UNIDADES DE TRANSPORTE A LAS SUERTES

INDICES, CONJUNTOS Y SUBCONJUNTOS

```
set SUERTES; # Conjunto de extension de tierra disponibles
               para cosechada indexado por s
set CUADRILLA; # Frentes de alce y corte indexado por c
set TIPOTRANS; # Transporte a emplear tractores y vagones
               indexado por t
```

```
set TRANSPROP within TIPOTRANS; # tractores propios
set TRANSCONTR within TIPOTRANS; # Tractores contratados
# PARÁMETROS
```

```
paramKst {s in SUERTES, t in TIPOTRANS} >= 0;
# Costo de transporte de una tonelada de caña de la suerte
"s" en la unidad de transporte "t"
# ($/ton*km)
```

```
param Kc {c in CUADRILLA} >= 0;
# Costo de corte y alce por cuaadrillas de una tonelada de
caña por la cuadrilla "c"
# ($/ton)
```

```
paramTs {s in SUERTES} >= 0;
# Caña cosechada en la suerte "s"
# (ton/año)
paramCc {c in CUADRILLA} >= 0;
# Capacidad estimada de la cuadrilla "c"
# (tn/año)
```

```

paramCPt {t in TRANSPROP} >= 0;
# Capacidad del tipo de transporte propio "t"
# (ton/año)

paramCCt {t in TRANSCONTR} >= 0;
# Capacidad del tipo de transporte contratista "t"
# (ton/año)

paramRq>=0;
# Requerimiento de anual de caña a moler
# (ton/año)

paramDs {s in SUERTES} >= 0;
# Distancia de la suerte "s" al molino
# (Km)

param No {t in TIPOTRANS} >=0;
# Numero de viajes
# (No/año)

# VARIABLES DE DECISIÓN

var X{s in SUERTES, c inCUADRILLA,tin TIPOTRANS}>=0 bi-
nary;
# Si la suerte "s" es cortada por la cuadrilla "a" trans-
portada por "t" en la unidad "v".

# FUNCIÓN OBJETIVO

minimize COSTO_ANUAL: # ($/año)

sum {s inSUERTES,tin TIPOTRANS, c in CUADRILLA} (Kc[c]+(Ks
t[s,t]*Ds[s]))*Ts[s])*X[s,a,t];
# RESTRICCIONES

subjectto CAPACIDAD_CUADRILLA {c in CUADRILLA}:
sum {s in SUERTES, c in CUADRILLA, t in TIPOTRANS}
T[s]*X[s,c,t] <= Cc[c];

```

```

subjectto CAPTIPO_TRANSPROP {t in TRANSPROP}:
sum {s in SUERTES, c in CUADRILLA, t in TRANSPROP}
T[s]*X[s,c,t] <= Ct[t,v];

```

```

subjectto CAPTIPO_TRANSCONTR {t in TRANSCONTR}:
sum {s in SUERTES, c in CUADRILLA, t in TRANSPROP}
T[s]*X[s,c,t] <= Ct[t,v];
subjectto DEMANDA_MOLIENDA :
sum {s in SUERTES, c in CUADRILLA, t in TIPOTRANS}
D[s]*X[s,c,t] = Rq;

```

```

subjectto CORTEANUAL_SUERTES {s in SUERTES} :
sum {c in CUADRILLA, t in TIPOTRANS} X[s,c,t] = 1;

```

El modelo propuesto anteriormente, es la propuesta de solución para la problemática evidenciada en la factoría; buscando así la solución más aproximada a la óptima.

Conclusiones

Con el modelo de optimización propuesto, se busca dar respuesta al proceso de asignación de transporte para disminuir los costos de distribución del alce de caña de azúcar cortada por el trapiche.

Logrando así describir y analizar efectivamente el sistema actual de apronte de caña de azúcar y la forma idónea de optimizarlo. A través del modelo de asignación de transporte para el máximo aprovechamiento de la capacidad del sistema compuesto por suertes, cuadrillas y transporte. A través de escenarios que faciliten la toma de decisiones

Referencias

1. Amú, L. Logística de cosecha: evaluación de tiempos y movimientos. Indicadores y control, Revista Técnicaña 26, 2010, pp. 27 – 32

2. Arboleda J, & Ramirez, N. Modelamiento Matemático del programa maestro de producción [MPS] en una empresa de sector de plásticos. Facultad de Ingeniería Industrial, Universidad Santiago de Cali, Cali, Colombia, 2014.
3. Cenicaña, Centro de investigación de caña de azúcar de Colombia (2014). [En línea] Disponible en: <http://www.cenicana.org/>
4. Corpoica, Corporación colombiana de investigación agropecuaria. (2014), [En línea] Disponible en: www.corpoica.org.co/
5. Décima, A. Majorel, N. Will, A., Rodríguez, S. & Diez, O. Optimización del transporte de caña de azúcar utilizando sistemas multiagentes y algoritmos genéticos grouping, Rosario, Argentina, 2011.
6. Fedepanela, Federación Nacional de Productores de Panela (2014) [En línea] Disponible en: <http://www.fedepanela.org.co/>
7. Higgins, Andrew. Scheduling of road vehicles in sugarcane transport: A case study at an Australian sugar mill. European Journal of Operational Research. Vol.170. 2006, pp.987.
8. I.A. García, H. M.V.Z. Albarracin, L, I.Q. Toscano, A. I.A. Santana, N. & I.A. Insuasty, O. Guía tecnológica para el manejo integral del sistema productivo de caña panelera, Bogotá, DC., Colombia, 2007.
9. Iannomi, A. & Morabito, R. (2002), Análise do sistema logístico de recepção de cana-de-açúcar: Um estudo de caso utilizando simulação discreta, ScieloBrazil, 9 (2), 107 – 110
10. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, Observatorio Agrocadenas Colombia, la cadena agroindustrial de la panela en Colombia. Bogotá, Colombia, 2005.
11. Procaña, Asociación Colombiana de Productores y Proveedores de Caña de Azúcar. (2014), [En línea] Disponible en: <http://www.procana.org/>
12. Ramírez, G. & García, C. Sistema de transporte de caña de azúcar en Colombia, Pradera, Colombia, 2006.
13. Taha, H. Investigación de operaciones (9na Ed), Pearson, Naucalpan de Juárez, Estado de México, 2012.
14. Vidal, C. Introducción a la modelación matemática y optimización. Facultad de Ingeniería, Universidad del Valle, Santiago de Cali, Colombia, 2005.
15. Vidal, C. Planeación, optimización y administración de cadenas de abastecimiento. Facultad de Ingeniería, Universidad del Valle, Santiago de Cali, Colombia, 2010.
16. Vidal, C. Foro-taller internacional sobre cosecha y transporte de caña de azúcar. Optimización de cadenas de abastecimiento y su uso potencial en sistemas de transporte de caña de azúcar, Palmira, Colombia, 2006.

Propuesta de un modelo de competencias para el proyecto: Modelo Educativo Integral para la ciudad de Barrancabermeja

Angelica C. Güechá Rivera

Universidad Pontificia Bolivariana

Colombia

angelica.guecha@gmail.com

Javier Darío Fernández Ledesma

Universidad Pontificia Bolivariana

Colombia

javier.fernandez@upb.edu.co

Resumen

Con base en las problemáticas de educación que se presentaban en la ciudad de Barrancabermeja, en el departamento de Santander, Colombia; Ecopetrol y el Municipio de Barrancabermeja, en conjunto con la Universidad Pontificia Bolivariana (sede Medellín) plantearon un nuevo Modelo Educativo Integral para la ciudad de Barrancabermeja.

En el presente artículo se expone una propuesta de un modelo de competencias para el proyecto, con el fin de desarrollar de forma efectiva a sus docentes, garantizando su calidad y que el conocimiento y el modelo educativo sean transmitidos de

la manera más óptima a todos los involucrados, quienes a su vez están orientados a mejorar las condiciones de vida, y la participación en la transformación de la sociedad de la que forma parte.

Palabras clave

Modelo Educativo Integral, Modelo Integral por Competencias, Competencias

Abstract

Based on the issues of education that appeared in the city of Barrancabermeja, department of Santander, Colombia; Ecopetrol, the Municipality of Barrancabermeja, in conjunction with the Universidad Pontificia Bolivariana (based Medellin) posed a new Comprehensive Educational Model for the City of Barrancabermeja.

In this paper a proposal for a competency model for the project is exposed to effectively develop their teachers, ensuring quality and that knowledge and education model is transmitted in the most optimal manner to all involved, who in turn are aimed at improving living conditions, and participation in the transformation of the society of which it is part.

Keywords

Integral Educational Model, Integral Model Competency Skills

Introducción

Continuamente, en nuestro mundo se están presentando cambios día a día, evidenciando los más relevantes en los sistemas de educación, productivos, tecnológicos, ciencia, formas de vida, producción, financieros, de trabajo, con el fin de dar respuesta y afrontar la evolución constante que estamos presenciando. Por esto uno de los temas más importantes que se debe trabajar o sobre quienes se debe trabajar es en los jóvenes que se están formando en nuestras instituciones, se deben orientar sus propósitos educativos a la formación de sujetos integralmente desarrollados. Individuos con habilidades para enfrentar los desafíos emergentes de la globalización y para participar de forma creativa e innovadora en la solución de los problemas sociales y productivos.

La educación, mucho más que adquirir nuevos conocimientos, o construirlos, se debe encaminar a proponer respuestas a los problemas y situaciones que se nos presentan y que enfrentamos en nuestro día a día, por lo que se requiere activar la experiencia, los saberes de distintos dominios de conocimiento, las capacidades de acción, de interacción para generar un modelo que integre saberes, acciones, de interacción social y de autoconocimiento, desde una perspectiva integral. De ahí parte la necesidad de estructurar un nuevo modelo educativo en el lugar que se requiera.

Así mismo, para mantener este modelo educativo en constante movilidad es pertinente implementar un modelo de competencias combinando destrezas, conocimientos, actitudes y aptitudes, facilitando que el estudiante logre generar un capital cultural o desarrollo personal, un capital social que incluye la participación ciudadana, y un capital humano o capacidad para ser productivo en determinada sociedad.

Modelos educativos

Los modelos educativos son visiones sintéticas de teorías o enfoques pedagógicos que orientan a los especialistas y a los profesores en la elaboración y análisis de los programas de estudio; en la sistematización del proceso de enseñanza-aprendizaje, o bien en la comprensión de alguna parte de un programa de estudios, estos modelos tienen vigencia y varían según el período histórico en el que aparecen (Pedagógica, 2015).

También los modelos educativos son, como señala Antonio Gago Huguet, una representación arquetípica o ejemplar del proceso de enseñanza-aprendizaje, en la que se exhibe la distribución de funciones y la secuencia de operaciones en la forma ideal que resulta de las experiencias recogidas al ejecutar una teoría del aprendizaje (Pedagógica, 2015).

Tener claramente definido un modelo educativo permite que los docentes tengan un panorama preciso de cómo se elaboran los programas, qué se requiere transmitir, cómo operan los métodos de enseñanza, cuáles son los elementos que desempeñan una labor importante en una planeación didáctica o en un programa de enseñanza eficiente y se obtengan resultados de alta calidad en las aulas de clases.

Según el centro de asesoría pedagógica (2015), “algunos tipos de modelos educativos son los siguientes:

a) *El modelo tradicional.*

Este tipo de modelo educativo se refiere principalmente a la elaboración de un programa de estudios. Los elementos que presentan son mínimos, ya que no se hacen explícitas las necesidades sociales, la intervención de especialistas, las características del estudiante, ni tampoco se observan las instancias de evaluación del programa de estudios. El esquema es muy sencillo, en él se destacan los cuatro elementos siguientes:

El profesor: es el elemento principal en el modelo tradicional, ya que tiene un papel activo: ejerce su elocuencia durante la exposición de la clase, maneja numerosos datos, fechas y nombres de los distintos temas.

El método: se utiliza cotidianamente la clase tipo conferencia, copiosos apuntes, la memorización y la resolución de los cuestionarios que presentan los libros de texto.

El alumno: en este modelo educativo no desempeña una función importante, su papel es más bien receptivo, es decir, es tratado como objeto del aprendizaje y no se le da la oportunidad de convertirse en sujeto del mismo.

La información: los contenidos se presentan como temas, sin acotar la extensión ni la profundidad con la que deben enseñarse. De esta manera, algunos

profesores desarrollan más unos temas que otros creando, por ende, distintos niveles de aprendizaje en grupos de un mismo grado escolar.

El modelo tradicional muestra la escasa influencia de los avances científico-tecnológicos en la educación y, en consecuencia, refleja un momento histórico de desarrollo social.

b) El modelo de Ralph Tyler.

El modelo que Tyler propone presenta como aportación fundamental el concepto de objetivos, los cuales se convierten en el núcleo de cualquier programa de estudios, ya que determinan de una manera u otra el funcionamiento de las otras partes del programa.

La idea de elaborar un programa o una planeación didáctica teniendo como base los objetivos, cambia sustancialmente el esquema tradicional de las funciones del profesor, del método, del alumno y de la información, por ejemplo:

El profesor: aunque el profesor presente notables cualidades de orador, gran capacidad de manejo de información e, inclusive, un amplio repertorio de conocimientos de un tema determinado, sus acciones están determinadas por el objetivo, puesto que señala con claridad la extensión y la profundidad con que se ha de enseñar dicho contenido. También este modelo menciona la forma en que el profesor tendrá que impartir la enseñanza y le propone diversas actividades según sea el tipo de objetivo de que se trate.

El método: como los objetivos mencionan diversas acciones que los alumnos han de desempeñar, la enseñanza no puede dirigirse con un solo método o con una misma forma de dar la clase. Por el contrario, se proponen diversas actividades para los alumnos (actividades de aprendizaje) y actividades para el profesor (actividades de enseñanza), de tal manera que dependiendo el tipo de objetivo serán las acciones a realizar por el docente y los estudiantes. Este modelo ofrece la posibilidad de utilizar diversos métodos y técnicas, los cuales serán propuestos en los programas y en algunos casos serán seleccionados por los profesores.

El alumno: los objetivos mencionan acciones que han de realizar los alumnos, por lo cual éstos dejan de ser pasivos u objetos de enseñanza y se convierten

en sujetos de aprendizaje realizando diversas acciones que son registradas por el docente. A diferencia del modelo tradicional donde el alumno desconocía la profundidad y extensión de tema, así como las acciones que se esperan de él, en el modelo de Tyler el alumno, desde la lectura del objetivo, conoce las actividades que debe realizar individualmente, en equipo o bien conjuntamente con el profesor.

La información: la información por enseñar ya no se presenta a manera de temas como se hacía en el modelo tradicional, sino por medio de objetivos, es decir, se fragmentan los contenidos en pequeñas porciones, las cuales están acotadas tanto en su extensión como en su profundidad.

Un contenido puede dar lugar a varios objetivos con diversas acciones por realizar; dichos objetivos se relacionan y se estructuran lógicamente formando unidades, éstas, a su vez, presentan un orden lógico y una secuencia de lo simple a lo complejo y forman un programa de estudios.

La información así estructurada permite un manejo preciso y homogéneo por parte del profesorado y elimina, en parte, la subjetividad en la enseñanza de los contenidos, ya que las acciones del profesor, del alumno, la extensión, profundidad y tiempo dedicado a cada objetivo están acordados previamente en el programa de estudios.

La planeación didáctica se facilita puesto que el programa de estudios resulta lo suficientemente explícito y el docente sólo necesita hacer un análisis cuidadoso del programa o, en su defecto, consultar al coordinador de área o de estudios.

Otras ventajas que proporciona este modelo son:

La evaluación: se realiza de manera más sistemática, ya que los tiempos, las formas e instrumentos de evaluación que deben emplearse están predeterminados en el programa de estudios. Los docentes podrán elegir formas alternativas de evaluación con la condición de que se adecuen al objetivo, es decir, que las acciones que el alumno debe realizar, las cuales se mencionan en el objetivo, sean factibles de medir y de registrar.

La participación de especialistas: la elaboración de programas requiere de la participación de especialistas, puesto que se requiere de un conocimiento

técnico-pedagógico que demanda rigor y precisión. La propuesta de objetivos, la selección de los mismos, así como su redacción son tareas complejas que requieren del conocimiento de diversas teorías del aprendizaje, del manejo de diversos métodos y técnicas didácticas y de enfoques taxonómicos de evaluación, entre otros requisitos.

La sociedad: el vínculo entre educación y sociedad se torna más estrecho en el modelo de Tyler, ya que los objetivos sugeridos por los especialistas tienen como marco de referencia las necesidades que demanda la sociedad, de tal manera que, conforme se modifican las necesidades sociales, es necesario cambiar los objetivos de los programas de estudios porque se corre el riesgo de que se vuelvan obsoletos.

c) *Modelo de Popham-Baker.*

Este modelo se refiere particularmente a la sistematización de la enseñanza; hace una comparación entre el trabajo de un científico y el trabajo de un profesor. La comparación estriba en que el científico tiene un conjunto de hipótesis como punto de partida, selecciona una serie de instrumentos para comprobar su veracidad, con los instrumentos seleccionados somete las hipótesis a experimentación y evalúa los resultados obtenidos.

De igual manera el docente parte de un conjunto de objetivos de aprendizaje, selecciona los instrumentos de evaluación más idóneos y los métodos y técnicas de enseñanza acordes con los objetivos, los pone a prueba durante la clase o en el curso, y evalúa los resultados obtenidos.

Desde luego que los niveles de rigor, precisión y conceptualización distan mucho entre un científico y un docente; sin embargo, la propuesta de Popham-Baker es de que en ambos hay sistematización en el trabajo que se realiza, un conjunto de elementos a probar, y la evaluación de resultados, es decir, cada uno de los elementos mencionados ocupa un lugar dentro de una secuencia formando un sistema que tiene una entrada y una salida de productos o resultados, los cuales se modifican por medio de un proceso.

Este modelo incorpora, a diferencia del modelo de Tyler, una evaluación previa de los objetivos de aprendizaje, la cual permite conocer el estado inicial de los alumnos respecto de los objetivos.

Los resultados de la evaluación previa se comparan con los resultados de la evaluación final; de esta manera puede registrarse y compararse el grado de avance en el aprendizaje de los alumnos.

El modelo de estos autores debe motivar a los docentes a realizar planeaciones didácticas rigurosas, bien secuenciadas, y apoyadas con los instrumentos de evaluación más idóneos según los objetivos de aprendizaje que mencionen los programas de estudios que imparten.

d) *Modelo de Roberto Mager.*

El modelo de Roberto Mager permite a los docentes conocer en detalle una parte importante de los programas: los objetivos.

Los objetivos pueden ser generales, particulares (también llamados intermedios) y específicos (también conocidos con el nombre de operacionales).

En el modelo de Mager se hace referencia a los objetivos específicos, es decir, con los que comúnmente opera el profesor en el salón de clase y los que están en la base de su planeación didáctica.

Habitualmente en un programa de estudios los objetivos específicos se presentan redactados, sin hacer mención a cada una de sus partes, para evitar la pérdida de significado o de sentido en el profesor.

Es frecuente que los profesores lean rápidamente los objetivos específicos y no tomen en cuenta todas las acciones y partes que se mencionan en ellos, esto trae como consecuencia que no se distinga con claridad cómo enseñar y evaluar adecuadamente los objetivos. Esta situación impide que se alcancen óptimamente las acciones y los niveles de ejecución que los objetivos demandan.

El modelo de Roberto Mager muestra con claridad las partes que integran un objetivo específico.

Presentación: esta parte se refiere a quién efectuará la conducta solicitada: el alumno, el participante, el practicante, etcétera.

Conducta: se refiere al comportamiento o acción que realiza el alumno o el participante. Por lo regular se redacta utilizando un verbo activo que no dé lugar a diversos significados, por ejemplo: identificar, clasificar, enlistar, etcétera.

Contenido: esta parte hace mención al tema o subtema mediante el cual se logrará el objetivo, por ejemplo: tabla periódica, ecuación lineal, movimiento rectilíneo, huesos del cuerpo humano, efecto invernadero, etcétera.

Condiciones: hace mención a las circunstancias particulares en que la conducta debe manifestarse, por ejemplo: en el laboratorio, en un mapa, con ayuda de un modelo o maniquí, en una maqueta, en la computadora, etcétera.

Eficacia: en esta parte se hace referencia al criterio de aceptabilidad de la conducta, es decir, se hace explícito el nivel o grado de complejidad en que la conducta debe darse.

c) *Modelo de Hilda Taba.*

Este modelo sintetiza los elementos más representativos de los otros modelos que ya se han revisado. Uno de los aportes que presenta es la organización de contenido y las actividades de aprendizaje.

El contenido de un programa de estudios o de una planeación didáctica debe presentar una organización lógica, cronológica o metodológica. Dicha organización permitirá al docente presentar la información a los alumnos de lo simple a lo complejo, de lo que es antecedente a su respectivo consecuente, de la causa al efecto, de lo general a lo particular, etcétera, lo cual redundará en un mejor aprovechamiento.

La organización de las actividades también es un factor de mejora en el aprendizaje. Los profesores deben presentar a los alumnos los objetivos mediante una gama de actividades debidamente secuenciadas, considerando cuáles han de ser de manera individual y cuáles de forma grupal, fijando la duración de ambas.

Las actividades que los profesores y los alumnos realizan deben estar claramente diferenciadas y equilibradas, de tal manera que el profesor tenga previsto cuándo exponer, retroalimentar, organizar y supervisar, y en qué momentos el grupo

asume el papel protagónico en el aprendizaje y el profesor coordina las actividades y retroalimenta a los alumnos individualmente o a cada uno de los equipos.

La propuesta del modelo de Hilda Taba muestra a los docentes las partes más importantes de un programa y, a su vez, les plantea el reto de elaborar planeaciones didácticas con organización de contenidos y actividades creativas, precisas y eficientes”.

Modelo educativo integral para la ciudad de Barrancabermeja

Aunar esfuerzos para ubicar la educación del municipio de Barrancabermeja como eje del desarrollo del territorio, con énfasis en la formación integral, el conocimiento, la innovación, el liderazgo, el emprendimiento y la investigación.

Barrancabermeja es la segunda ciudad más importante en el departamento de Santander, Colombia, cuenta actualmente con 325.000 habitantes. Es sede de la refinería de petróleo más grande del País, por lo que se ha considerado durante más de 90 años como una ciudad enclave, una ciudad que ha dependido de una sola actividad económica ejercida por una sola empresa, centrada en el sector primario de extracción de materias primas (exploración y explotación del petróleo crudo) y el sector secundario o industrial (refinación y petroquímico básico) (Mosquera, 2013).

A partir del año 2008 comienza la transformación económica para la ciudad, la industria del petróleo pasa a un segundo plano sin que desaparezca en 30 años, y aparecen los megaproyectos locales y nacionales en torno al río Magdalena; entre los que se encuentran: las plantaciones comerciales de palma aceitera y caucho, el traslado de la industria avícola de Bucaramanga, la Sociedad Portuaria de Barrancabermeja, el puente Yondó-Barrancabermeja, la doble calzada de la Ruta del Sol entre Puerto Salgar y San Roque, la recuperación del río Magdalena en su trayecto de Barranquilla y Cartagena –incluyendo el Canal del Dique- hasta Barrancabermeja, el Puerto Fluvial de Embarcaciones Menores, la recuperación de la vía férrea para transportar el carbón de El Carmen al puerto carbonero que se construye en el río Magdalena, el proyecto de recuperación secundaria de los campos petroleros convenio Oxy-Ecopetrol (La Cira, Infantas, Lizama) y Schulemberger-Ecopetrol (Casabe), la construcción por Ecopetrol del plan de mejoramiento de la refinería en Barrancabermeja-PMRB, la construcción

de la represa de Hidrosogamoso para garantizar energía al oriente colombiano y en especial a la actividad de la Plataforma Logística Multimodal, así mismo hoteles, restaurantes, tres (3) nuevos centros comerciales, etc... (Mosquera, 2013)

La ciudad de Barrancabermeja evidencia problemáticas educativas, entre las cuales cabe mencionar:

1. La desarticulación entre los distintos niveles del sistema educativo.
2. El bajo nivel educativo, expresado en resultados deficientes en pruebas nacionales e internacionales.
3. La brecha, en términos de cobertura y calidad, entre lo rural y lo urbano.
4. El bajo número de propuestas, y pertinencia, de la técnica y la tecnología, así como de la formación avanzada (especializaciones, maestrías, doctorados).
5. Los bajos niveles de desarrollos investigativos en la Educación Superior, debido, entre otras cosas, al bajo nivel de formación (estudios avanzados) de los profesores y al alto porcentaje de vinculación por cátedra.
6. La necesidad de fortalecer la formación ciudadana y la convivencia social (Escuela de Educación y Pedagogía, 2013).

De aquí parte la idea de diseñar un modelo educativo integral, donde se tengan en cuenta los procesos sociales, comunitarios, productivos, culturales y políticos en una ciudad, por lo tanto no se puede pensar como un modelo netamente de educación, sino un modelo integral donde participen diferentes actores sociales y culturales, que encaminen a la apropiación y participación de los ciudadanos de Barrancabermeja.

De esta manera, se tuvieron en cuenta los siguientes ámbitos que intervienen directamente en la calidad de la educación: políticas y programas de orden nacional; tendencias internacionales; desarrollos y prácticas institucionales locales; tradición sociocultural y expectativas consensuadas de los ciudadanos; y construcción social y colaborativa del conocimiento por parte de los actores sociales y culturales barramejos (Escuela de Educación y Pedagogía, 2013)

La construcción del modelo educativo se desarrolló por medio de las siguientes estrategias: mesas de trabajo, foros y análisis bibliográfico y documental, cada una

de ellas asociadas a objetivos, productos, subproductos y actores, de igual forma se desarrollaron con técnicas e instrumentos correspondientes.

Las etapas del proceso del diagnóstico y diseño del modelo educativo se basaron en las siguientes fases:

Para la etapa de diagnóstico educativo: están las fases de sensibilización, reconocimiento sectorial, reconocimiento intersectorial compartido. Y para la etapa de diseño del modelo se encuentran: formulación del modelo y afinamiento.

Con el diseño del modelo se pretende garantizar la excelencia educativa del Municipio con criterios de integralidad, articulando los esfuerzos del sector educativo público y privado en sus distintos niveles de formación. De igual manera, el modelo educativo pretende reducir brechas entre los territorios rurales y urbanos, y fortalecer el acceso educativo de los ciudadanos de Barrancabermeja (-CER-, 2013).

Este modelo se elaboró bajo un enfoque situado y participativo, con el ánimo de establecer altos estándares de calidad en la educación y la edificación de una sociedad que posibilite la gestión de conocimiento, el pensamiento crítico y espacios de innovación e investigación (Escuela de Educación y Pedagogía, 2013).

Los alcances de las primeras etapas del proyecto fueron los siguientes:

1. Construir de manera participativa y colaborativa un modelo educativo integral para el municipio de Barrancabermeja, con base en las problemáticas y potencialidades de la zona en torno a lo social, cultural, productivo, económico, académico.
2. Elaborar un diagnóstico de las condiciones contextuales y educativas de la ciudad de Barrancabermeja que sirva como elemento de base para la construcción de un modelo educativo situado, integral, colaborativo y participativo.
3. Definir los componentes fundamentales que soportan un modelo educativo que integre: niveles educativos, educación y sociedad, ruralidad y urbanidad, globalidad y localidad.
4. Formular una propuesta para la implementación, el seguimiento y retroalimentación del modelo educativo integral.

5. Acompañar al Grupo Asesor para la Excelencia Educativa en la formulación de políticas, programas y proyectos relacionados con el objeto del convenio.
6. Trazar los lineamientos para la formulación de un programa de formación de formadores. Dejar formulada una plataforma y una estructura que permita darle viabilidad a los lineamientos.
7. Trazar los lineamientos para la identificación y cualificación de líderes en emprendimiento, innovación y desarrollo social. Dejar formulada una plataforma y una estructura que permita darle viabilidad a los lineamientos.
8. Definir la segunda etapa correspondiente a la ejecución del modelo educativo.

Modelo integral por competencias

Los distintos sistemas educativos que han experimentado importantes mejoras lo han logrado fundamentalmente porque han creado un sistema que es más eficiente en tres aspectos: conseguir gente más talentosa que se interese por la docencia, desarrollar a sus docentes para que sean mejores instructores y garantizar que estos instructores se brinden en forma consistente a todos los niños del sistema. La calidad de un sistema educativo se basa en la calidad de sus docentes (Barber & Mourshed, 2008).

El nuevo modelo educativo a desarrollar, requiere ser organizado e implementado con base en el concepto de Competencias, entendiéndolo como la combinación de destrezas, conocimientos, aptitudes y actitudes, y a la inclusión de la disposición para aprender además del saber cómo, posibilitándose que el estudiante pueda generar un capital cultural o desarrollo personal, un capital social que incluye la participación ciudadana, y un capital humano o capacidad para ser productivo (García Renata, 2011).

Es por esto que se propone para las siguientes fases de implementación, seguimiento y evaluación del modelo educativo diseñado para la ciudad de Barrancabermeja, implementar un modelo de competencias que se adapte a las instituciones del Municipio para desarrollar de forma efectiva a sus docentes y que el conocimiento y el modelo educativo sea transmitido de la manera más óptima a todos los involucrados.

El modelo de competencias definido por Quezada Martínez (2013), es aquel proceso que se sigue para establecer a partir de una actividad de trabajo, las competencias que se ponen en juego con el fin de desempeñar tal actividad en forma excelente.

Figura 1. Modelo integral: Integración Individuo – Cargo – Organización (Boyatzis, 1982)



Las competencias son aquellas características personales que predicen el desempeño excelente. Estas características están asociadas a conductas críticas que se observan: Con frecuencia, En diversidad de situaciones, y Con mejores resultados.

Según el enfoque que se quiera dar al aprendizaje del personal y la posición que ocupa la persona en la estructura de mando y responsabilidades de las instituciones se define el modelo de competencias a implementar. Los modelos existentes se pueden clasificar en tres clases: funcionalista, conductista y constructivista (Quezada Martínez, 2013).

Modelo Funcional

La aproximación funcional se refiere a desempeños o resultados concretos y predefinidos que la persona debe demostrar, derivados de un análisis de las funciones que componen el proceso productivo. Generalmente se usa este modelo a nivel operativo y se circunscribe a aspectos técnicos. Las evidencias que modelos de este tipo piden son: de producto; los resultados de las observaciones de la ejecución de una operación; y, de conocimientos asociados.

Modelo Conductista

El modelo conductista se centra en identificar las capacidades de fondo de la persona que conlleva a desempeños superiores en la organización. Generalmente se aplica a los niveles directivos en la organización y se circunscribe a las capacidades que le hacen destacar ante circunstancias no predefinidas.

Por ejemplo, capacidad analítica, toma de decisiones, liderazgo, comunicación efectiva de objetivos, creatividad, adaptabilidad. En este caso los desempeños a demostrar por la persona no se derivan de los procesos de la organización sino de un análisis de las capacidades de fondo de las personas que se han destacado en las organizaciones.

Modelo Constructivista

En el modelo constructivista no se definen a priori las competencias del personal, sino que las construye a partir del análisis y proceso de solución de problemas y disfunciones que se presentan en la organización. En esta perspectiva, las competencias están ligadas a los procesos en la organización: es el desarrollo de las competencias y la mejora de los procesos.

Se define Competencia Laboral como la capacidad real de lograr un resultado de desempeño frente a un estándar definido en un contexto de trabajo concreto. Requiere la interacción de conocimientos, habilidades, actitudes y valores. Torres, J.L. (2006) Enfoque funcional para los modelos de competencias laborales. Universidad Eafit, Medellín.

Para este modelo educativo se propone realizar un modelo Conductista de competencias, con la finalidad de clarificar las estrategias de las instituciones, comprender claramente cómo se manifiesta el desempeño superior y contribuir para que la gente alcance el nivel de excelencia en su desempeño.

La metodología acorde para implementar este modelo sería la siguiente:

1. Análisis: se estudia el entorno como el ambiente organizacional. Estrategia, estructura, cultura.
2. Identificación de procesos clave.

3. Determinación de los cargos o roles críticos.
4. Criterios de efectividad en el desempeño.
5. Criterios para escoger la muestra.
6. Recolección de datos (panel de expertos, observación directa, análisis computarizado, BEI, cuestionarios).
7. Validación del modelo de competencias.

Los siguientes procesos de RRHH deberán tener en cuenta los objetivos mencionados a continuación para la óptima ejecución del modelo por competencias:

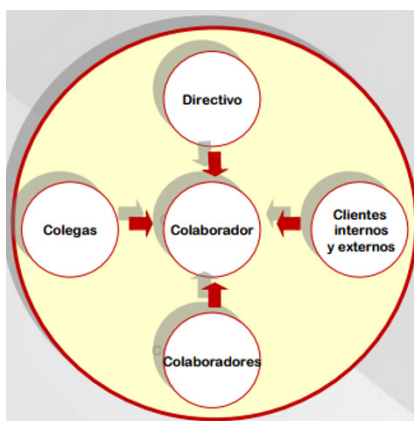
- Reclutamiento y selección de personal: el objetivo es orientar la búsqueda de candidatos para lograr la excelencia en un cargo o proceso, mediante la identificación de pocas (3 a 5) pero importantes competencias con un fuerte poder predictivo del éxito a mediano y largo plazo.
- Mejoramiento del desempeño: el objetivo es ayudar a las personas a mejorar su rendimiento a través de la identificación y desarrollo de las competencias asociadas con el logro de resultados excelentes. Permite integrar el continuo persona--proceso---resultado.
- Planificación de carrera: el objetivo es reducir la brecha existente entre las competencias de los empleados y las exigidas por sus cargos actuales y futuros.
- Desarrollo profesional: el objetivo es el fortalecimiento de competencias individuales claves para el desempeño de un cargo/rol.(Ospina, 2014)

El desarrollo de las competencias sólo será posible en tanto los docentes conozcan y desarrollen los estilos de aprendizaje de sus alumnos, lo cual demanda de estos el que ayuden a los estudiantes a resolver problemas reales, a distinguir lo superficial de lo significativo, a que se conozcan más a sí mismos, así como sus capacidades, cualidades y limitaciones, ya que para el desarrollo de las competencias, el estudiante no solo debe saber manejar sus saberes (conocimientos), sino que también debe tener bajo control sus interacciones sociales, sus emociones y sentimientos, así como sus actividades y, además, debe ser capaz de reconocer, interpretar y aceptar las emociones y los sentimientos de los demás (García Renata, 2011).

El enfoque por competencias vislumbra una educación orientada hacia las necesidades, centrada en el alumno que aprende, en explotar sus talentos y capacidades y en desarrollar su personalidad, con la intención de mejorar sus condiciones de vida y participación en la transformación de la sociedad de la que forma parte (García Renata, 2011).

Existe un método para la medición de competencias llamado “Medición o valoración 360°”, es el proceso mediante el cual, se estima, aprecia, o asigna valor a conductas evidenciadas por otros o por sí mismo en el contexto de trabajo en relación a unos parámetros establecidos para el cargo o rol en una organización en particular. Esta valoración normalmente se realiza a través de cuestionarios que remiten a situaciones de trabajo donde el evaluado debe evidenciar los comportamientos propios de las competencias, valores o lo que se esté valorando (Ospina, 2014).

Figura 2. Medición 360° (Ospina, 2014)



Los pares elegidos para ser evaluadores no deben ser compañeros con quienes el empleado tiene interacciones laborales regulares y sobre los cuales tiene un impacto significativo, para evitar que aspectos afiliativos interfieran en la apreciación realista de los comportamientos evaluados. Esto hace que las personas que tienen la responsabilidad de valorar el comportamiento de otros lo asuman con mucho compromiso y sinceridad. Por esta razón es importante entrenar a quienes serán los evaluadores para que desarrollen la habilidad, justo antes de iniciar el proceso de evaluación 360°(Ospina, 2014).

Según Ospina (2014), los pasos para introducir este modelo de medición de competencias en las instituciones, son los siguientes:

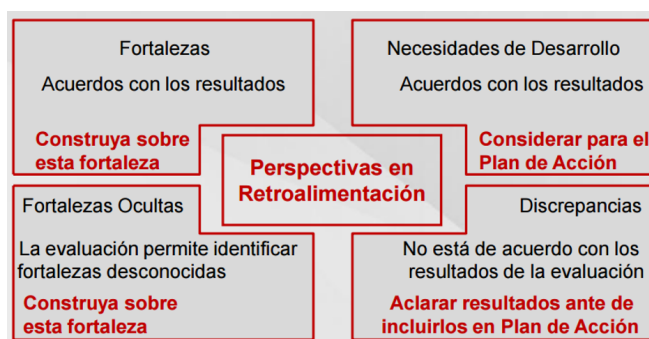
- *Inicio*: se fijan objetivos, resultados deseados y posibilidades de aplicación, se elabora plan de acción para introducción, se identifican cargos y personas que se valorarán mediante el sistema, se redacta el cuestionario de competencias, se determinan reglas del juego. ¿Quién valora a quién? ¿Son anónimos los valoradores? ¿Es obligatorio? ¿Participan todas las áreas? ¿Se comienza con la dirección?, se define ¿quién se encarga de la organización? ¿Quién redacta y distribuye los formularios, procesa y el analiza la información?, se comunica internamente, no solo para concientizar a los empleados de la existencia de la valoración, sino especialmente para crear compromiso.
- *Implantación*: para la implantación definitiva de la valoración contactar con los empleados a fin de nombrar los valoradores: cuatro a siete por persona, repartir los cuestionarios y planificar las entrevistas, se recomienda organizar una sesión de entrenamiento previa, durante la cual los empleados pueden expresar sus dudas y se entrenan en la realización del *feedback*.
- *Evaluación y mejora*: esta fase consiste en la evaluación del proceso y de los resultados, se puede hacer mediante investigación de la satisfacción de los empleados, entrevistas, foro de discusión o cuestionario reducido, prestar atención a la comunicación y explicar claramente y con franqueza cuál es el objetivo, ventajas y consecuencias para el empleado.
- *Resultados*: si se introduce correctamente, la valoración 360° es un instrumento para poner los objetivos de la organización en la misma línea que los de sus empleados. Los resultados del esfuerzo serán: objetivos comunes entre la organización y los empleados, claridad en cuanto al desempeño de los empleados, transparencia en la orientación del desarrollo de los empleados; satisfacción: habrá más satisfacción y logro en el trabajo porque los empleados tienen objetivos claros a alcanzar en y con su trabajo; lealtad de los empleados: los empleados se mostrarán más leales a medida que aumente la satisfacción en el trabajo; lealtad de los clientes: los clientes se mostrarán más leales, por lo cual los resultados empresariales aumentarán.

Beneficios de la Medición 360°:

Ospina (2014), expone los beneficios de esta medición en los tres ámbitos que se tienen en cuenta:

- *Individual:* ayuda individualmente a entender cómo otros nos perciben, a descubrir los puntos ocultos, *feedback*, esenciales para aprender y crecer, se obtienen datos cuantificables.
- *Equipo:* incrementa la comunicación y confianza del equipo, mejora el ambiente del equipo ya que la gente descubre cómo tratar a los demás y cómo necesitan ellos ser tratados, incrementa el compromiso del equipo.
- *Instituciones:* refuerza la cultura corporativa vinculando el cuestionario con las capacidades de liderazgo organizacional y valores de las instituciones, mejora el liderazgo y la visión.

Figura 3. Resultados Medición 360° (Ospina, 2014)



Conclusiones

Hoy en día, la educación no trata solamente de adquirir conocimiento, aprendizaje, de aprobar cursos o materias, se trata de ir más allá, de formar personas íntegras para una sociedad, de desarrollarse como persona y contribuir al desarrollo del entorno donde se vive, aportando a los ámbitos económico, social, ambiental, cultural, político y tecnológico de una sociedad. Convertirse en personas capaces de afrontar fenómenos como la globalización, que por su naturaleza tiene exigencias mayores a medida que pasa el tiempo.

Los modelos educativos son un mecanismo óptimo para lograr el desarrollo de las personas, tanto a nivel individual como colectivo, aportan a mejorar el nivel académico, a disminuir la deserción y la reprobación académica; contribuyen a perfilar una educación de calidad, con equidad y pertinente a los cambios.

Los docentes son la base fundamental para el desarrollo de las personas dentro de nuestras instituciones, por lo tanto es a ellos a quienes se debe realizar un seguimiento y control de sus competencias, desarrollar día a día su potencial cognitivo, creativo, emocional y psicológico, para lograr el mejor desempeño en las distintas tareas y actividades que le sean encomendadas y que socialmente sean requeridas para poder garantizar un futuro más promisorio para todos. Los docentes son los encargados de propiciar una relación más efectiva entre las instituciones, las familias y la sociedad.

El enfoque por competencias, representa retos importantes para la docencia y el proceso de enseñanza, pues implica el rompimiento de formas que ya se tenían establecidas, formas de ser y de enseñar, es un reto grande a la hora de integrarlo a nuestra cultura académica, sin embargo es el mejor camino para mejorar la calidad de educación y mejorar la calidad de egresados que salen de nuestras instituciones.

Referencias

1. Barber, M., & Mourshed, M. Cómo hicieron los sistemas educativos con mejor desempeño del mundo para alcanzar sus objetivos. *PREAL*, 2008, pp. 1-48.
2. Cepeda Dovala, J. M. Metodología de la enseñanza basada en competencias. *Revista Iberoamericana de Educación*, pp. 1-10.
3. CIDECE. 27 Competencias Profesionales Enfoques y Modelos a debate. *Cuadernos de Trabajo*, 1999, pp. 1-104.
4. Escuela de Educación y Pedagogía, E. d. *Propuesta Modelo Educativo Integral para la ciudad de Barrancabermeja*. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana, 2013.
5. García Renata, J. Modelo Educativo basado en Competencias: importancia y necesidad. *Actualidades Investigativas en Educación*, 2011, pp. 1-24.
6. Gómez Sustaita, M. El modelo educativo basado en competencias en el bachillerato mexicano y el desarrollo de habilidades de información. *Infoconexión*, 2011, pp. 1-28.

7. Mosquera, F. *Modernización de la educación media y tránsito a la educación terciaria*, 2013.
8. OIT. Competencias laborales. *Servicio de Formación II - Sección de Proyectos de Calidad Formativa*, 1998, pp. 1-66.
9. Ospina, H. *Gestión por competencias*. Medellín: Universidad Pontificia Bolivariana, 2014.
10. Parra Acosta, H. El modelo educativo por competencias centrado en el aprendizaje y sus implicaciones en la formación integral del estudiante universitario. *6to. Congreso Internacional, Retos y Expectativas de la Universidad*, 2014, pp. 1-15.
11. Pedagógica, C. d. (2015). *¿Qué es un modelo educativo?* [En línea] Disponible en: <http://es.catholic.net/op/articulos/42269/qu-es-un-modelo-educativo.html>
12. Quezada Martínez, H. (2013). *Competencias laborales. Identificación de competencias: modelos*. [En línea] Disponible en: <http://www.gestiopolis.com/canales/derrhh/articulos/64/clicm.htm>
13. Zúñiga, L. E. Metodología para la elaboración de normas de competencia laboral. *SENA*, 2003, pp. 1-86.

Desarrollo de una propuesta para el mejoramiento de la productividad y la competitividad en una empresa del sector fruticultor en el Oriente de Antioquia

Luisa María Rojas Valencia

Universidad Pontificia Bolivariana

Colombia

luisamaria.rojas@upb.edu.co

José Gregorio Soto Mejía

Universidad Pontificia Bolivariana

Colombia

josegregorio.soto@upb.edu.co

Jairo Estrada Muñoz

Universidad Pontificia Bolivariana

Colombia

jairo.estrada@upb.edu.co

Resumen

Este artículo tiene por objetivo el diagnóstico de una pyme del sector fruticultor del Oriente antioqueño en cuestiones de productividad y competitividad, con el fin de determinar cómo se encontraba dicha empresa respecto al sector en general por medio de la observación y la toma de datos para extraer indicadores que reflejaran el estado actual de la empresa. El estudio nació del grupo de investigación GISAI y los datos extraídos fueron debidamente analizados con el fin de establecer recomendaciones que brindaran oportunidades de mejora en los aspectos encontrados y el fortalecimiento de aquellos factores cuyo diagnóstico haya arrojado un resultado positivo. Posteriormente los resultados obtenidos, el análisis realizado con la ayuda de métodos de simulación y cada una de las propuestas planteadas, fueron entregados a la gerencia de la empresa, con el fin de que sean implementadas a medida que la empresa crezca en cuanto su enfoque estratégico para que pueda aumentar así su productividad y competitividad.

Palabras clave

Pyme, sector fruticultor, Oriente antioqueño, productividad, competitividad

Abstract

This paper has as objective the diagnosis of a PYMES (small and medium companies) from the fruit production of the east sector of Antioquia, in matters of productivity and competitiveness, in order to determine how the company is positioned respect the sector, through observation and data collection to extract indicators that reflect the current state of the company. The study began of the investigation group GISAI and the information extracted was properly analyzed with the purpose of offer recommendations that can provide improvement opportunities in the respective aspects that were founded and the strengthening of those factors whose diagnosis has produced a positive result. Subsequently the obtained results, the analysis performed through the simulation methods and each of the proposals were delivered to the management of the company, in order of being implemented, as the company grows in terms of strategic approach so it can increase its productivity and competitiveness.

Keywords

Pyme, fruticultor sector, Eastern Antioquia, productivity, competitiveness

Introducción

El presente trabajo trata de una investigación en una pyme del sector fruticultor en el Oriente antioqueño, donde se realizó un diagnóstico con el cual se buscaba identificar cómo se encuentra una de las pymes del sector en cuestiones de competitividad y productividad para así realizar una serie de propuestas que busquen acrecentar su productividad y competitividad en un mundo globalizado como en el que estamos inmersos.

La motivación por el tema de investigación nace particularmente en el grupo de investigación GISAI ante la situación actual de los sectores industriales ubicados en el Oriente antioqueño, específicamente el sector fruticultor, en donde se evidencia la necesidad por ser abordado por este proyecto debido a las dinámicas que se están presentando actualmente y ante la ausencia de cifras para hacer estudios comparativos y de proyección de las actividades económicas.

En la actualidad, a las empresas pequeñas se les dificulta superar las situaciones problemas que surgen con el pasar del tiempo ya que en ellas se cuenta con dificultades tales como la insuficiente tecnología, la escasa experiencia gerencial, la baja productividad en sus procesos productivos, la poca competitividad en el mercado, el deficiente pensamiento estratégico, entre otros factores, que finalmente traen como consecuencia que las pymes entren a una etapa de declive causando la desaparición de las mismas en el medio.

Es por eso que el presente trabajo evidencia el desarrollo de una propuesta para el mejoramiento de la productividad y la competitividad en una empresa del sector fruticultor en el Oriente antioqueño que busca dar respuesta a las dificultades que estas empresas deben afrontar día tras día.

Todo lo anterior conllevó a realizar una revisión bibliográfica permanente para conocer el sector y sus dinámicas a lo largo de los años, identificando cómo se

encuentra hoy día, luego realizar un análisis en una empresa perteneciente al mismo y finalmente presentar unas propuestas de mejoramiento para incrementar la productividad y la competitividad de la misma.

Estado del arte

Productividad y competitividad en Colombia

Existe una heterogeneidad en todo el aparato productivo nacional. Colombia cuenta con sectores bien definidos tales como: cárnicos y lácteos, oleaginosas, aceites y grasas, azúcar, y hortofruticultura; sectores que poseen necesidades y ausencia de estrategias que permitan el desarrollo económico y que verdaderamente atiendan a las necesidades en los sectores de la economía colombiana [10].

Para lograr comprender esta problemática, es necesario antes reconocer el significado de los conceptos de productividad y competitividad.

La productividad es “la relación entre lo que se produce y los recursos humanos, naturales y de capital empleados para producirlo. Una mayor productividad en el uso de los recursos de un país es determinante para aumentar el ingreso nacional per cápita” [10].

La competitividad es un término con carencia de definición exacta y concreta, o ajustable ante cualquier tipo de colectividad, pero sin duda es un compromiso y responsabilidad de todo empresario, líder o dirigente, ya que es la encargada de mantener la presencia y el fortalecimiento de la compañía en el mercado. Múltiples investigaciones se han realizado frente al tema, al igual que recolección de experiencias, exposición de teorías, escritos que reflejan las diversas vías o caminos que conllevan a alcanzar dicha condición empresarial. Sin duda, estos enfoques han llevado a muchas organizaciones a desarrollarse y crecer en mejores condiciones de desempeño y rentabilidad [21].

En síntesis, si Colombia desea alcanzar u obtener altos niveles de competitividad y crecimiento económico a largo plazo, este tendrá que desarrollar un proceso de cambio estructural [9].

La globalización obliga a todos los países y sus empresas, ya sean grandes o pequeñas, a transformarse, y Colombia no es la excepción. La globalización impone retos a partir del surgimiento de oportunidades y amenazas dentro de un entorno competitivo, exigiendo un proceso de renovación y evaluación de las pymes a la hora de ajustarse al nuevo orden mundial que crece a un ritmo acelerado [5].

El crecimiento de Colombia durante el pasado 2013 no pasó desapercibido, aunque se asegura que lo mejor se viene para el 2014, según la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (Cepal), la economía nacional puede tener un aumento de 4,5%, entre las oportunidades para este 2014 se ve resaltado la importancia de las pymes, las pequeñas y medianas empresas, se han convertido en factores fundamentales en torno al desarrollo competitivo del país para el mundo [3].

Sector fruticultor en Colombia

La agricultura es una locomotora en el desarrollo del país, es una fuente clave en su crecimiento. El sector de la fruticultura hace parte de la agricultura colombiana, generador importante de empleo en la zona rural donde se desarrollan pequeños, medianos y grandes productores.

Desde los años 70 se han venido adelantando investigaciones frente a este sector [15], en los años 80 los sistemas de producción de frutas mostraron una dinámica notable, evidenciándose un crecimiento del sector y hasta los años 90 se generaron un número extraordinario de empleos debido a la siembra de miles de hectáreas [12].

El sector fruticultor en Colombia evidencia un crecimiento en el consumo de sus productos a nivel mundial en los últimos años, principalmente por las propiedades nutricionales y funcionales que ofrecen las frutas que se comercializan, razón por la cual se convierte en un sector prometedor para el país [1].

Toda esta evolución temporal demuestra que “En Colombia hay tantas frutas como días del año y, sin embargo, su consumo es bajo” [24]. La posición geográfica del país permite la producción de frutas y en mayor cantidad que en otros sitios del mundo, pero el consumo de frutas en Colombia es relativamente bajo, y se cuantifica que por cada colombiano, el consumo de estas es cerca de 40 kg en un año, pero según lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud este consumo debe ser al menos de 120 kg al año [17][24].

Entre sus ventajas competitivas, Colombia tiene capacidad de oferta todo el año, por lo que puede suplir la demanda internacional en épocas en las que otros países no tienen producción [4].

Desde este sector se ha reflejado la importancia de robustecer su cadena productiva, a través de la transformación de productos frescos y productos procesados, con el fin de realizar excelentes entregas en los mercados nacionales e internacionales, desde su presentación hasta su fácil consumo, con el cumplimiento de las normas sanitarias y de calidad, para su posterior comercialización.

Los elementos sensibles para el sector incluyen la necesidad de desarrollar e implementar sistemas de producción mucho más eficientes y sostenibles que los actuales, a través del fomento de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) y Técnicas de Producción Más Limpia (PML), como metodologías adecuadas a la hora garantizar la calidad y competitividad de los productos de la cadena [10].

La actividad industrial de la cadena se encuentra localizada en la región de Bogotá-Cundinamarca y los departamentos de Antioquia, Valle del Cauca y Risaralda. Estos cuatro departamentos representan poco más del 80% de la producción total de la cadena nacional. En la producción de frutas, se localiza principalmente al departamento de Antioquia con una participación del 27,1%, posteriormente se encuentra la ciudad de Bogotá con una participación del 29,2%, ambas son las regiones con mayor participación, seguidos por el Valle del Cauca con una participación del 12,7% [10].

Sector fruticultor en Antioquia

El departamento de Antioquia está dividido en 9 subregiones, compuestas por 23 municipios. El Oriente antioqueño es considerado una zona geoestratégica, ya que con seis embalses y cinco centrales hidroeléctricas es considerado el nodo del sistema eléctrico; por otra parte es considerado también el nodo del sistema vial del país, ya que articula la capital con las costas Atlántica y Pacífica y comunica a Bogotá con Medellín. También debido a el proceso de industrialización en el Oriente antioqueño ha estado sujeto al crecimiento de la región y a un rápido desarrollo de infraestructura de servicios, en parte debido a que esta zona cuenta con aeropuerto internacional, zona franca y la más alta tasa de densidad vial de Antioquia (362,6 m/km²). Otro factor importante que impulsará a la región es la construcción del proyecto Túnel de Oriente [7].

El departamento de Antioquia posee una trayectoria agropecuaria utilizada como base en la estructuración del desarrollo y la multiplicidad o diversificación de su economía. Es el único departamento en Colombia que tiene la influencia de 3 grandes regiones naturales como son la región Andina, la región Pacífica con el Chocó biogeográfico y la región Caribe con la llanura Caribe, permitiéndole obtener una oferta edafoclimática muy amplia y oportunidades en la producción de todo tipo de fruta, ya que este departamento se extiende desde el nivel del mar hasta el páramo, razón por la cual puede producir frutas de diferentes especies a lo largo de todo el año.

El departamento cuenta con una ventaja comparativa en el clima y los suelos a la hora de producir frutas. Cabe resaltar que no solo su oferta ambiental genera ventaja comparativa, ya que a este factor se le adiciona factores de tipo tecnológico, universidades, grupos de investigación, laboratorios, viveros, personal capacitado, entre otros factores necesarios y suficientes para el desarrollo de propuestas, modelos o estrategias [14].

Análisis de los resultados

Toda organización es un sistema complejo de interrelaciones, toda dependencia está relacionada, y modificar o cambiar cualquier cuestión, por más mínima que esta sea, se refleja en que todo el sistema cambia facilitando de manera directa o indirecta algunos procesos dentro de la misma. Es por eso que identificar variables es determinante en cada uno de los procesos de la famiempresa, ya que estos resultan contundentes en el mejoramiento de la productividad y la competitividad, proporcionando una visión integral de cada proceso de la pyme, mejorando el análisis y estudio del mismo para la identificación de factores claves de éxito y los riesgos existentes en el mismo.

La medición de un sistema muestra una interpretación del contexto organizacional buscando dar respuesta a intereses y objetivos planteados por la organización. Para identificar o evaluar el progreso de la microempresa, es necesaria la creación de un sistema de medición que refleje su estado actual permitiendo direccionarlo y estimularlo.

Indicadores

Emplear herramientas de medición como lo son los indicadores, es necesario para toda organización si esta desea alcanzar los objetivos propuestos, siendo estos los que facilitan la consecución de los mismos, suministrando la información necesaria al momento preciso. Realizando mediciones en los procesos de la organización podemos ampliar el conocimiento de los mismos, entender lo que ocurre, ganar dominio sobre ellos, identificar prioridades, verificar que se tomen las acciones anteriormente planeadas, mejorarlos y mantenerlos bajo control día a día [18].

En este sentido se formularon indicadores de gestión estratégica, ergonomía, planeación de la producción, productividad, productos y servicios y estructura financiera, que mostraron los puntos débiles en los cuales la alta gerencia debe aumentar los esfuerzos.

$$\text{Eficiencia Mensual en Ventas} = \frac{\text{Total de clientes que compraron}}{\text{Total de clientes visitados}} \times 100$$

$$\text{Importancia de los salarios} = \frac{\text{Total Salarios pagados}}{\text{Costos de producción}}$$

$$\text{Indicador Ventas por Trabajador} = \frac{\text{Ventas totales}}{\text{Número promedio de trabajadores}}$$

$$\text{Indicador Horas Hombre Trabajadas} = \frac{\text{Horas hombre – trabajadas}}{\text{Número promedio de trabajadores}}$$

$$\text{Indicador Rotación de Inventarios} = \frac{\text{Inventario Materia Prima}}{\text{Materia prima empleada por mes}}$$

$$\text{Índice de Productividad} = \frac{\text{Ventas}}{\text{Recurso utilizado}}$$

$$\text{Índice de Productividad Mano de Obra} = \frac{\text{Precio de venta unitario}}{\text{Costo hora MO * N horas empleadas}}$$

$$\text{Índice de Productividad Materia Prima} = \frac{\text{Precio de venta unitario}}{\text{Costo total de materia prima}}$$

$$\text{Índice de Productividad Total} = \frac{\text{Precio de venta unitario}}{\text{Costo MO + Costo MP + Depreciación + Gastos}}$$

$$\text{Productividad de Energía} = \frac{\text{Producción}}{\text{Insumo de energía}}$$

$$\text{Indicador medio de Producción – Mantenimiento} = \frac{\text{Costo de mantenimiento}}{\text{Costo de producción}}$$

$$\text{Nivel de Calidad} = \frac{\text{Total productos sin defectos}}{\text{Total productos elaborados}}$$

$$\text{Importancia de los Suministros} = \frac{\text{Costo de materia prima y materiales}}{\text{Costos de fabricación}}$$

Los resultados obtenidos por medio de los indicadores planteados fueron analizados y permitieron conocer la situación real de la organización en términos de productividad y competitividad. Todo esto permitió la creación y generación de una propuesta enfocada a mejorar dichos indicadores.

En los últimos años, las dinámicas en las empresas están transformándose, buscando como fin último generar y mantener una ventaja competitiva en el mercado, y así lograr ser competitivos. La competitividad también se obtiene a través de la capacidad operativa de una organización, ofertando a sus clientes particularidades que satisfagan sus necesidades y creen una diferenciación entre su competencia [16].

Las pymes se desarrollan en un ambiente de muchos cambios y transformaciones en las que sufren problemas como la baja productividad, dificultad para innovar y con pocas posibilidades para competir[8].

Es importante identificar la productividad como factor de la competitividad para las pymes, sobre todo teniendo en cuenta que las micro, pequeñas y medianas empresas constituyen el mayor porcentaje de empresas en todos los países de América Latina y el Caribe, llegando a ser más del 90% del total de ellas. Por esto es necesario desarrollar herramientas que contribuyan a mejorar la productividad, evitando así que estas empresas sigan desapareciendo o generando efectos negativos para las economías y retarden el crecimiento para estos países. En este sentido, es necesario enfatizar en los aspectos internos de la administración de las pymes, debido a que es allí donde se puede encontrar información importante que conlleva al mejoramiento de la productividad de las mismas [2].

Es un reto para las pymes, pero no es una tarea imposible, a pesar de contar con recursos y capacidades limitadas se pueden desarrollar algunas alternativas para mejorar la productividad y por ende la competitividad.

Propuestas de mejoramiento

La pyme se encuentra organizada por procesos y en ellos se identificaron problemas en su operación ante los cuales se presentan propuestas de mejoramiento.

Figura 1. Propuestas de mejoramiento para algunas áreas de la pyme en estudio



Procesos Estratégicos

Aspectos de gestión estratégica para la pyme

En un mundo tan globalizado, el mercado presenta cambios constantes y la microempresa refleja la necesidad de reformar su estructura organizacional apoyando así sus procesos estratégicos y por ende demás procesos, procesos misionales y procesos de apoyo. Se evidencian los siguientes problemas:

- Documentación incompleta o desactualizada de sus procesos.
- Modelo de direccionamiento estratégico desactualizado.

Se proponen las siguientes soluciones a dichos problemas:

- Revisar, analizar y ajustar la misión, visión, objetivos, estrategias, políticas, valores y el plan de acción que la rigen, y a su vez ser divulgados a toda la empresa, para que este conocimiento haga parte de su cultura organizacional [5]. Se recomienda apoyarse en el cuaderno de investigación: Modelo de direccionamiento estratégico para pymes, de José Luis Botero Ardila.
- Revisar y completar toda la información contemplada en medios físicos de los procesos misionales, estratégicos y de apoyo, definiendo un plazo de tiempo para actualizarla y evidenciar los cambios que se le adicionen a los procesos, contando con información actualizada a la mano.

Aspectos de diseño de planta para la pyme

A pesar de que el espacio dentro de la planta de la pyme es suficiente para su proceso productivo, es importante tener en cuenta herramientas del diseño de plantas, para optimizar espacios y hacer más eficiente el proceso. Los problemas detectados fueron los siguientes:

- Desorganización dentro de la planta.
Retrocesos en sus procesos.
- Flujo del proceso.

Se proponen las siguientes soluciones a dichos problemas:

- Organizar los lugares de almacenamiento de herramientas y utensilios necesarios para cada sub-proceso, para hacer más fácil su accesibilidad, teniendo en cuenta la filosofía de las 5'S dentro de cada puesto de trabajo.
- Reorganizar el diseño de plantas de manera que el flujo del proceso no presente una devolución en sí mismo (retrocesos) para el almacenamiento de producto terminado.
- Se recomendaría a largo plazo un rediseño de la planta de producción y en la zona de almacenamiento de materia prima, para minimizar los malos resultados de la última reforma realizada ya que se evidencia que sobró mucho espacio que no es actualmente utilizado.

Procesos misionales

Aspectos de ergonomía para la pyme

Recientemente, en las organizaciones se han cuestionado en cómo puede influir el lugar de trabajo en la salud de sus trabajadores. En la pyme no se aplican los principios de la ergonomía y no se aprecia que los diferentes trabajadores poseen dimensiones diferentes, incluso diferente fuerza, por ende se detectaron los siguientes problemas:

- Fatiga en los trabajadores.
- Falta de uso de elementos de protección.
- Manejo manual de cargas.
- Ausencia de líneas de seguridad en máquinas.

Las soluciones propuestas a dichos problemas son:

- Mejorar las condiciones para el trabajo proporcionando sillas en las cuales el trabajador sienta menor la fatiga cuando trabaja, y para evitar sanciones sanitarias con algunas entidades se recomienda que el material de las sillas sea acero inoxidable, ya que estas presentan alta resistencia a ser lavadas con frecuencia.
- Proporcionar e incentivar el uso de la dotación de implementos de seguridad necesarios para desarrollar el trabajo tanto a trabajadores internos como a trabajadores temporales, mientras se desarrollen las actividades del proceso productivo.
- La manipulación de cargas en forma manual puede convertirse en una problemática para la espalda, es por eso que se debe analizar y repartir equitativamente la fuerza de trabajo, es decir, ubicar a los trabajadores en puestos en los que puedan hacer mejor su trabajo.
- Delimitar el área de seguridad de las máquinas empleadas en el proceso, evitando así que el trabajador entre en contacto con la máquina y se genere un accidente.

Aspectos de planeación y control de la producción para la pyme

La planeación y programación de la producción es un factor concluyente en el desarrollo productivo de las pymes en Colombia y su no ejecución lleva a que esta presente fallas estructurales en su proceso de transformación y por ende, en su productividad, es por eso que en esta pyme se evidencian los siguientes problemas:

- Déficit de sus productos en inventarios.
- Maduración de la fruta.

Las soluciones propuestas a dichos problemas son:

- Elaborar una planeación de la producción determinando las fechas de producción y detallando el tipo de fruta, integrando la información de la bodega de almacenamiento de la materia prima, evitando así la descomposición de la misma, es decir, pedir la fruta en el momento adecuado para cuando se requiera producir.
- Emplear pronósticos de tipo cualitativo, ya que estos se utilizan cuando la demanda es volátil o por la ausencia de información o datos requeridos para la construcción de una serie estadística, es decir, basados en juicios e involucrando factores causales

tales como la intuición, las emociones, experiencias personales, entre otro tipo de sistema de valoración personal que no pueda ser cuantificado [19].

- Enfocar la producción y la gestión de ventas en aquellas frutas cuyo rendimiento es mayor en comparación con otras, de acuerdo con la tabla de rendimiento.
- Generar alianzas estratégicas con los proveedores de la región para garantizar precios módicos de la materia prima requerida para sus procesos productivos.

Aspectos específicos de puestos de trabajo para la pyme

Un puesto de trabajo es el espacio donde un operario a través de una máquina efectúa tareas con el fin de obtener un producto, es por eso que un buen diseño del puesto de trabajo es una medida de prevención ante la adopción de posturas inadecuadas del cuerpo o de alguna de sus partes, ya que al adoptar posturas incorrectas se convierte en un factor de riesgo para el trabajador [26].

En la pyme se evidencian los siguientes problemas:

- Movimientos innecesarios.
- Materiales, herramientas y utensilios no están al alcance de la mano.
- No hay claridad en las responsabilidades de cada empleado.

Las soluciones propuestas a dichos problemas son:

- Realizar un estudio del trabajo y movimientos, documentando, completando y actualizando la información de sus procesos, evitando así operaciones innecesarias, promoviendo el incremento de la productividad de la empresa.
- Diseñar nuevos puestos de trabajo para cada uno de los trabajadores de la empresa, se recomienda la organización de las herramientas y utensilios de tal forma que eviten los transportes innecesarios dentro del proceso y faciliten el orden y limpieza de los puestos de trabajo a la hora de la acomodación de los mismos, teniendo en cuenta la filosofía de las 5'S dentro de cada puesto de trabajo.
- Revisar, analizar, ajustar y comunicar el manual de cargos para que los trabajadores repasen cada una de sus responsabilidades dentro de la empresa.

Procesos de apoyo

Aspectos de gestión tecnológica para la pyme

La pyme cuenta con máquinas y equipos aptos para desarrollar sus procesos productivos. En cuanto al factor tecnológico lo considera una buena inversión, con altos beneficios, pero se evidenciaron los siguientes problemas:

- Máquina empacadora descompuesta.
- Falencias tecnológicas.

Las soluciones propuestas a dichos problemas son:

Consultar e implementar la forma en la cual la máquina empacadora vuelva a integrarse dentro del proceso productivo, con el fin de realizar de una manera mucho más eficiente el subproceso de empaque, y por ende se beneficia todo el proceso, disminuyendo así los tiempos de producción.

Realizar periódicamente un diagnóstico tecnológico empleando la herramienta MGT, ya que permite observar las fortalezas y las debilidades dentro de una empresa, originando un sistema de acción que conjugue los procesos y las dinámicas que la organización desee adquirir, donde las innovaciones constituyan los principales agentes de cambio [20].

Resultados

Al realizar la identificación de las variables claves y los procesos de la microempresa, se procedieron a efectuar unas propuestas que buscaban el mejoramiento de la productividad y la competitividad de la famiempresa, inicialmente midiendo a través de indicadores cómo se encontraba en términos de productividad y competitividad, con el objetivo de ser implementadas y después de cierto tiempo volver a realizar mediciones a través de los mismos indicadores y comparar el mejoramiento o no de la productividad y la competitividad, pero se originó una restricción en el desarrollo de este proyecto: la empresa no contaba con recursos económicos para la implementación de las propuestas, a causa de una inversión realizada los últimos meses

en nuevas adquisiciones de maquinaria y mejoramiento de las condiciones físicas de la planta, restricción que obligó a realizar una simulación de las propuestas, para que estas a largo plazo se implementen. Las respectivas 6 simulaciones se realizaron y se obtuvieron los siguientes resultados:

- **Simulación para problemas de gestión estratégica detectados en la pyme.**

Al adoptar las propuestas enunciadas, desde la alta dirección de la pyme encargada de la toma de decisiones de la misma, analizando y evaluando el contexto organizacional, se redireccionaría la visión estratégica de la empresa en el largo plazo, haría que esta se anticipe ante los hechos y tendencias del mercado, convirtiéndose en una microempresa más competitiva, ya que conociendo y evaluando el entorno en donde esta se desarrolla, permitiría pensar de manera estratégica ante las condiciones de la industria y la competencia. Los mercados se encuentran en constante evolución y por ende es necesario un estudio permanente del mismo, evaluando constantemente las oportunidades y amenazas que surjan, por eso contar con un direccionamiento estratégico actualizado es fundamental para el éxito competitivo de la microempresa para adoptar las mejores estrategias a la hora de competir [6].

- **Simulación para problemas de diseño de plantas detectados en la pyme.**

Al adoptar estas propuestas, la pyme en el largo plazo podrá obtener una óptima distribución en planta, contando con los espacios necesarios para el traslado de materiales, almacenamiento de los mismos, el buen flujo de sus empleados en sus actividades, entre otros aspectos, favoreciendo así un incremento de la productividad de la microempresa, reflejada en la reducción de los riesgos laborales y al aumento progresivo de la seguridad de sus empleados, elevando el gusto y bienestar de los mismos, acrecentando su productividad y por ende aumentando en la producción[11].

- **Simulación para problemas de ergonomía detectados en la pyme.**

La microempresa al tener en cuenta estas propuestas y ser aplicadas incrementaría su productividad, ya que al diagnosticar y evaluar las condiciones laborales de sus empleados, es decir, su ambiente laboral, las herramientas e instrumentos para el trabajo, los materiales concurrentes durante el proceso productivo y estudiar los efectos y consecuencias para la salud de sus empleados, generaría las acciones pertinentes para crear un ambiente de trabajo apto y seguro durante el desarrollo de las actividades laborales por los empleados de la microempresa,

evidenciándose una disminución en los accidentes laborales, un mejoramiento en el desempeño individual, un alto grado de motivación, concentración y compromiso y el crecimiento progresivo de la calidad del nivel de trabajo y la productividad de la misma [23].

- **Simulación para problemas de planeación y control de producción detectados en la pyme.**

La microempresa al adoptar estas propuestas apunta a ser más productiva y competitiva, ya que la planeación y el control de la producción constituyen un componente concluyente en el proceso de producción. Mejorar el sistema de producción en una microempresa es fundamental para ser productivos, la producción no solo se planea, esta también se debe controlar, por ende es importante realizar pronósticos y definir niveles óptimos de inventarios, buscando reducir los errores que puedan surgir y mantener un rendimiento pertinente, para la racionalización de los costos referentes a la fabricación de los productos y generar un impacto directo en el incremento de las utilidades para la organización buscando obtener niveles máximos de eficiencia y eficacia en el proceso productivo de la microempresa [25].

- **Simulación para problemas en los puestos de trabajo detectados en la pyme.**

Al implementar en la pyme estas propuestas podrá mejorar la calidad en la fabricación de sus productos, incrementando la productividad y por ende la competitividad de la empresa. A través del cambio en la cultura del trabajo con filosofías como las 5'S promueven el desarrollo de un proceso que debe ser permanente en la organización ya que garantiza el éxito de la misma [13]. Con puestos de trabajo bien diseñados, los empleados podrán desempeñar sus labores de forma adecuada, disminuyendo las fuentes potenciales de accidentes laborales, eliminando las actividades innecesarias y convirtiéndose este en un factor clave para el desarrollo correcto de los otros procesos de la empresa, permitiendo al empleado conocer mejor sus responsabilidades a cargo, distribuyendo mejor la carga laboral entre los mismos, y generando así un punto de referencia para el mejoramiento continuo y la consecución de los objetivos organizacionales

- **Simulación para problemas de gestión tecnológica detectados en la pyme.**

La microempresa al implementar estas propuestas podrá ser más competitiva, ya que disminuirá la dificultad de anticiparse ante las dificultades en el mercado, mostrará alta reacción a la hora de encontrar soluciones ante los problemas, tendrá un mayor aprovechamiento de las oportunidades que se le presenten

en el medio, es decir, podrá optar por adecuar su negocio ante los cambios de la nueva economía a través del uso y la aplicación de novedosas tecnologías de información y comunicación avalando el mejoramiento de la productividad y competitividad dentro de la microempresa [22].

Conclusiones

Una de las mayores dificultades encontradas fue la resistencia al cambio no sólo de los trabajadores de la empresa, sino también por la alta gerencia. Al visualizar los resultados satisfactorios arrojados al final del artículo, es posible concluir que la manera más sana y respetuosa de combatir este tipo de problemas en todas las organizaciones es por medio de herramientas de simulación, donde sea posible mostrar resultados, sin necesidad de realizar grandes inversiones, evidenciando los beneficios que podrían traer para las empresas el adoptar cierto tipo de nuevas prácticas.

Este estudio permitió evidenciar todas las dificultades que se viven día a día en una pyme, y la manera adecuada en que estos problemas se pueden afrontar buscando múltiples soluciones por medio de los conocimientos teóricos y prácticos.

La identificación de los cuellos de botella dentro de la pyme fue muy importante, ya que esto corresponde a una de las labores fundamentales de la ingeniería industrial, pero se debe tener muy presente el manejo de los “no cuello de botella” porque muchas veces el *core bussiness* de las empresas condiciona toda su productividad y no se debe anteponer el atender mayor cantidad de producto, sino en priorizar el flujo del proceso, como se podría decir que pasaba en la pyme.

El uso de múltiples herramientas teóricas que se utilizaron para la realización de este trabajo en la empresa, permitió que la gerencia conociera con certeza el estado de su organización, logrando identificar factores críticos y claves en los cuales se deben aumentar los esfuerzos con el fin de obtener mejoras en cuanto a las grandes brechas encontradas.

Una de las más grandes conclusiones que arroja este trabajo es que se evidencia que la empresa se centra en la planeación operativa, es decir en el día a día y deja de lado la planeación estratégica la cual podría traerle a la misma la capacidad de mirar a futuro y saber para dónde va y qué quiere lograr a largo plazo. Esto se manifiesta ya que

por ser una planeación a corto plazo la inversión en nuevas prácticas de manufactura, tecnologías, software, entre otros, no tienen lugar dentro de la organización evitando ser productivas, ya que todas estas herramientas propenden a desarrollar las habilidades y potencializar las competencias de los empleados dentro de las organizaciones.

Se detectaron que las estrategias de marketing de la pyme no son las adecuadas para el contexto en la que esta se encuentra, ser competitivos requiere la generación de estrategias comerciales que busquen conquistar nuevos mercados, logrando fidelizar a sus clientes y por ende aumentar las utilidades de la organización.

Se comprobó que una de las maneras para lograr una mayor productividad dentro de la pyme se resume en la triple relación entre factores tales como: talento humano, máquinas y equipos y recursos, estos factores propician el incremento de la producción de productos de calidad, aumentando la eficiencia al conservar el mismo nivel empleo y logrando la satisfacción del cliente externo.

Se concluye que el proceso para que una pyme pueda ser competitiva se inicia principalmente con la identificación o diagnóstico interno, es decir, analizar todos sus procesos internos, para luego generar estrategias corporativas que busquen un mejor desempeño y mejoramiento de la misma controlando sus factores internos y logrando así optimizar la toma de decisiones.

Se identificó que la pyme muestra falta de habilidad para cuestiones de medición, evaluación y administración de la productividad de sus empleados, existiendo una poca motivación entre los mismos y un clima laboral particular que generan como resultado una ineficiencia en la misma.

Referencias

1. Agencia de Noticias Universidad Nacional. (05 de marzo de 2013). Universidad Nacional de Colombia. [En línea] Disponible en: <http://www.agenciadenoticias.unal.edu.co/ndetalle/article/las-frutas-un-prometedor-sector-para-sacarle-jugo-a-los-tlc.html>
2. Aguilar, P. La productividad como factor de competitividad para las pymes - Una perspectiva a nivel micro. 2009, pp. 1-14.

3. Análisis Económico y Tributario. Desarrollo Económico, Productivo y Competitivo. Análisis Económico y Tributario, 2013, pp. 30-31.
4. ASOHOFRUCOL. Colombia puede aumentar participación en el mercado de frutas frescas de la Unión Europea. Frutas y Hortalizas (27), 2013, pp. 34-35.
5. Botero, J. F., Álvarez, F., &González, M. A. (11 de Junio de 2012). Modelos de internacionalización para las pymes colombianas. [En línea] Disponible en: <http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/administer/article/view/1343#.UltSglCcym5>
6. Botero, J. L. Modelo de direccionamiento estratégico para pymes. En J. L. Botero, Modelo de direccionamiento estratégico para pymes. Bogotá, Colombia: Universidad EAN, 2011.
7. Cámara de Comercio del Oriente Antioqueño. (9 de 9 de 2005). Cámara de Comercio del Oriente Antioqueño - CCOA. [En línea] Disponible en: http://www.ccoa.org.co/contenidos/categorias/oriente_antioquenio.php
8. Comisión Económica para América Latina y el Caribe - CEPAL. Cómo mejorar la competitividad de las pymes en la Unión Europea y América Latina y el Caribe. Santiago de Chile, 2013.
9. Consejo Privado de Competitividad. (2012). Informe Nacional de Competitividad 2012 - 2013. Bogotá: Zetta Comunicadores. Departamento Nacional de Planeación. (Junio de 2007). Departamento Nacional de Planeación. [En línea] Disponible en: <https://www.dnp.gov.co/>
10. Departamento Nacional de Planeación. (Agosto de 2007). Departamento Nacional de Producción. [En línea] Disponible en: <https://www.dnp.gov.co/>
11. Flores, N., &Perez, R. Tesis de Grado. Distribución en planta para una microempresa agroindustrial procesadora de frutas en el municipio de Zimapan Hidalgo. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Pachuca, 2003.
12. Hernández, R. M. (2009). Universidad de la Salle. [En línea] Disponible en: <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/10185/5156/1/T12.09%20H43i.pdf>
13. Juárez, C. Tesis de Maestría. Propuesta para implementar metodología 5'S en el departamento de cobros de la subdelegación Veracruz Norte IMSS. Universidad Veracruzana, Xalapa, 2009.
14. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural; Gobernación de Antioquia; Fondo Nacional de Fomento Hortifrutícola; Asociación Hortifrutícola de Colombia; Sociedad de Agricultores y Ganaderos del Valle del Cauca. Plan Frutícola Nacional: Desarrollo de la Fruticultura en Antioquia. Medellín, 2006.

15. Ministerio del Medio Ambiente Colombia. (2002). Guía Ambiental para el Subsector Hortofrutícola. Bogotá. [En línea].
16. Montoya, A., Castellanos, O., & Montoya, I. Situación de la competitividad de las pyme en Colombia: elementos actuales y retos. *Agronomía Colombiana*, 2010, pp. 107-117.
17. Organización Mundial de la Salud - OMS. (Febrero de 2005). [En línea] Disponible en: <http://www.who.int/bulletin/volumes/es/>
18. Pérez, J. A. Medir para gestionar. En J. A. Pérez, *Gestión por procesos: cómo utilizar ISO 9001:200 para mejorar la gestión de la organización*. Madrid, España: ESIC Editorial, 2004, pp. 138-141.
19. Revollo, I., & Suárez, J. Trabajo de Grado. Propuesta para el mejoramiento de la producción en Alimentos SAS S.A a través de la estructuración de un modelo de planeación, programación y control de la producción. Pontificia Universidad Javeriana, Bogotá, 2009.
20. Rojas Valencia, L., & Arango Alzate, B. Aplicación de las herramientas: MGT y Mic Mac en una empresa del sector fruticultor del Oriente antioqueño. *Gestión de la Innovación para el desarrollo territorial*, 2014.
21. Sanclemente, J. C. La colonización antioqueña, el espíritu empresarial y su contribución a la competitividad regional y nacional. *Estudios Gerenciales*, 26(114), 2010, pp. 119-147.
22. Secretaria Permanente del SELA. Visión prospectiva de las pequeñas y medianas empresas (PYMES). Respuestas ante un futuro complejo y competitivo. Caracas: Copyright, 2010.
23. SURATEP. Panorama de factores de riesgo (Pequeña Empresa). Bogotá: Suratep S.A., 1999.
24. Velásquez, M. (20 de octubre de 2011). Revista Dinners. [En línea] Disponible en: http://revistadinners.com.co/articulo/14_99_disfruta-la-fruta
25. Vergara Pórtelo, R. Desarrollo de los procesos de planeación y programación de la producción en el sector manufacturero de la pyme en Bogotá. *Avances Investigación en Ingeniería*, 2006, pp. 69-78.
26. Vicens-Salort, E., Romano, C. A., & Miralles, C. Diseño de puestos de trabajo simples. Diagrama hombre-máquina y cálculo de la capacidad y de la productividad. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, 2010.

La planeación estratégica, un modelo de permanencia o supervivencia

Melissa Ospina Zapata

Universidad Pontificia Bolivariana
Colombia
melissa.ospinaza@alfa.upb.edu.co

Diana Rocío Roldán Medina

Universidad Pontificia Bolivariana
Colombia
diana.roldan@upb.edu.co

Resumen

El objetivo del presente artículo es presentar a las pequeñas empresas la importancia de un modelo de planeación estratégica para lograr la sostenibilidad en el futuro. Recoge igualmente conceptos y herramientas que tradicionalmente han sido utilizadas para crear las condiciones necesarias para obtener los resultados esperados.

Se parte de la importancia de un plan estratégico para el éxito de una compañía, destacando este como una herramienta determinante que le procure su permanencia en el mercado a largo plazo, generando información relevante en la toma de decisiones como alternativa de competitividad.

Después de analizar diferentes autores como Fred David y Humberto Serna, y teniendo claro los conceptos de Fortaleza (variable que favorece el éxito de la

compañía), Debilidad (variable que dificulta el éxito de la compañía), Oportunidad (factor que favorece el éxito de la compañía) y Amenaza (factor que dificulta el éxito de la compañía), se recomienda utilizar para el diagnóstico interno de la organización, la herramienta matriz de Evaluación de Factores Internos (EFI) la cual resume y evalúa las fortalezas y debilidades más importantes dentro de las áreas funcionales de una organización, constituyendo una base para identificar y evaluar las relaciones entre estas áreas [6], y la matriz de Perfil de Capacidad Interna (PIC) que evalúa las fortalezas y debilidades de una organización en relación con las oportunidades y amenazas que le presenta el medio externo [7]. Para el diagnóstico externo se recomienda implementar la matriz de Evaluación de Factores Externos (EFE) la cual permite visualizar de manera resumida información económica, social, cultural, demográfica, ambiental, política, gubernamental, legal, tecnológica y competitiva que representa para la organización oportunidades o amenazas [6], y la Matriz de Perfil Competitivo que identifica los principales competidores, sus fortalezas y debilidades en relación con la posición estratégica de la empresa [6]. Seguidamente se realiza el diagnóstico estratégico por medio de la matriz DOFA, una herramienta importante que ayuda a los gerentes de una compañía a desarrollar cuatro tipos de estrategias (Fortaleza vs Oportunidad, Debilidad vs Oportunidad, Fortaleza vs Amenaza y Debilidad vs Amenaza). [6;16]

Una vez analizada esta información, se revisa el direccionamiento estratégico de la compañía (Misión, Visión y Valores), esta actividad se hace con el objetivo de verificar la pertinencia del direccionamiento frente a los resultados del diagnóstico y ratificar el direccionamiento o hacer ajustes si es necesario.

Seguidamente se definen los objetivos estratégicos y se formulan las estrategias que permitirán a la compañía lograr el direccionamiento partiendo del diagnóstico obtenido. Esta información es plasmada en un mapa estratégico, el cual facilita la visibilidad de la interrelación entre el direccionamiento, los objetivos y las estrategias. A partir de lo anterior se definen y formulan los indicadores de gestión que permiten evaluar la efectividad de las estrategias. Estos indicadores se consignan en un cuadro de mando integral para llevar a cabo su seguimiento.

Palabras clave

Cuadro de mando integral, diagnóstico, estrategia, Plan estratégico e indicadores de gestión.

Abstract

The target of the present article is suggesting to the small companies the importance of an strategic planning modeling in order to achieve the sustainability in the future. Equally this picks up all the concepts and tools that traditionally have been used for some organizations for creating the conditions and optimizing the resources in order to obtain the expected results.

This begins from the importance of an strategic plan for the success of a company highlighting this like a determining tool that assures the permanency in the long term, this generates a relevant information when they have to take decisions such as competitiveness alternative.

After analyzing different authors such as Fred David and Humberto Serna, also having clear strengthen concepts (variable that helps the companies success). Weakness (variable that difficults de companies success). Opportunity (Factor that favors the success of the company), and threaten (factor that difficulties the success of the company). These are recommended to be used for internal diagnosis of the organization, the Evaluation Matrix tool of the Internal Factors (EFI) which resumes and evaluates the most important strengths and weaknesses inside of the functional areas of an organization establishing a base for identifying and evaluates the relation among these areas and the Internal profile Capacity Matrix (PIC) that evaluates the strengtheness and weaknesses of the organization related to the opportunities and threatens that present the external environment. For the internal diagnosis it is recommended to implement the Evaluation Matrix of the External Factors (EFE) which allows to visualize in a summary manner the economic information, social, cultural, demographic, environmental, political, governmental, legal, technological and competitiveness and the Competitiveness Profile Matrix that identifies the principal competitors, their strengths and weaknesses related to the strategic position of the company.

Then the Estrategic Diagnosis is realized through the Matrix DOAF which is a very important tool that helps the managers of the companies to develop four types of strategies (Fortress against Opportunity. Weaknesses against Opportunity. Fortress against Threaten, and Weaknesses against Threaten.

Once it is analyzed this information, the specific targets are defined to formulate and evaluate the strategies. This information is embodied in the design an strategic map where the indicators that are defined that they are going to be implemented, which are established in an Integral Direction Chart for following their traicing, and finally the obtained conclusions are setting up during the project developing and the recommendation that it will be realized in the company.

Keywords

Balanced Scorecard, Diagnosis, Strategy, Strategic Plan and Indicators

Introducción

Hoy en día es importante que una organización realice un diagnóstico para el diseño de un plan estratégico con el fin de que implemente una cultura que le permita analizar las tendencias del mercado y realizar los planes operacionales y tácticos que requiere la organización.

La planeación estratégica es una herramienta útil para las organizaciones ya que les brinda múltiples beneficios si es utilizada en la forma adecuada, y su funcionamiento solo depende del compromiso que la empresa adquiera.

Harold Koontz y Cyril O'Donnell en el libro Planeación estratégica creativa definen la planeación estratégica como “*forma anticipada de qué hacer, cómo hacerlo, cuándo hacerlo y quién lo va a hacer. La planeación llena el vacío que existe entre dónde estamos y a dónde queremos llegar*”. [18]

Independiente del tipo de estructuras administrativas que normalmente existen, no sólo las grandes empresas son las llamadas a utilizar el esquema de planeación estratégica.

La pequeña y mediana empresa está conformada por áreas administrativas, comerciales y operativas que independiente de su tamaño son susceptibles de definir

los planes y programas estratégicos, ya que las variables internas y externas hacen parte de mercados específicos en que desarrollan su actividad económica.

Por lo tanto, se hace necesario que las organizaciones a las cuales se sugiere el proceso de planeación estratégica adopten igualmente este proceso con el fin de pasar de un modelo de supervivencia a un modelo de permanencia en el mercado que involucre todas las variables que presentan los entornos interno y externo de la organización.

Antecedentes

La planeación estratégica aparece en la década de 1960. Es un proceso que permite que las organizaciones identifiquen, den prioridad y aprovechen sus oportunidades. Ofrece una visión objetiva de los problemas administrativos; permite tomar decisiones importantes para apoyar mejor los objetivos establecidos por la empresa; facilita una asignación más eficaz de tiempo y recursos a las oportunidades identificadas; ofrece un enfoque corporativo, integrado y entusiasta para enfrentar los problemas y las oportunidades. [6;22]

Para David Fred, la planeación estratégica formal con sus características modernas se acuñó en la década de 1950 y fue de uso común desde mediados de la década de 1960 hasta mediados de la siguiente. Sin embargo, al pasar el auge, en la década de 1980 el concepto dejó de usarse ya que no se reportaron los altos rendimientos que estaban esperando.

Al llegar la década de 1990, reaparece este concepto y actualmente se practica de manera amplia en el mundo empresarial.

La adopción de nuevos modelos de gestión en algunas organizaciones sólo soluciona problemas en áreas específicas. Es así como parte de éstas organizaciones aún en la actualidad, tratan de adaptar sin previo análisis, técnicas como el *empowerment*, *coaching*, *outsourcing*, etc., sin que a la postre haya una verdadera generación de valor.

Se requiere entonces de un modelo que integre todas las áreas funcionales de la organización como es el modelo de planeación estratégica.

Según Jean Paul Sallenave, la gerencia integral es el arte de reunir todas las facetas del manejo de una organización en busca de una mayor competitividad:

- La estrategia: para saber a dónde vamos y cómo lograrlo
- La organización: para llevar a cabo la estrategia eficientemente
- La cultura: para dinamizar la organización y animar a su gente

Elementos importantes de un plan estratégico

Después de hacer el análisis de varios autores como Leonard D. Goodstein, Timothy M. Nolan, Fred David, Humberto Serna, Jean P. Sallenave, entre otros, se concluye que la planeación estratégica requiere de los siguientes elementos:

Misión

Según Fred David es el fundamento para las prioridades, estrategias, planes y asignación de funciones. Es el punto de inicio para los puestos y estructuras administrativas. Una buena declaración de la misión permite generar un rango de objetivos y estrategias factibles y alternativas para la organización, debe ser amplia para reconciliar las diferencias existentes y atraer diversos grupos de interés a la organización [6] .

La misión define principalmente cuál es la actividad en el mercado de la organización y como se articula con el público al cual está dirigida dicha actividad, bajo parámetros de ventajas competitivas como un factor diferenciador con respecto a sus competidores.

Responde al qué hace la compañía, cuál es su negocio, cuál es su razón de ser, quién es el público objetivo, cuál es su campo de acción y qué la diferencia de la competencia.

Visión

Define las metas que la organización pretende lograr en el largo plazo, metas que tienen que ser realistas y alcanzables como propuestas de inspiración y motivación. Responde al qué quieren lograr y dónde quiere estar en el futuro la organización.

Para Fred David una visión es amplia y reta a las personas; despierta sus sueños y emociones; es el fundamento de la misión; es la representación de cómo se desea sea el futuro de la empresa ante los ojos de los clientes, propietarios, empleados y accionistas, es decir, la proyección de la empresa en tiempo y en espacio. [6]

Política de calidad

ISO 9001 la define como *“Marco sobre el cual una empresa desea moverse abarcando la filosofía administrativa y el pensamiento en los niveles más altos; es la base para establecer y revisar los objetivos de calidad. Se especifica de acuerdo a las metas organizacionales (misión, visión, objetivos estratégicos) y las expectativas y necesidades de los clientes (internos y externos). Es importante que sea conocida y comprendida por los empleados de la organización y se mantenga actualizada de acuerdo a los principios y fines de la organización”*.

Para elaborar una política de calidad se debe tener claro qué quiere la empresa, cómo lo va a conseguir (acciones o actividades generales) y con qué cuenta para lograrlo (recursos). Debe ser adecuada al propósito que tiene la empresa, recoge el compromiso de cumplir con los requisitos del cliente tanto normativos como reglamentarios y el compromiso de mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de calidad. [12]

Valores

Son los principios éticos sobre los cuales se basa la cultura organizacional y permiten crear pautas de comportamiento. Son la personalidad de la empresa y responde al qué son y en qué creen.

Para Juan Bravo Díaz es importante que en toda empresa existan los valores expresados; estos se definen en dos clases: los valores expresados formales que responden a una voluntad de comunicación por parte de la empresa y sus máximos directivos y los valores expresados informales que son los mensajes que emiten continuamente los jefes con sus comportamientos, actitudes, actuaciones personales; y por último los valores operativos que se centran en las actividades diarias de la empresa; se refieren a los sistemas de control y formas de gestión que se integran en la empresa como evaluación de resultados, evaluación del personal, niveles salariales. [3]

Diagnóstico

Interno

Desarrolla el diagnóstico interno de la compañía según su información primaria, ayudando a determinar su situación actual. A partir de este análisis se identifican las fortalezas y debilidades que servirán como elemento para la toma de decisiones de la organización.

Para David Fred, el análisis del entorno interno resume y evalúa las fortalezas y debilidades más importantes dentro de las áreas funcionales de una organización, constituyendo una base para identificar y evaluar las relaciones entre estas áreas. Cuando un factor interno clave es una fortaleza como una debilidad, se debe mencionar dos veces en la EFI, asignando una ponderación y una clasificación a cada declaración. [6]

Humberto Serna, expresa que el perfil de Capacidad Interna de la Empresa (PCI) permite que la compañía realice un diagnóstico estratégico involucrando en él todos los factores que afectan su operación corporativa. [8]

Externo

Desarrolla el diagnóstico externo de la compañía según la información secundaria y la información del mercado (clientes, proveedores, competencia, nuevos productos) determinando así las oportunidades y amenazas que tenga la organización.

En el medio en que se encuentran las organizaciones, el factor determinante para el éxito o el fracaso de estas es el poder enfrentar oportunamente de forma dinámica o acelerada los desafíos del cambio. Los cambios de la satisfacción del cliente, de las condiciones políticas y de la estructura del mercado, no sólo tienen efectos en una compañía en particular, sino que pueden generar la crisis o el repunte en toda una industria. [8]

Las fuerzas principales que constituyen el entorno externo de la organización son:

- Fuerzas económicas:
Ejercen un efecto directo en el posible atractivo de cada estrategia; están

compuestas por los factores críticos relacionados con el comportamiento de la economía regional, nacional e internacional. [6,19]

- **Fuerzas sociales, culturales, demográficas y ambientales:**
Los cambios sociales, culturales, demográficos y ambientales no solo afectan la forma en que viven las personas y sus valores, también provocan consecuencias en los productos, servicios, mercados y clientes de las compañías. Las oportunidades y amenazas que surgen de estos cambios, constituyen actualmente una sacudida y un desafío para las organizaciones con y sin fines de lucro.[6,19]
- **Fuerzas políticas, gubernamentales y legales:**
Los gobiernos federales, estatales, locales y extranjeros son importantes empleadores y clientes de las organizaciones; se encargan de regular, liberalizar y subvencionar sus actividades. [6]

Estas fuerzas representan oportunidades y amenazas claves para la organización ya que los cambios en las leyes, legislaciones, tasas de impuesto, entre otras; la afectan significativamente.

- **Fuerzas tecnológicas:**
Los cambios y hallazgos tecnológicos revolucionarios están teniendo un efecto drástico en las organizaciones, ya que se relacionan con el desarrollo de máquinas, de herramientas, de los procesos y de los materiales. Los avances tecnológicos dan paso a crear nuevos mercados, dando como resultado la proliferación de nuevos y mejores productos; tienen el potencial de reducir o eliminar las barreras de los costos entre las empresas, reducir el tiempo de producción y crear nuevas ventajas competitivas que resulten más poderosas que las ventajas existentes. [6,8]
- **Fuerzas competitivas:**
Fuerza determinada por los productos, el mercado, la competencia, la calidad y el servicio, es importante que una organización identifique a las empresas rivales y determine sus fortalezas, debilidades, capacidades, oportunidades, amenazas, objetivos y estrategias. Recopilar y evaluar información sobre los competidores es fundamental para la formulación exitosa de la estrategia. [6,19]

Perfil Competitivo

Según Philip y Michael Hitt se considera competencia, las compañías que efectúen o proporcionen bienes y servicios o sustitutos similares a la organización

analizada y que satisfagan las necesidades de los consumidores en un mismo mercado; es importante que cada organización identifique sus competidores conociendo y analizando sus estrategias actuales, sus objetivos, sus fuerzas y debilidades con el fin de obtener y conservar ventajas comparativas que le permitan alcanzar, sostener y mejorar una determinada posición en el entorno socioeconómico en que actúa. [19,23]

La definición del perfil competitivo de una organización está basado fundamentalmente a partir del análisis de sus entornos y la adopción de estrategias para competir en el mercado y asegurar su permanencia en él.

Objetivos y estrategias

Objetivo

Para Santiago Echevarría y Humberto Serna, los objetivos de una organización se definen en campos de técnica, tecnología, sociales, economía y financieros; la empresa busca fundamentalmente cubrir las necesidades ajenas mediante productos y servicios garantizando así su propio éxito, y este se logra mediante la definición clara de los objetivos que implican cambios y nuevos diseños en la organización; si no se dispone de objetivos claros y operativos, difícilmente puede darse una adaptación adecuada a la situación del futuro. La fijación de los objetivos depende de una adecuada definición de la filosofía empresarial, de los criterios con los que el empresario define su entorno, de su estrategia y de la forma de adaptarse al mismo; deben tenerse en cuenta todas las áreas que integran la empresa. [5,7]

La definición clara de los objetivos permite enfocar esfuerzos hacia una misma dirección; sirven de guía para la asignación de recursos y formulación de estrategias; generan coordinación, organización y control; revelan prioridades; comparan los resultados obtenidos por los objetivos y permiten medir la eficiencia o productividad de la empresa. Para lograr su cumplimiento y eficacia, los objetivos deben ser desafiantes para que motiven e impulsen y deben ser definidos en el nivel más alto de la compañía teniendo en cuenta el contexto que ofrece el análisis realizado en la matriz DOFA a las Oportunidades y Amenazas, Fortalezas y Debilidades. [4,7,10]

Un objetivo estratégico es un fin deseado. Es una clave para la compañía y para la consecución de las metas a largo plazo de la organización; se basa en un diagnóstico

realizado. El establecimiento de estos objetivos en cada una de las perspectivas (financiera, de clientes, procesos internos, capacidades estratégicas) ayuda a la empresa a explicar cómo va a conseguir la implantación de su estrategia a corto y largo plazo. [1,2]

- Objetivos de largo plazo: quienes toman las decisiones en la organización deben estar conscientes de la existencia de resultados y que además requieren de varios años para construirse. Por esto, son necesarias decisiones actuales que generarán impacto en el largo plazo.
- La organización debe ponderar este impacto adecuadamente. [1]
- Objetivos de corto plazo: se relacionan con la rentabilidad y la participación del mercado. Estos objetivos implican periodos de un año o menores. [1]

Estrategia

Para Leonardo Goodstein, una estrategia “*produce una versión concreta y cuantificada del futuro deseado de la empresa*”.

Según el pensamiento de Henry Mintzberg, Humberto Serna y Leonardo Goodstein, se puede concluir que una estrategia es un conjunto integrado y coordinado de compromisos y acciones que la empresa utiliza para lograr una ventaja competitiva explotando sus competencias en mercados específicos, para mantener y soportar el logro de los objetivos de la organización y de cada unidad de trabajo, haciendo así realidad los resultados esperados al definir los proyectos estratégicos. [7,9,14]

Para estudiar las estrategias, la empresa debe analizar temas como a quién atenderá, qué necesidades tienen los clientes, meta a tratar y cómo se satisfarán esas necesidades.

Toda organización debe formular y utilizar una estrategia y para esto es necesario contar con información acerca de variables como los mercados, los clientes, la tecnología y la economía mundial cambiante. El propósito de una estrategia es crear diferencias entre su posición y la de sus competidores logrando así ventajas competitivas. [19]

Según Humberto Serna y Juan Maroto, existen diversos tipos de estrategias en una organización:

- Estrategias ofensivas o de crecimiento: buscan la consolidación de una compañía en su mercado consiguiendo ventajas competitivas mediante actuaciones agresivas contra los rivales; a la hora de plantear estas estrategias la organización tiene la opción de atacar los puntos fuertes o atacar los puntos débiles de los rivales, basándose siempre en los puntos fuertes de la empresa como sus recursos y sus capacidades disponibles o potenciales. [7,17]
- Estrategias defensivas: no buscan conseguir nuevas ventajas competitivas, sino mantener las que ya se tienen en la empresa, pues permiten que una organización pueda anticiparse a los problemas y evitar los siniestros que la afecten. [7,17]
- Estrategias genéricas: son globales y referidas a todas las unidades estratégicas de la compañía. Deben adaptarse a la fluidez del entorno y convivir con la flexibilidad del cambio en los entornos interno y externo. [7,17]
- Estrategias concéntricas: afectan a toda la compañía debido a los cambios del mundo actual; por esto, las gerencias de las organizaciones se ven obligadas a diseñar estrategias que soporten cada plan trazado para sus diferentes áreas funcionales. [7]

Plan Estratégico

Para Fred David el objetivo principal de un plan estratégico es lograr la comprensión y el compromiso de todos los gerentes y empleados, proporcionando así una oportunidad o una base anual para que la organización se ajuste en forma constante a los sucesos y acciones actuales de los competidores. [6]

Los elementos del plan estratégico antes mencionados, permiten saber dónde se encuentra situada la empresa en el mercado y a dónde quiere llegar; suministran información para analizar la empresa y su entorno en conjunto ya que la planeación estratégica es uno de los temas más amplios y responsable de dar una imagen de la empresa por medio de procesos como modelo Abell (marcar los ejes de segmento del mercado, necesidades del cliente y tecnologías implementadas); las 5 fuerzas (intensidad de la competencia actual, competidores potenciales, productos sustitutivos, poder de negociación de los proveedores y clientes); la matriz DOFA (análisis interno y externo y los puntos fuertes y débiles de cada ámbito) y por último las estrategias básicas en las que tendrá que centrar sus esfuerzos. Se deben definir las líneas estratégicas que están más relacionadas con la alta dirección de la empresa y tienen un carácter muy general. [11]

Herramientas de diagnóstico interno

Matriz de Evaluación de Factores Internos (EFI)

La metodología para la elaboración de esta matriz, según Fred David, es realizar una lista de los factores críticos para el éxito de la empresa, identificados en el proceso de la auditoría interna. Asignar a cada factor una ponderación entre 0.0 (Irrelevante) y 1.0 (muy importante) con la que indique la importancia relativa de cada factor con respecto al éxito de la organización en el sector al cual pertenece, la suma de las ponderaciones de estos factores debe ser igual a 1,0. Seguidamente asignar a cada factor una calificación de 1 a 4 (4: Fortaleza importante, 3: Fortaleza menor, 2: Debilidad menor, 1: Debilidad importante), la calificación indica la presencia y el comportamiento del factor en la organización. Por ultimo multiplicar la ponderación de cada factor por su respectiva calificación para obtener un peso o calificación ponderada. Para finalmente sumar los pesos ponderados de los factores se determina el total ponderado de la empresa.

Esta matriz permite seleccionar e identificar cuáles son los factores internos positivos y negativos de la organización, su comportamiento y cuáles tienen mayor impacto en la gestión.

Perfil de Capacidad Interna (PIC)

Según Humberto Serna, la metodología para la elaboración del PCI es preparar la información preliminar, procesando la información primaria o secundaria sobre cada una de las capacidades como Directiva, Tecnológica, Talento Humano, Competitiva y Financiera.

Conformar grupos estratégicos relacionados por las capacidades antes enumeradas, estos grupos se pueden conformar de acuerdo con la estructura organizacional.

Conformar grupos estratégicos agrupando los funcionarios por capacidades Directiva, Competitiva, Financiera, Tecnológica y Talento Humano. Identificar las fortalezas y debilidades para luego calificar y dar prioridad a la Fortaleza o Debilidad en una escala Alta – Media – Baja. Ponderar el impacto de la Fortaleza o Debilidad en el éxito actual de la compañía y finalmente interpretar la matriz identificando sus fortalezas y debilidades de acuerdo con su impacto en la compañía.

Herramientas de diagnóstico externo

Matriz de Evaluación de Factores Externos (EFE)

Según Fred David, para la elaboración de esta matriz, se debe realizar una lista de factores externos clave identificados en el proceso de auditoría externa, tomados de las fuerzas principales que constituyen el entorno externo de la organización (económicas, sociales, políticas...), incluyendo las oportunidades y amenazas que afectan a la empresa. Asignar una ponderación a cada factor entre 0.0 (no es importante) y 1.0 (muy importante) con la que indique la importancia relativa de cada factor para lograr el éxito en la industria, la suma de todas las ponderaciones asignadas a los factores debe ser igual a 1,0. Seguido asignar a cada factor externo una calificación entre 1 y 4 (1: La compañía no cuenta con una estrategia, 2: Existe estrategia, pero no es eficaz para la compañía, 3: Existe estrategia pero es medianamente eficaz para la compañía, 4: Existe estrategia es completamente eficaz para la compañía) con el objetivo de identificar qué tan eficazmente responden las estrategias actuales de la organización a cada factor. Por último, multiplicar la ponderación de cada factor por su clasificación, determinando una clasificación ponderada. Finalmente sumar las calificaciones ponderadas para cada variable con el fin de obtener la puntuación ponderada total para la organización.

Matriz de Perfil Competitivo (MPC)

Para Fred David, los valores tanto en la matriz de perfil competitivo como en la matriz de evaluación de factores externos tienen el mismo significado. Sin embargo, los factores críticos de éxito en una MPC incluyen aspectos tanto internos como externos; son un mecanismo para identificar las necesidades de información de la alta dirección, son más amplios, no incluyen datos específicos o fácticos, no están agrupados en oportunidades ni amenazas.

Los factores en este caso son aquellos más importantes para determinar el nivel de competitividad en un sector específico, por ejemplo: participación de mercado, precios, calidad, fidelidad de los clientes y otros.

Después de elegir los factores claves de competitividad se deben elegir los competidores más representativos de la industria o sector y buscar la información relacionada con cada factor en cada uno de los competidores y en la organización a

la cual se está haciendo el diagnóstico. Tomando como base la información anterior asignar a cada factor una ponderación entre 0.0 (no importante) y 1.0 (muy importante) con la que indique la importancia relativa de cada factor para lograr el éxito en la industria. Seguidamente asignar una calificación de 1 a 4 (4: Fortaleza principal, 3: Fortaleza menos, 2: Debilidad menor, 1: Debilidad principal) a cada una de las empresas que están participando en la matriz.

Este análisis comparativo brinda importante información estratégica de cada competidor. [6]

Diagnóstico estratégico

Elaboración matriz DOFA

Para Fred David, la matriz DOFA está formada por nueve celdas, hay cuatro celdas de factores clave, llamadas F, D, O, y A, cuatro celdas de estrategias que se desarrollan luego de concluir con las cuatro celdas de factores clave, llamadas FO, DO, FA y DA y una celda que permanece en blanco (celda superior izquierda). Para esta elaboración se ven implicadas ocho etapas [6]

1. Listar las oportunidades clave de la empresa.
2. Listar las amenazas clave de la empresa.
3. Listar las fortalezas clave de la empresa.
4. Listar las debilidades clave de la empresa.
5. Comparar las fortalezas con las oportunidades externas y registrar las estrategias FO obtenidas, en la celda correspondiente.
6. Comparar las debilidades con las oportunidades y registrar las estrategias DO obtenidas, en la celda correspondiente.
7. Comparar las fortalezas con las amenazas y registrar las estrategias FA obtenidas, en la celda correspondiente.
8. Comparar las debilidades con las amenazas y registrar las estrategias DA obtenidas, en la celda correspondiente.

Medición de gestión

Desarrollo del concepto de indicadores

Un indicador es una unidad de medida gerencial. Para los autores Fred David y Humberto Serna un indicador es *“la relación entre variables cuantitativas o cualitativas, que permite evaluar el desempeño de una compañía frente a sus metas, objetivos y responsabilidades determinando cuándo es apropiado seguir diferentes tipos de estrategias y ofrecer una perspectiva general de la dirección estratégica en una compañía”* [6,7]

Los indicadores de gestión se clasifican en tres categorías

- Indicadores de gestión corporativos: permiten monitorear el comportamiento de una organización. Son el resultado global de la gestión en las unidades estratégicas y operativas. [13]
- Indicadores de gestión por unidad estratégica de negocio: son el resultado de cada área funcional de una organización. Se definen de acuerdo al tipo de estructura organizacional que tenga la compañía. [13]
- Indicadores de gestión operativos: son el resultado de la gestión al nivel de unidades como integrantes estratégicos de la organización. Miden el desempeño de los departamentos o secciones de cada una de las unidades estratégicas de la empresa. [13]

Humberto Serna en su libro *“Planeación y Gestión Estratégica”* indica que la medición de los indicadores de gestión involucra de forma democrática y participativa a todos los empleados implicados en la producción de un servicio o función de una organización, ya que con base en los indicadores se realiza un seguimiento y monitoría permanente en la ejecución y ajuste oportuno del plan estratégico, con el fin de que la compañía se adapte de manera adecuada y anticipada a los cambios y desafíos que le genera su entorno.

Herramienta para medir la gestión

Cuadro de mando integral

El cuadro de mando integral o *Balanced Scorecard*, fue desarrollado en 1993 por Robert Kaplan y David Norton, se ha traducido y puesto en marcha eficazmente tanto en organizaciones sin ánimo de lucro como en las de sector público; es un conjunto cuidadosamente seleccionado de medidas derivadas de la estrategia de una empresa; estas medidas representan una herramienta que los líderes puedan usar para comunicar a los empleados y partes externas los resultados y los impulsores a los que la empresa recurrirá para alcanzar su misión y objetivos específicos. El cuadro de mando integral permite que una empresa traduzca su visión y estrategias proporcionando un nuevo marco, que cuente la historia de la estrategia de la empresa a través de los objetivos y las medidas de su elección. [20]

Kaplan y Norton en el libro Administración estratégica identifican cuatro perspectivas (finanzas, clientes externos, proceso interno, innovación y aprendizaje); cada una representa una cara importante de la organización y una visión equilibrada. La mayor parte del éxito de un cuadro de mando integral depende de cómo se acuerden las medidas, la forma como se implemente y como se obedezca.

El objetivo principal del cuadro de mando integral es “equilibrar” los objetivos de los accionistas con los objetivos de los clientes y los de las operaciones. El análisis de un cuadro de mando integral requiere que las empresas busquen respuestas a preguntas como ¿la empresa mejora y crea valor continuamente en rumbos como la innovación, liderazgo tecnológico, calidad en productos y eficiencia en procesos?, ¿qué tan bien está manteniendo y mejorando la empresa sus competencias y ventajas competitivas? y ¿qué tan satisfechos están los clientes en la empresa? Y que utilicen la información, junto con las mediciones financieras, para evaluar más adecuadamente y con mayor eficacia las estrategias implementadas. [6]

Mapas estratégicos

Para Norton y Kaplan los mapas estratégicos permiten que las organizaciones vean sus estrategias de forma coherente, integrada y sistemática. El cuadro de mando integral supera las limitaciones de los sistemas de indicadores puramente financieros

retratando claramente los procesos de creación de valor y los papeles críticos de los activos intangibles. [21]

El mapa estratégico de un *Balanced Scorecard* deja bien explícitas las hipótesis de la estrategia. Cada uno de los indicadores de un cuadro de mando integral se encaja en una cadena de relaciones causa-efecto que conecta los resultados deseados de la estrategia con las causas que los harán posibles. El mapa estratégico describe el proceso de transformación de los activos intangibles en resultados tangibles con respecto al consumidor y a las finanzas, proporcionando a los directivos un marco que describe y gestiona la estrategia en una economía del conocimiento. Proporciona un marco para ilustrar de qué forma la estrategia vincula los activos intangibles con los procesos de creación de valor; este está conformado por la perspectiva del cliente, donde se describen los resultados tangibles de la estrategia en términos financieros tradicionales; define la propuesta de valor para los clientes objetivo, la cual proporciona el contexto para que los activos intangibles creen valor. Si los clientes valoran la calidad constante y la entrega puntual, entonces las habilidades, los sistemas y los procesos que producen y entregan productos y servicios de calidad son altamente valiosos para la organización; la perspectiva del cliente pertenece a la relación causa- efecto, la cual es la encargada de definir la cadena logística por la que los activos intangibles se transformarán en valor tangible. Continuando con la perspectiva del cliente, la cual describe los resultados deseados de la estrategia y el cómo generar ventas y fidelidad de los clientes objetivo, esta pertenece a la propuesta de valor para el cliente, la cual aclara las condiciones que crearán. Seguido por la perspectiva de los procesos internos que identifican los pocos procesos críticos que se espera tengan el mayor impacto sobre la estrategia, esta gestiona las operaciones, los clientes , la innovación y los procesos reguladores y sociales perteneciendo a los procesos de creación de valor, que define los procesos que transformaran los activos intangibles en resultados financieros y para los clientes, y se finaliza con la perspectiva de aprendizaje y crecimiento que identifica los activos intangibles que son más importantes para la estrategia; los objetivos de esta perspectiva identifican qué tareas (capital humano), qué sistemas (capital de información) y qué clase de ambiente (capital organizacional) se requieren para apoyar los procesos internos de creación de valor, perteneciendo a la agrupación de activos y actividades, que definen los activos intangibles alineados e integrados para crear valor. [24]

El mapa estratégico según Robert Kaplan describe la lógica de las estrategias y muestra claramente los objetivos de los procesos internos básicos que crean valor y los activos intangibles necesarios para respaldarlos. El cuadro de mando integral traduce

los objetivos de este mapa en indicadores y metas a alcanzar. Para esto, la empresa debe lanzar un conjunto de programas de acción con el que logre alcanzar las metas de todos los indicadores. [24]

Metodología

Un modelo de planeación estratégica se desarrolla a partir de la ejecución de planes, basados en un pensamiento estratégico con el fin conocer su alcance en referencia a ¿qué se quiere lograr en la empresa? ¿en qué situaciones se está actualmente? ¿qué se puede hacer en la empresa? ¿qué se va a hacer en la empresa?

La aplicación de este modelo le permite a la empresa pensar sobre su propia estructura y recursos a través de la revisión de la misión, definición de su visión, sus valores y realización de un análisis DOFA (interno: debilidades y fortalezas; y externo: amenazas y oportunidades) teniendo en cuenta factores como administración, mercadeo, finanzas, producción, tecnología, investigación y desarrollo, factores jurídicos gubernamentales, económicos y marketing. Una vez realizado el análisis de la misión y la visión, se estará en mejor contexto para definir el plan estratégico (proponer objetivos) de la empresa y se formularán indicadores para la medición de los resultados implementando un modelo de cuadro de mando integral que facilitará el análisis de los factores de cada periodo y supervisará el progreso de desarrollo de las capacidades necesarias para su crecimiento.

Según Leonardo D. Goodstein muchas organizaciones tienden a gastar grandes cantidades de dinero, tiempo y esfuerzo para el desarrollo de un plan estratégico sin ser conscientes que al no ponerlo en práctica no tendrá ningún efecto ya que se basan en la intuición debido a que han obtenido buenos resultados en el mercado sin pensar en el futuro [14]

Al implantar algunas organizaciones sistemas de gestión sin análisis previos tanto del interior de la organización como del mercado, al final lo que refleja es una estructura estática basada en la obtención de resultados inmediatos, lo que evidencia una visión cortoplacista y de supervivencia en el mercado.

Estos modelos de gestión al aplicarse de manera informal llevarán indefectiblemente al declive de las organizaciones independiente del tipo de organización o

de su tamaño. Muestra de lo anterior es el estudio realizado por los autores de “For Dummies” quienes determinaron que las causas más frecuentes en el fracaso de muchas empresas son [15]:

- *El 95% de los empleados en una empresa no conocen la estrategia del negocio que busca la empresa desarrollar.*
- *El 90% de las empresas fracasan en la implementación de las estrategias de negocios y mercadeo.*
- *El 86% de los ejecutivos dedican menos de 1 hora al mes en la discusión de estrategias de negocios con sus empleados.*
- *El 60% de las empresas no integran la planificación de estrategias de negocios a un presupuesto.*

En Colombia las pequeñas y medianas empresas han empezado a tener una gran oferta en el mercado, por lo que han comenzado a implementar en su estructura ideas innovadoras y eficientes para lograr ser competitivas en el mercado. Para ser innovador según Fred David, se deben modificar las estrategias, crear nuevos productos, nuevos canales de distribución, nuevos métodos de comercialización y nuevos procesos de producción; esto se logra mediante la implementación de un plan estratégico. [6]

El cambio en la empresa llega por medio de la implementación y la evaluación de la planeación estratégica, ya que es un proceso de aprendizaje reflexivo que familiariza a los gerentes y empleados de una organización con los problemas importantes y las alternativas factibles para resolverlos.

Conclusiones

- La adopción de un modelo de planeación estratégica diseñado adecuadamente para una organización, su implementación en el tiempo, su actualización, revisión y control constante son los principales factores que le garantizan a las organizaciones su permanencia en los mercados.
- Utilizando herramientas de gestión estratégica, una organización podrá obtener mayor oportunidad de identificación de variables críticas de éxito.

- De acuerdo con la propuesta que hace Humberto Serna sobre el diseño de una matriz de perfil competitivo, se puede hacer un análisis exhaustivo dentro de la organización en cada una de las diferentes áreas directivas organizacionales.
- Un modelo de planeación estratégica integral define el nivel de competitividad en cada una de las áreas funcionales de la organización.

Referencias

1. Bonilla, L. B. *Dirección estratégica para organizaciones inteligentes*. Costa Rica: Ágora, 2008.
2. Daniel Martines Pedrós, A. M. *La elaboración de un plan estratégico y su implantación a través del cuadro de mando integral*. Madrid: Díaz de Santos, 2005.
3. Díaz, J. B. *Las tres armas estratégicas de la pequeña empresa*. Madrid: MAPCAL, 1994.
4. Drucker, P. F. *Dirección por objetivos*. México: Díaz de Santos, 1994.
5. Echevarría, S. G. *Introducción a la economía de la empresa*. España: Díaz de Santos, 1994.
6. Fred, D. *Conceptos administración estratégica*. México: Pearson, 2008.
7. Gomez, H. S. *Planeación y gestión estratégica*. Bogotá: RAM, 1994.
8. Gómez, H. S. *Gerencia estratégica*. Santafe de Bogotá: 3R, 1997.
9. Henry Mintzberg, J. B. (1997). *El proceso estratégico*. México: Pearson, 1997.
10. Huelva, U. D. (s.f.). Dirección por objetivos. Aplicaciones en la pequeña empresa. *Dpto. Economía Financiera, Contabilidad y Dirección de Operaciones*, pp. 2,3.
11. Innova, P. (s.f.). *Guía Plan Estratégico*. [En línea] Disponible en: <http://pinnova.upc.edu/PLAESTRATEGICcastell.pdf>
12. ISO9001. (2013). [En línea] Disponible en: <http://iso9001calidad.com/la-politica-de-calidad-101.html>
13. IUE, I. U. (s.f.). *Estrategias gerenciales*. [En línea] Disponible en: <http://www.iue.edu.co/documents/emp/comoGerenciar.pdf>

14. Goodstein ,Leonardo D, T. M. *Planeación estratégica aplicada*. Santafé de Bogota: Mc Graw-Hill, 1997.
15. Maldonado, J. (23 de 06 de 2009). *Asopymes*. [En línea] Disponible en: <http://asopymes.blogspot.com/2009/06/estadisticas-sorprendentes-de-la.html>
16. Trujillo,M. López, J. I. *Planeación estratégica de tecnologías informáticas y sistemas de información*. Manizales: Ingeniería, 2007.
17. Maroto, J. C. *Estrategia de la visión a la acción*. ESIC, 2007.
18. Martínez Villegas, F. *Planeación estratégica creativa*. Editorial PAC, 1997.
19. Hitt,MichaelR. D. *Administración estratégica* .México: Thomson, 2008.
20. Niven, P. R.. *El cuadro de mando integral paso a paso*. Barcelona: Gestión 2000 S.A., 2003.
21. Norton, R. S. *La organizacion focalizada en la estrategia*. Barcelona: Gestión 2000, 2001.
22. Ortiz, R. A. *"El liderazgo empresarial para la innovación tecnológica en las micro, pequeñas y medianas empresas"*. México: Instituto Politécnico Nacional Escuela Superior de Comercio y Administración, 2008.
23. Philip, K. *Dirección de marketing. Conceptos esenciales*. . México: Pearson Educación, 2012.
24. Robert Kaplan, D. N. *Mapas estratégicos*. Barcelona: Gestión 2000, 2004.
25. Valencia, J. R. *Como Aplicar la planeación estratégica a la pequeña y mediana empresa*. México, 2005.



**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 2322-7672



9 772322 767008

