

AVANCES EN INVESTIGACION FORMATIVA

Memorias del I Encuentro de Investigación Formativa, 2010

Universidad Pontificia Bolivariana



Escuela de Ingenierías

Facultad de Ingeniería Industrial

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

2010

PRÓLOGO

Hablar de la investigación formativa en el entorno académico implica necesariamente hacer un ejercicio de reflexión e interiorización acerca de nuestro quehacer docente en aras de construir los pilares básicos del proceso investigativo desde el aula, es si se quiere, la posibilidad manifiesta del encuentro y desencuentro con el alumno y el docente en un permanente dialogo de saberes acerca de los múltiples objetos de estudio que tanto la realidad como la ciencia y la técnica nos convocan a problematizar desde nuestro claustro académico, es entonces, una imperiosa necesidad de abordar desde las pequeñas dudas hasta los complejos problemas la voluntad inquebrantable de la academia por formar en el hacer y en el pensar para servir a una sociedad ávida de soluciones que nos demanda día a día ingentes esfuerzos por vincularnos estrechamente a sus cotidianidades, es entonces hablar sobre el cómo volvernos y volver al otro y a lo otro con la clara vocación de seguimos sorprendiendo, extrañando y curioseando en nuestra permanente búsqueda de la verdad histórica que nos convoca hoy y siempre.

Siendo así, la Dirección de la Facultad de Ingeniería industrial a través de su **Grupo de Investigación Sistemas Aplicados en la Industria (GISAI)** de la Universidad Pontificia Bolivariana considerando importante y necesario dar a conocer ante la comunidad académica de nuestra universidad los resultados parciales y finales de los proyectos de aula en el marco del desarrollo de nuestro proceso de investigación formativa que actualmente adelanta la Escuela de Ingenierías y en específico la Facultad de Ingeniería Industrial, han realizado este nuestro **I ENCUENTRO DE INVESTIGACION FORMATIVA EN INGENIERIA INDUSTRIAL**.

Evento que conto con la participación activa de docentes, investigadores, estudiantes, egresados y comunidad en general para generar un diálogo de saberes donde se permita visualizar el quehacer investigativo desde nuestra aulas, donde tuvo asidero el debate, la sana critica y la confrontación respetuosa y dignificante de las ideas propias del fundamento investigativo y del espíritu crítico y científico de nuestra Universidad.

Colocamos entonces hoy a consideración de los lectores el resultado del trabajo en equipo y las publicaciones derivadas en forma de ponencias que fueron enviadas y presentadas en este **I ENCUENTRO DE INVESTIGACION FORMATIVA EN INGENIERIA INDUSTRIAL**.

Msc. Javier Darío Fernández Ledesma

Director Grupo de Investigación GISAI

Universidad Pontificia Bolivariana, Facultad de Ingeniería Industrial

POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE ALGUNAS ESPECIES DEL GÉNERO *BOMAREA*

Daniela M. Arango M

Sandra M. Serna P.

Ana M. Hernández Z.

Lorena Cuartas C.

Docente: Marisol Valencia

Área: Optimización

Resumen

En el presente artículo se realizará un detallado análisis sobre la capacidad antioxidante que presentan algunas plantas del género de *Bomarea*, por medio de tres experimentos (DPPH, TBARS y Folin-Ciocalteu) utilizando dos métodos in vitro, los cuales se complementan para finalmente concluir acerca del comportamiento de la actividad antioxidante presente en los extractos tomados de las diferentes especies.

INTRODUCCIÓN

Todos los organismos vivos consumen oxígeno constantemente como parte natural del proceso de producción de energía de la célula. Como consecuencia de esta actividad metabólica, las moléculas altamente reactivas, más conocidas como radicales libres, producen especies químicas derivadas de metabolismos oxidantes que tienen uno o más electrones desapareados en su último nivel de energía. Estas especies reactivas del oxígeno, han mostrado múltiples tipos de daños a nivel celular (especialmente a nivel cardiovascular). La producción de estas sustancias puede inducir tensión oxidante, la cual es generada por el desbalance de los radicales libres como producto del incremento de su producción o el decremento en su capacidad para eliminarlos.

Esta situación puede promover la aparición y desarrollo de algunas enfermedades crónicas tales como el cáncer, problemas cardiovasculares, arterioesclerosis, inflamación, entre otras. Las especies reactivas del oxígeno, actúan como blancos moleculares para buscar compuestos biológicamente activos, los cuales poseen la capacidad de reducir o inhibir los efectos causados por la acción de estos radicales libres.

En el presente trabajo se realiza el diseño y análisis de un experimento donde se evalúa la capacidad antioxidante de los extractos de etanol de diferentes especies del género la *Bomarea*.

GENERALIDADES DE LA EMPRESA

La SIU es la Sede de Investigación Universitaria, ésta se encuentra ubicada en la calle 62 # 52-59.

Esta sede fue creada en febrero del 2000 por la Universidad de Antioquia con el objetivo de hacer de la investigación, la innovación y el desarrollo tecnológico una ventaja competitiva para Colombia.

La SIU está conformada por 36 grupos de investigación los cuales se encuentran dentro de las siguientes áreas: física y ciencias exactas, educación, salud y sociedad, biotecnología y química orgánica, fisicoquímica y materiales, genética y neurociencias, inmunología, enfermedades infecciosas y tropicales. Estos grupos fomentan la investigación interdisciplinaria e interinstitucional con proyección regional, nacional e internacional de sus resultados.

El grupo de investigación con el cual se va a trabajar es GISB (Grupo de Investigación de Sustancias Bioactivas), coordinado por el profesor Gabriel Jaime Arango. Este grupo tiene por objetivo la búsqueda, desarrollo y difusión de la ciencia mediante actividades de investigación y extensión, realizadas en programas de pregrado y postgrado en el área fármaco química, orientados a la búsqueda de nuevas moléculas alternativas de origen natural, sintético o hemisintético, que permitan plantear soluciones a graves problemas de salud como son las enfermedades tropicales parasitarias y el control integrado de plagas que afectan la economía de nuestro país y nuestra región.

ANTECEDENTES

Los organismos fotosintéticos están expuestos a ambientes muy oxidativos, por lo que poseen un sistema antioxidante muy eficaz, razón por la cual se utilizan los antioxidantes naturales como sustancias capaces de prevenir o inhibir el proceso de oxidación en el cuerpo humano así como el de productos alimenticios, éstos se encuentran en casi todas las partes de las plantas, ya que las protegen contra lesiones del tejido, oxidándose y combinándose con otros componentes, también pueden servir como defensa contra herbívoros; entre los compuestos de origen natural se encuentran: carotenoides, vitaminas C y E, tocoferoles, tocotrienoles, flavonoides y licopenos, entre otros.

Para el estudio de estos antioxidantes generalmente se utilizan compuestos orgánicos como compuestos fenólicos, Ácido Tiobarbitúrico Reactiva Sustancias (TBARS), para hacer seguimiento a la peroxidación lipídica, es decir la medición de la actividad anti-oxidante de diversos compuestos; este tipo de procedimientos se ha modificado por los investigadores para su uso con muchos tipos de muestras incluidas las drogas, alimentos y tejidos biológicos humanos y animales [4], debido a su gran aporte acerca de la actividad radical libre en los estados de enfermedad de los compuestos estudiados.

El grupo de sustancias Bioactivas ha realizado diferentes proyectos en torno al tema de los antioxidantes, tales como *“la actividad antioxidante y contenido fenólico de los extractos provenientes de las bayas de dos especies del género Vismia (Guttiferae)”*; *“Evaluación de la actividad antioxidante y su relación con el contenido de ácido ascórbico y compuestos fenólicos en cítricos cultivados en el departamento de Antioquia”*; *“Determinación de la actividad antioxidante en un modelo de peroxidación lipídica de mantequilla inhibida por el isoespintanol”*; entre otros.

Pero hasta el momento no se ha hecho ningún proyecto sobre la capacidad antioxidante en las diferentes especies de la Bomarea. Por esta razón, el grupo de Sustancias Bioactivas comenzará el proyecto con la ayuda de Fernando Alzate, Jorge Gil, Nora Jiménez, Gabriel Arango y Bernard Weniger.

JUSTIFICACIÓN

Los antioxidantes o antirradicales son compuestos que se encargan de retardar o inhibir la degradación oxidativa de las moléculas orgánicas; éstos pueden ser de origen natural o sintético.

El continuo aumento de la preocupación pública por los efectos tóxicos que han generado algunos de los antioxidantes comúnmente sintéticos, usados en la preparación de la comida y otros productos comestibles, ha reforzado la necesidad de buscar otras fuentes de compuestos antioxidantes. Diferentes especies de plantas se han incluido con frecuencia en el análisis de la actividad antioxidante, muchas de estas investigaciones han producido resultados prometedores, principalmente debido a su capacidad de producir radicales libres en sustancias limpias, usadas como una fuente potencial de compuestos antioxidantes.

OBJETIVOS

Objetivo general

Brindar un modelo adecuado que explique el comportamiento de los antioxidantes en la especie *Bomarea*, creando un aporte significativo a la medicina para la prevención e inhibición de diferentes tipos de enfermedades.

Objetivos específicos

- Identificar la capacidad antioxidante presente en diferentes tipos de plantas pertenecientes a la especie *Bomarea*.
- Encontrar los factores más influyentes en la producción de antioxidantes de la especie *Bomarea*.
- Identificar las fuentes naturales más ricas en sustancias antioxidantes presentes en la especie *Bomarea*.

DESARROLLO METODOLÓGICO

Descripción del problema

La formación de radicales libres mediante procesos naturales conduce a la oxidación de biomoléculas, dando lugar a diversas enfermedades que se incuban en los organismos, los cuales continuamente están expuestos a ambientes muy oxidativos, por lo que deben poseer un sistema antioxidante muy eficaz, característica que en ciertos casos no se cumple.

En este trabajo se evaluará la actividad antioxidante presente en las enzimas de las plantas tuberosas de la familia *Alstroemeriaceae*, en nuestro caso tomaremos 8 especies diferentes de la *Bomarea* (*glaucescens*, *euryantha*, *Hottoni*, entre otras). Dicha actividad antioxidante, será posible determinarla mediante la aplicación de tres métodos diferentes, método de descoloramiento del radical *2,2-difenil-1-picrilhidracilo* (DPPH) utilizado para medir la concentración de CE_{50} ; método de Folin-Ciocalteu, utilizado para medir el contenido fenólico; y método de TBARS, utilizado para medir la concentración de MDA (metilendioxianfetamina).

Planteamiento del problema

Todos los seres vivos que utilizan el oxígeno para la generación de energía, liberan radicales libres (espacios generados por electrones de valencia desapareados), los cuales en ciertas situaciones pueden ser tóxicos causándole daño al organismo convirtiéndose en enfermedades crónicas como cáncer, inflamación en las articulaciones, problemas cardiovasculares, entre otros; dichas enfermedades es posible evitarlas si existen mecanismos de defensa contra los radicales libres.

Esta defensa es realizada a través de los antioxidantes (moléculas que poseen mayor afinidad al interactuar con los radicales libres), cuya función principal en el organismo es disminuir la cantidad de radicales libres producidos en las células, previniendo la oxidación del organismo.

Los antioxidantes pueden ser producidos de forma endógena (sintetizados por la célula) o exógena (ingresan a través de la cadena alimentaria). Estos últimos se encuentran principalmente en la flora, por esta razón se realizará el estudio

con la Bomarea, la cual está formada por setenta especies nativas de regiones tropicales y andinas de América, entre las cuales se identificarán las más ricas en las sustancias antioxidantes.

Factores y niveles, y unidad de medición

Factores:

- Especies del género de la Bomarea. [=] Factor cualitativo
 - o Niveles= 11
- Concentración de MDA (metilendioxi-anfetamina). [=] μM (micro moles).
 - o Niveles= 2
- Contenido fenólico. [=] GAE/mg (Equivalente de ácido gálico-antioxidante- sobre miligramo).
 - o Niveles= 3
- Porcentaje de inhibición del radical DPPH.
 - o Niveles= 1

Factores no controlables

Para el estudio experimental que se va a realizar, no se considerarán los factores no controlables debido a la utilización de métodos automatizados que controlan internamente los factores externos.

Sin embargo existen algunos factores no controlables pero no medibles; por ejemplo la presencia o no de sombra, la presión atmosférica, entre otros.

Variable respuesta y unidad de medición

Variable respuesta → Actividad antioxidante de extractos etanólicos mediante la concentración de CE_{50} [=] $\mu\text{g/mL}$.

Esto indica cuánta concentración de extracto se necesita para generar el 50% de la respuesta; por esta razón, entre menor sea su valor, será mejor.

Herramientas utilizadas para la elección de factores y niveles

Para la elección de factores y niveles del diseño experimental, se tuvo como referencia diferentes artículos sobre estudios anteriormente realizados con el mismo objetivo pero para diferentes aplicaciones, es decir, se basan en el estudio de la actividad antioxidante que se presenta en diferentes organismos, pero enfocados hacia diferentes fines.

Inicialmente, se analizó el artículo llamado "*EVALUACIÓN DE LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE POLIFENOLES DE ALGAS MARINAS*", el cual se enfoca hacia la disminución de enfermedades degenerativas como el cáncer, enfermedades cardíacas, inflamación, artritis, disfunción cerebral, aceleración del envejecimiento, entre otras; mediante un índice alto de presencia de la actividad antioxidante.

Otro de los artículos influyentes en la selección de los parámetros necesarios, fue "ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y CONTENIDO TOTAL DE FENOLES DE LOS EXTRACTOS ETANÓLICOS DE *Salvia aratocensis*, *Salvia Sochensis*, *Bidens reptans* y *Montanoa ovalifolia*", en el cual se describe el estudio realizado sobre el contenido de fenoles y la actividad antioxidante presente en los extractos de algunas plantas de nuestra flora. Publicado por los estudiantes de la escuela de química de la Universidad Industrial de Santander (Colombia).

De igual forma, se tuvo la oportunidad de contactar una entrevista con Gabriel Jaime Arango, PhD, profesor de Química Farmacéutica de la Universidad de Antioquia y con el Químico farmacéutico Julián Alberto Londoño Londoño, profesor de la Universidad de Antioquia.

Por último se contó con la asesoría de la Ingeniera Industrial Marisol Valencia Cárdenas, Ms(c) en estadística, docente de Análisis y diseños de experimentos de la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín.

Diseño experimental y modelo matemático.

Se trabajará con un diseño factorial de $8 \times 2 \times 3$.

Con este experimento se pretende estudiar el efecto de cada uno de los factores (MDA, contenido fenólico y las diferentes especies de plantas de la especie Bomarea) sobre la variable respuesta (Concentración efectiva CE_{50}).

Sin embargo, si el número de combinaciones necesarias son numerosas, posiblemente se opte por un diseño factorial, en el que se omitan algunas de las combinaciones posibles para simplificar su diseño.

Datos

El proyecto se compone de tres diseños de experimentos diferentes, el contenido fenólico, la concentración efectiva al 50% del radical DPPH y la concentración de MDA (TBARS).

Para el presente artículo se desarrollará el diseño de la concentración efectiva al 50% del radical DPPH. Este es un diseño factorial $8 \times 3 \times 2$.

En el cual:

Factores:

- Especies del género de la Bomarea. [=] Factor cualitativo
 - o Niveles= 8
- Concentración de la muestra [=] ppm (partes por millón).
 - o Niveles= 3
- Tiempo [=] min
 - o Niveles= 2

Variable respuesta:

Porcentaje de inhibición del radical DPPH.

Tabla 1. Porcentaje de inhibición del DPPH

		Réplica 1					
		Concentración (ppm)		1000		500	
		Tiempo (min)		5	30	5	30
Planta	Euryantha	61,8743	80,3726	45,6626	61,6173	26,8339	36,8749
	Polyneura	81,4680	92,7018	59,5053	76,2204	46,0422	58,9012
	Antioquensis	83,6555	85,5744	93,8871	94,9382	96,2809	95,9383
	Glausesceus	91,8662	92,6697	87,9457	91,1114	82,5084	89,3073
	Hottoni	43,8222	62,4311	35,6547	51,6480	22,3197	34,7964
	Edulis	16,6212	27,4738	8,6780	15,1931	4,4217	7,9755
	Linifolia	46,6434	70,4474	29,9276	46,0164	16,3377	24,6132
	Hirsuta	45,9123	58,8249	31,8727	42,4212	14,9584	19,7682

		Réplica 2					
		Concentración (ppm)		1000		500	
		Tiempo (min)		5	30	5	30
Planta	Euryantha	71,7264	88,1993	44,1051	58,1081	22,4737	30,6945
	Polyneura	80,1703	91,7110	20,7833	111,1597	45,4988	58,1440
	Antioquensis	102,1728	101,8997	98,4609	99,3546	96,6968	96,4147
	Glausesceus	91,3784	91,9410	88,2916	91,1246	82,5439	89,2547
	Hottoni	44,5333	62,7067	35,8910	52,5883	21,9084	34,8144
	Edulis	15,1375	25,4421	9,0699	15,2902	4,3467	7,9176
	Linifolia	44,4954	68,2369	29,5029	45,8178	16,2378	24,4726
	Hirsuta	58,6754	77,2886	32,2589	43,22161	15,9330	20,2351

RESULTADOS

Análisis de la variable respuesta

- Tablas de incidencia de medias

- Porcentaje vs. Planta:

Aparentemente se observa que la media de la planta *Antioquensis*, presenta mayor porcentaje de captación de radicales libres. Así mismo, la *Euryantha* y la *Hirsuta* presentan mayor variabilidad. Las medias de *Euryantha*, *Hirsuta*, y *linifolia* son aparentemente iguales, ya que sus cajas se traslapan. Ver fig. 1.

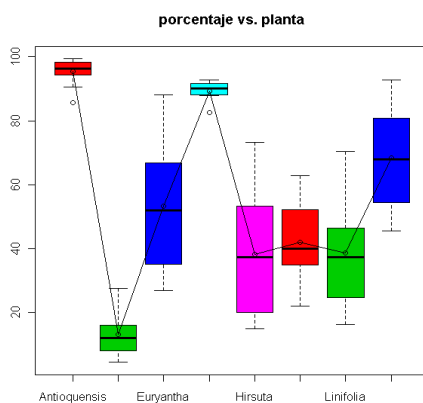


Fig. 1. Porcentaje vs. Planta

- Porcentaje vs. Concentración:

Aparentemente se observa que las tres concentraciones tienen medias iguales, ya que sus cajas se traslapan. Ver fig. 2.

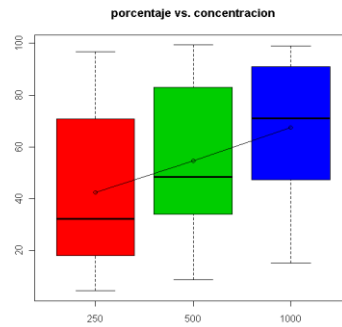


Fig. 2. Porcentaje vs. Concentración

La concentración que presenta mayor variabilidad es 250ppm.

- Porcentaje vs. Tiempo:

Aparentemente se observa que ambos tiempos (5 y 30 min.) tienen medias iguales, ya que sus cajas se traslapan. Ver fig. 3.

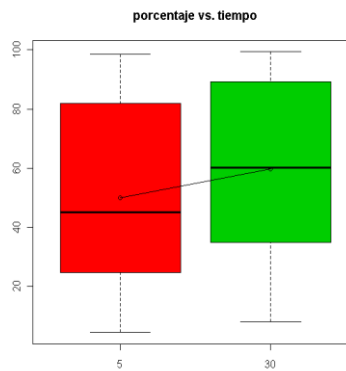


Fig. 3. Porcentaje vs. Tiempo

El tiempo que presenta mayor variabilidad es 5 min.

- Comportamiento de la interacción

- Tiempo: Concentración:

Aparentemente no se presenta interacción entre las medias de los factores planta y concentración, por lo tanto la respuesta media no se afecta, es decir, no es significativa. Ver fig. 4.

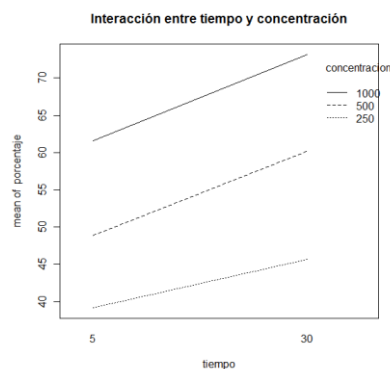


Fig. 4. Interacción tiempo-concentración

Esto se puede ver ya que las diferencias son del mismo signo, lo que indica que las diferencias no cambian mucho de un nivel a otro del factor.

- Planta: Concentración

Aparentemente se presenta interacción entre las medias de los factores planta y concentración, por lo tanto la respuesta media se afecta, es decir, inciden en forma significativa en la variable respuesta. Ver. Fig. 5.

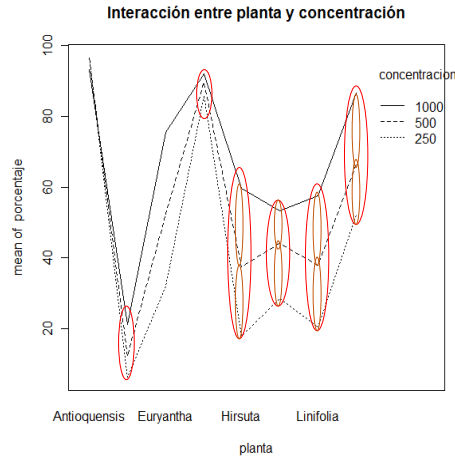


Fig. 5. Interacción planta-concentración

- Planta: Tiempo

Aparentemente se presenta interacción entre las medias de los factores planta y tiempo, por lo tanto la respuesta media se afecta, es decir, inciden en forma significativa en la variable respuesta. Ver fig. 6.

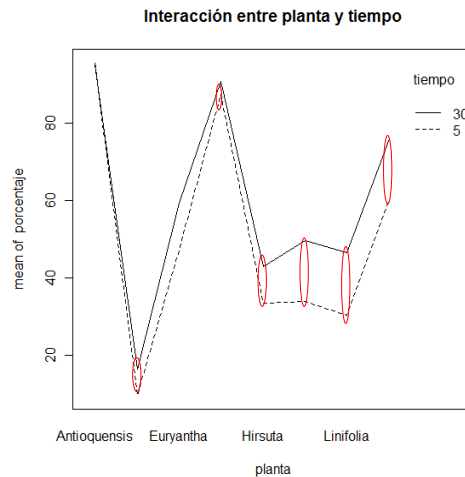


Fig. 6. Interacción planta-tiempo

Planteamiento de hipótesis

- Factores principales
- Planta:

$$H_0: \tau_{Edulis} = \tau_{Hottoni} = \dots = \tau_{Hirsuta} = 0$$

$$H_1: \text{Algún par } \tau_i \neq 0$$

- Tiempo:

$$H_0: \beta_5 = \beta_{30} = 0$$

$$H_1: \text{Algún par } \beta_i \neq 0$$

- Concentración:

$$H_0: \gamma_{1000} = \gamma_{500} = \gamma_{250} = 0$$

$$H_1: \text{Algún par } \gamma_i \neq 0$$

- Interacciones

- Planta:tiempo:

$$H_0: \tau\beta_{Edulis:5} = \dots = \tau\beta_{Hirsuta:30} = 0$$

$$H_1: \text{Algún par } \tau\beta_{ij} \neq 0$$

- Planta:concentración:

$$H_0: \tau\gamma_{Edulis:500} = \dots = \tau\gamma_{Hirsuta:1000} = 0$$

$$H_1: \text{Algún par } \tau\gamma_{ik} \neq 0$$

- Tiempo:concentración:

$$H_0: \beta\gamma_{5:1000} = \dots = \beta\gamma_{30:250} = 0$$

$$H_1: \text{Algún par } \beta\gamma_{jk} \neq 0$$

- Planta:tiempo:concentración

$$H_0: \tau\beta\gamma_{Edulis:5:1000} = \dots = \tau\beta\gamma_{Hirsuta:30:250} = 0$$

$$H_1: \text{Algún par } \tau\beta\gamma_{ijk} \neq 0$$

Tabla ANOVA

Tabla 2. Análisis de varianzas

	Df	Sum Sq	Mean Sq	F value	Pr(>F)
planta	7	65457	9351	525,5316	2.2e-16 ***
concentracion	1	9697	9697.5	5.450.026	2.2e-16 ***
tiempo	1	2310	2309.7	1.298.057	2.2e-16 ***
planta:concentracion	7	4187	598.2	336.170	2.2e-16 ***
planta:tiempo	7	801	114.4	64.293	6.904e-06 ***
Residuals	72	1281	17.8		

- Factores principales:

Es posible observar que el valor P de cada uno de los factores es menor que el nivel de significancia $\alpha=0,05$; por esta razón se rechaza H_0 , indicando significancia de estos factores en la variable respuesta.

- Interacciones:

Se observa que para las interacciones dobles, el valor P es menor que α , rechazando H_0 e indicando significancia de la interacción doble para el porcentaje de inhibición; excepto para la interacción concentración: tiempo, en donde se rechaza H_1 . Para la interacción triple el valor $p=0.082$ es mayor que el nivel de significancia, aceptando H_0 , por lo tanto fue eliminado del modelo.

Modelo de regresión con variable indicadora

X_1 = Planta Antioquensis

X_3 = Planta Glauesceus

X_8 =Concentración

X_9 =Tiempo

- *Planta Antioquensis*

$$\%INH = 9,83 * 10^1 - 1.015 * 10^2 X_1 - 4.389 * 10^3 X_8 - 2.023 * 10^{-2} X_9 + 2.414 * 10^{-2} X_1 X_8 + 2.937 * 10^{-1} X_1 X_9$$

Podemos ver que la planta Antioquensis (X_1) produce una disminución de $1.015*10^{-2}$ sobre el porcentaje de inhibición, de igual forma, la concentración (X_8) produce una disminución en dicho porcentaje de $4.389*10^3$; por el contrario las interacciones Antioquensis-Concentración y Antioquensis-Tiempo producen un aumento en el porcentaje de inhibición de $2.414*10^{-2}$ y $2.937*10^{-1}$ respectivamente.

- *Planta Glauescius*

$$\%DEINH = 9,83 * 10^1 - 1.606 * 10^1 X_3 - 4.389 * 10^3 X_8 - 2.023 * 10^{-2} X_9 + 1.199 * 10^{-2} X_3 X_8 + 1.594 * 10^{-1} X_3 X_9$$

Podemos ver que la planta Glauescius (X_3) produce una disminución de $1.606*10^1$ sobre el porcentaje de inhibición, de igual forma, la concentración (X_8) produce una disminución en dicho porcentaje de $4.389*10^3$; por el contrario las interacciones Glauescius-Concentración y Glauescius-Tiempo producen un aumento en el porcentaje de inhibición de $1.199*10^{-2}$ y $1.594*10^{-1}$ respectivamente.

Análisis de adecuación del modelo

- Prueba de Bartlett

$$H_0: \sigma_i^2 = \sigma_j^2 \text{ vs. } H_1: \text{al menos un par } \sigma_i^2 \neq \sigma_j^2$$

Bartlett: Bartlett's K-squared = 3.4157, df = 1, p-value = 0.06458

Los residuales presentan varianza constante ya que el valor P es mayor que el nivel de significancia $\alpha=0.05$, por esta razón se acepta H_0 .

Gráficamente se puede corroborar esta información.

Los residuales no presentan un comportamiento de embudo, por esta razón se dice que aparentemente, los residuales tienen varianza constante. Ver fig. 7.

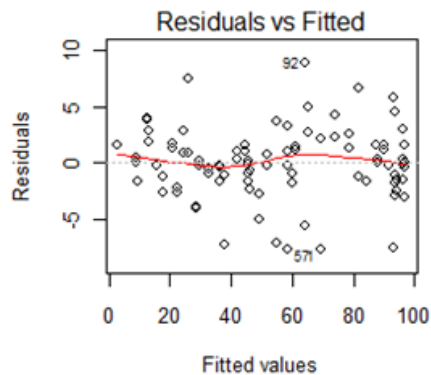


Fig. 7. Variabilidad de los residuales

- Prueba de Shapiro

$$H_0: \text{los residuales son normales} \text{ vs. } H_1: \text{los residuales no son normales}$$

Shapiro-Wilks: $W = 0.982$, p-value = 0.2124

Los residuales tienen un comportamiento normal, ya que el valor P de la prueba de Shapiro es mayor que el nivel de significancia, y por esta razón se acepta H_0 .

Ver fig. 8 para corroborar esta información.

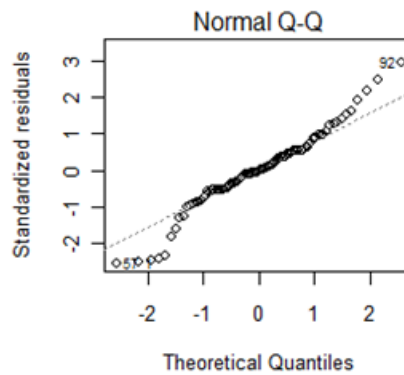


Fig. 8. Normalidad de los residuales

Los residuales se encuentran en su mayoría en el intervalo $[-2,2]$ y sobre la línea recta, por esto, aparentemente los residuales son normales.

- Prueba de Durbin Watson

$$H_0: \rho = 0 \quad vs. \quad H_1: \rho \neq 0$$

Tabla 3. Prueba de Durbin-Watson

lag	Autocorrelation	D-W Statistic	p-value
1	0.01050668	1.906966	0.306

Como el valor P es mayor que $2\alpha=0.1$, se acepta H_0 ; lo que implica que no hay correlación entre los residuales.

Pruebas de diferencia de medias

- Factor planta

La planta que presenta una mayor captación de radicales libres es *Antioquensis*, seguida de *Glausesceus*, ya que éstas tienen una diferencia de medias mayor a las demás plantas; tal como se vio en los gráficos anteriores. Ver fig. 9.

	diff	lwr	upr	p adj
Hirsuta-Edulis	25.1502490	20.411070	29.889428	0.0000000
Linifolia-Edulis	25.4318167	20.692638	30.170995	0.0000000
Hottoni-Edulis	28.7955750	24.056396	33.534754	0.0000000
Euryantha-Edulis	40.1646167	35.425438	44.903795	0.0000000
Polyneura-Edulis	55.1448917	50.405713	59.884070	0.0000000
Glauesceus-Edulis	76.0313000	71.292121	80.770479	0.0000000
Antioquensis-Edulis	82.3088833	77.569705	87.048062	0.0000000
Linifolia-Hirsuta	0.2815677	-4.457611	5.020746	0.9999996
Hottoni-Hirsuta	3.6453260	-1.093853	8.384505	0.2543336
Euryantha-Hirsuta	15.0143677	10.275189	19.753546	0.0000000
Polyneura-Hirsuta	29.9946427	25.255464	34.733821	0.0000000
Glauesceus-Hirsuta	50.8810510	46.141872	55.620230	0.0000000
Antioquensis-Hirsuta	57.1586344	52.419456	61.897813	0.0000000
Hottoni-Linifolia	3.3637583	-1.375420	8.102937	0.3517572
Euryantha-Linifolia	14.7328000	9.993621	19.471979	0.0000000
Polyneura-Linifolia	29.7130750	24.973896	34.452254	0.0000000
Glauesceus-Linifolia	50.5994833	45.860305	55.338662	0.0000000
Antioquensis-Linifolia	56.8770667	52.137888	61.616245	0.0000000
Euryantha-Hottoni	11.3690417	6.629863	16.108220	0.0000000
Polyneura-Hottoni	26.3493167	21.610138	31.088495	0.0000000
Glauesceus-Hottoni	47.2357250	42.496546	51.974904	0.0000000
Antioquensis-Hottoni	53.5133083	48.774130	58.252487	0.0000000
Polyneura-Euryantha	14.9802750	10.241096	19.719454	0.0000000
Glauesceus-Euryantha	35.8666833	31.127505	40.605862	0.0000000
Antioquensis-Euryantha	42.1442667	37.405088	46.883445	0.0000000
Glauesceus-Polyneura	20.8864083	16.147230	25.625587	0.0000000
Antioquensis-Polyneura	27.1639917	22.424813	31.903170	0.0000000
Antioquensis-Glauesceus	6.2775833	1.538405	11.016762	0.0024067

Fig. 9. Diferencia de medias del factor planta.

- Factor concentración

Podemos observar que la concentración ideal para realizar el experimento es 1000, ppm. Ver fig. 10.

```
$`as.factor(concentracion)`
      diff      lwr      upr p adj
500-250 12.12074  9.898375 14.34310    0
1000-250 24.98778 22.765419 27.21014    0
1000-500 12.86704 10.644682 15.08941    0
```

Fig.10. Diferencia de medias para el factor concentración.

- Factor tiempo

Podemos observar que el tiempo ideal para realizar el experimento es 30 minutos. Ver fig. 11.

```
$`as.factor(tiempo)`
      diff      lwr      upr p adj
30-5 9.810055 8.299283 11.32083    0
```

Fig. 11. Diferencia de medias para el factor tiempo.

- Interacción Planta:concentración

Aparentemente se observa que la concentración para Antioquensis es indiferente, ya que todas son iguales, además se recomienda a Glauesceus con una concentración de 250 ppm. Ver fig. 12.

Antioquensis:250-Hirsuta:1000	36.6573750	26.7029774	46.61177
Antioquensis:500-Hirsuta:1000	36.9849000	27.0305024	46.93930
Euryantha:1000-Polyneura:500	9.3759750	-0.5784226	19.33037
Glausesceus:250-Polyneura:500	19.7364000	9.7820024	29.69080
Polyneura:1000-Polyneura:500	20.3456000	10.3912024	30.30000
Glausesceus:500-Polyneura:500	23.4511500	13.4967524	33.40555
Glausesceus:1000-Polyneura:500	25.7966500	15.8422524	35.75105
Antioquensis:1000-Polyneura:500	27.1584250	17.2040274	37.11282
Antioquensis:250-Polyneura:500	30.1655000	20.2111024	40.11990
Antioquensis:500-Polyneura:500	30.4930250	20.5386274	40.44742
Glausesceus:250-Euryantha:1000	10.3604250	0.4060274	20.31482
Polyneura:1000-Euryantha:1000	10.9696250	1.0152274	20.92402
Glausesceus:500-Euryantha:1000	14.0751750	4.1207774	24.02957
Glausesceus:1000-Euryantha:1000	16.4206750	6.4662774	26.37507
Antioquensis:1000-Euryantha:1000	17.7824500	7.8280524	27.73685
Antioquensis:250-Euryantha:1000	20.7895250	10.8351274	30.74392
Antioquensis:500-Euryantha:1000	21.1170500	11.1626524	31.07145
Polyneura:1000-Glausesceus:250	0.6092000	-9.3451976	10.56360
Glausesceus:500-Glausesceus:250	3.7147500	-6.2396476	13.66915
Glausesceus:1000-Glausesceus:250	6.0602500	-3.8941476	16.01465
Antioquensis:1000-Glausesceus:250	7.4220250	-2.5323726	17.37642
Antioquensis:250-Glausesceus:250	10.4291000	0.4747024	20.38350
Antioquensis:500-Glausesceus:250	10.7566250	0.8022274	20.71102
Glausesceus:500-Polyneura:1000	3.1055500	-6.8488476	13.05995
Glausesceus:1000-Polyneura:1000	5.4510500	-4.5033476	15.40545
Antioquensis:1000-Polyneura:1000	6.8128250	-3.1415726	16.76722
Antioquensis:250-Polyneura:1000	9.8199000	-0.1344976	19.77430
Antioquensis:500-Polyneura:1000	10.1474250	0.1930274	20.10182
Glausesceus:1000-Glausesceus:500	2.3455000	-7.6088976	12.29990
Antioquensis:1000-Glausesceus:500	3.7072750	-6.2471226	13.66167
Antioquensis:250-Glausesceus:500	6.7143500	-3.2400476	16.66875
Antioquensis:500-Glausesceus:500	7.0418750	-2.9125226	16.99627
Antioquensis:1000-Glausesceus:1000	1.3617750	-8.5926226	11.31617
Antioquensis:250-Glausesceus:1000	4.3688500	-5.5855476	14.32325
Antioquensis:500-Glausesceus:1000	4.6963750	-5.2580226	14.65077
Antioquensis:250-Antioquensis:1000	3.0070750	-6.9473226	12.96147
Antioquensis:500-Antioquensis:1000	3.3346000	-6.6197976	13.28900
Antioquensis:500-Antioquensis:250	0.3275250	-9.6268726	10.28192

Fig. 12. Diferencia de medias para la interacción Planta: concentración.

- Interacción Planta:tiempo

Aparentemente se observa que la interacción más recomendada es Antioquensis con tiempo 5 ó 30 min, y Glausesceus con tiempos 30 ó 5 min. Ver fig. 13.

Euryantha:30-Euryantha:5	12.0317833	4.4051870	19.658380	0.0000481
Polyneura:5-Euryantha:5	13.2986500	5.6720537	20.925246	0.0000049
Polyneura:30-Euryantha:5	28.6936833	21.0670870	36.320280	0.0000000
Glausesceus:5-Euryantha:5	40.1430333	32.5164370	47.769630	0.0000000
Glausesceus:30-Euryantha:5	43.6221167	35.9955203	51.248713	0.0000000
Antioquensis:30-Euryantha:5	47.9073167	40.2807203	55.533913	0.0000000
Antioquensis:5-Euryantha:5	48.4130000	40.7864037	56.039596	0.0000000
Euryantha:30-Hottoni:30	9.4803000	1.8537037	17.106896	0.0035305
Polyneura:5-Hottoni:30	10.7471667	3.1205703	18.373763	0.0004480
Polyneura:30-Hottoni:30	26.1422000	18.5156037	33.768796	0.0000000
Glausesceus:5-Hottoni:30	37.5915500	29.9649537	45.218146	0.0000000
Glausesceus:30-Hottoni:30	41.0706333	33.4440370	48.697230	0.0000000
Antioquensis:30-Hottoni:30	45.3558333	37.7292370	52.982430	0.0000000
Antioquensis:5-Hottoni:30	45.8615167	38.2349203	53.488113	0.0000000
Polyneura:5-Euryantha:30	1.2668667	-6.3597297	8.893463	0.9999997
Polyneura:30-Euryantha:30	16.6619000	9.0353037	24.288496	0.0000000
Glausesceus:5-Euryantha:30	28.1112500	20.4846537	35.737846	0.0000000
Glausesceus:30-Euryantha:30	31.5903333	23.9637370	39.216930	0.0000000
Antioquensis:30-Euryantha:30	35.8755333	28.2489370	43.502130	0.0000000
Antioquensis:5-Euryantha:30	36.3812167	28.7546203	44.007813	0.0000000
Polyneura:30-Polyneura:5	15.3950333	7.7684370	23.021630	0.0000001
Glausesceus:5-Polyneura:5	26.8443833	19.2177870	34.470980	0.0000000
Glausesceus:30-Polyneura:5	30.3234667	22.6968703	37.950063	0.0000000
Antioquensis:30-Polyneura:5	34.6086667	26.9820703	42.235263	0.0000000
Antioquensis:5-Polyneura:5	35.1143500	27.4877537	42.740946	0.0000000
Glausesceus:5-Polyneura:30	11.4493500	3.8227537	19.075946	0.0001342
Glausesceus:30-Polyneura:30	14.9284333	7.3018370	22.555030	0.0000002
Antioquensis:30-Polyneura:30	19.2136333	11.5870370	26.840230	0.0000000
Antioquensis:5-Polyneura:30	19.7193167	12.0927203	27.345913	0.0000000
Glausesceus:30-Glausesceus:5	3.4790833	-4.1475130	11.105680	0.9571775
Antioquensis:30-Glausesceus:5	7.7642833	0.1376870	15.390880	0.0418813
Antioquensis:5-Glausesceus:5	8.2699667	0.6433703	15.896563	0.0212000
Antioquensis:30-Glausesceus:30	4.2852000	-3.3413963	11.911796	0.8142839
Antioquensis:5-Glausesceus:30	4.7908833	-2.8357130	12.417480	0.6667335
Antioquensis:5-Antioquensis:30	0.5056833	-7.1209130	8.132280	1.0000000

Fig. 13. Diferencia de medias para la interacción Planta: tiempo.

Análisis de los efectos e intervalos de confianza.

- Interpretación efectos principales

Las plantas *Antioquensis* y *Glausesceus* tienen un efecto positivo sobre la variable respuesta, es decir aumentan el porcentaje de inhibición del radical DPPH.

De los efectos concentración y tiempo no se puede concluir nada, ya que cada planta reacciona diferente con un tiempo y concentración específicos, es decir con un tiempo de 5 min o 30 min. Ver fig.14.

```
Tables of effects

as.factor(planta)
as.factor(planta)
Antioquensis    Edulis    Euryantha    Glausesceus    Hirsuta
      40.68      -41.63      -1.46        34.40      -16.48
      Hottoni    Linifolia    Polyneura
      -12.83      -16.20        13.52

as.factor(concentracion)
as.factor(concentracion)
      250      500      1000
-12.370 -0.249 12.618

as.factor(tiempo)
as.factor(tiempo)
      5      30
-4.905 4.905
```

Fig. 14. Efectos de los factores principales planta, concentración y tiempo.

- Interpretación de las interacciones

A partir de las tablas 4, 5, 6 y 7, se recomiendan las plantas *Antioquensis* y *Glausesceus* con una concentración de 250 ppm. Y un tiempo de 5 min. Ya que estos producen un efecto positivo sobre la variable respuesta. Ver fig. 15. y fig. 16.

```

as.factor(planta):as.factor(concentracion)
as.factor(concentracion)
as.factor(planta) 250    500    1000
Antioquensis    13.263    1.469 -14.732
Edulis           5.404    -0.824  -4.580
Euryantha       -8.956    -0.673   9.630
Glausesceus      9.111     0.705  -9.816
Hirsuta         -8.188    -0.588   8.776
Hottoni         -1.097     2.268  -1.171
Linifolia       -5.778    -0.497   6.275
Polyneura       -3.759    -1.860   5.619

as.factor(planta):as.factor(tiempo)
as.factor(tiempo)
as.factor(planta) 5    30
Antioquensis      5.158 -5.158
Edulis            1.487 -1.487
Euryantha         -1.111  1.111
Glausesceus       3.165 -3.165
Hirsuta           0.226 -0.226
Hottoni          -3.000  3.000
Linifolia         -3.133  3.133
Polyneura        -2.792  2.792

```

Fig. 15. Efectos de las interacciones planta-concentración y planta-tiempo.

- Intervalos de confianza para las interacciones

Interacción Planta: concentración

- Antioquensis

Tabla 4. Intervalos de confianza para Antioquensis: concentración.

concentración	low	up
250	11.238	15.287
500	-0,55	3,493

- Glausesceus

Tabla 5. Intervalos de confianza para Glausesceus: concentración.

concentración	low	up
250	7,0869	11,13
500	-1,319	2,729

De acuerdo a las tablas 4 y 5, las concentraciones a 500 ppm. Para ambas plantas tienen un efecto nulo, por lo tanto se recomienda Antioquensis y glausesceus con una concentración de 250 ppm.

Interacción Planta: tiempo

Tabla 6. Intervalos de confianza para Antioquensis: tiempo.

tiempo	low	up
5	3,13	7,182
30	-7,18	-3,1339

Tabla 7. Intervalos de confianza para Glausesceus: tiempo.

tiempo	low	up
5	1,14	5,189
30	-5,189	-1,141

De acuerdo a las tablas 7 y 8, ambos tiempos tiene efecto sobre la variable respuesta, por lo tanto se recomienda el tiempo de 5 min, ya que este es el menor y tiene un efecto positivo sobre el porcentaje de inhibición.

Cálculo de la potencia

Según los resultados del software R:

```
Groups = 24
n = 4
between.var = 866.73
within.var = 17.8
sig.level = 0.05
Power = 1
```

Se puede decir que el modelo es muy eficiente, con una potencia del 100%.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los datos presentados en este estudio, demostraron que todas las especies de la familia Bomarea evaluadas poseen propiedades antioxidantes, unas en mayores proporciones que otras; por ejemplo la Antioquensis es la que mayor porcentaje de inhibición presenta (85%-99%), lo cual serviría de soporte para realizar investigaciones que permitan crear medicamentos que eviten enfermedades como el cáncer, problemas cardiovasculares, arteriosclerosis, entre otras enfermedades.

Para obtener beneficios al utilizar la planta Antioquensis en investigaciones que permitan encontrar medicamentos o sustancias genéricas que eviten diferentes enfermedades, se recomienda trabajar con los extractos de dicha planta a una concentración de 500ppm y con un tiempo de reacción de 30 minutos.

Según el método de descoloramiento del radical DPPH, utilizado para medir la concentración del CE50 (concentración efectiva al 50%), podemos decir que las plantas con el mayor porcentaje de inhibición del radical DPPH fueron en su orden, Antioquensis, Glausesceus y Polyneura.

REFERENCIAS

Entrevista con Gabriel Jaime Arango Acosta, PhD, profesor de Química Farmacéutica de la Universidad de Antioquia, 14 de abril de 2010.

Entrevista de asesoría con Marisol Valencia Cárdenas, Ingeniera Industrial, Ms(c) en estadística, docente de Análisis y diseños de experimentos de la Universidad Pontificia Bolivariana de Medellín, 18 de abril de 2010.

Anónimo. Importancia de los antioxidantes. <Disponible en: www.biblioteca.uson.mx/digital/tesis/docs/18854/Capitulo1.pdf> [Consulta: 13 Abr. 2010].

Anónimo. Thiobarbituric Acid Reactive Substances. <Disponible en: www.genprice.com/tbars.htm> [Consulta: 13 Abr. 2010].

Betancourt Rodríguez, Juana Rosa; Rivero Rosales, Argemiro. Evaluación de la actividad antioxidante de polifenoles de algas marinas. *Facultad de Ciencias del Mar (Universidad de Las Palmas de Gran Canaria). Edificio Ciencias.10:1*. <Disponible en: http://old.iupac.org/publications/cd/medicinal_chemistry/Practica-VI-3.pdf> [Consulta: 13 abr. 2010]

Entrevista con Julián Alberto Londoño Londoño, profesor de Química farmacéutica de la Universidad de Antioquia, 10 de abril de 2010.

Garbiso, Claudia; Estrada, Javier. Sinopsis taxonómica de Bomarea Mirb. Subgénero Bomarea. Abril 01, 2001.

Sede de Investigación Universitaria. Medellín, 2006. <Disponible en: <http://siu.udea.edu.co>> [consulta: 13 Abr. 2010]

Vásquez Cardeno, Ángela; et al. ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y CONTENIDO TOTAL DE FENOLES DE LOS EXTRACTOS ETANÓLICOS DE *Salvia aratocensis*, *Salvia Sochensis*, *Bidens reptans* y *Montanoa ovalifolia*. 2007. <Disponible en: <http://www.utp.edu.co/php/revistas/ScientiaEtTechnica/docsFTP/162533205-207.pdf>> [Consulta: 13 Abr. 2010]

ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTACT CENTER

Pizarro Vásquez Isabel Cristina

Docente: Juan Carlos Botero

Área: Gestión

RESUMEN

La importancia de que un país se adapte rápidamente a los cambios en todo nivel, permite que sea competitivo y que esté a la vanguardia en los aspectos necesarios para llevar su economía al nivel esperado.

Poco a poco, los Contact Center se han ido convirtiendo en una herramienta estratégica de las compañías, grandes y pequeñas, para estrechar sus vínculos con sus clientes y crecer en el mercado. Por eso, en este sentido el concepto del servicio de atención por teléfono o multicanal, ha evolucionado del cielo a la tierra durante los últimos años. Ahora ofrecen servicio al cliente, recordaciones de pago, recepción de pedidos y solicitudes, cobranza de cartera, asignación de citas, encuestas de opinión, asignación de reservas, actualización de bases de datos, fidelización de clientes, reservas, renovación de suscripciones y venta de productos y servicios, entre otros.

INTRODUCCIÓN

Actualmente las compañías deben responder a una serie de procesos que se inician a partir de diferentes tipos de solicitudes de servicio realizadas por sus clientes, las cuales requieren ser debidamente asignadas para su atención y su correspondiente seguimiento hasta ser solucionadas. Aprender a escuchar y entender a los clientes, así como tener una apropiada capacidad de respuesta, son factores que le permiten a las empresas mejorar sus procesos corporativos y generar una mayor competitividad.

En la búsqueda de las empresas para brindar un mejor servicio al cliente y establecer una relación más estrecha con él y obtener, como resultado de ello, beneficios económicos y una ventaja sostenible en el mercado, han encontrado en el Contact Center, una herramienta con la capacidad de interactuar con los clientes sin importar el canal de comunicación y con la capacidad de establecer estrategias ideales antes, durante y después de la venta de un producto o servicio. Es por esto, que las comunicaciones se han convertido en una parte fundamental del éxito de las empresas, tanto por la administración de las relaciones con los clientes como por las interacciones que se requieren mantener entre socios de negocios, proveedores y oficinas corporativas.

PROBLEMÁTICA

Hoy en día, el cliente no procura únicamente productos y servicios, sino que pretende tener una experiencia integral positiva cuando entra en contacto con las empresas proveedoras, y desafortunadamente, muy pocas empresas tienen un programa planificado de comunicaciones con sus clientes, dejando un vacío en la relación ya que pone en las manos de los clientes la iniciativa de la comunicación y solo se tienden a comunicarse cuando existe un problema. El resultado es que, usualmente, la comunicación empresa – cliente se produce en una atmósfera negativa, poco favorable para el desarrollo de una relación a largo plazo.

El servicio al cliente forma parte de la imagen de marca de una empresa, no es un añadido. Es, por el contrario, uno de los factores que puede tener un mayor impacto positivo o negativo en los consumidores y usuarios, y en la percepción que éstos se hacen de un producto o servicio. En muchas empresas, ésta es una de las deficiencias más notorias e irritantes que puede destruir lo logrado con el dinero y esfuerzos invertidos en crear una marca de primera.

Por lo anterior, debemos tomar el Contact Center lo como una herramienta básica de servicio, de la misma forma que no concebimos una empresa sin teléfono, sin fax, sin correo, entre otros, no deberíamos pensar en una empresa sin Contact Center.

A través de los diferentes multicanales se gestiona una parte muy importante de las comunicaciones de cualquier negocio, además, se debe tener en cuenta que si la operación a realizar es importante, delicada o problemática casi con total seguridad se va a realizar mediante teléfono o vía mail.

JUSTIFICACIÓN Y BENEFICIOS

La formulación del Proyecto, constituye un objeto de estudio bastante amplio y sumamente complejo, que requiere de un enfoque multivariado e interdisciplinario; cuyo propósito es el resolver un problema o necesidad, o aprovechar una oportunidad cuyos efectos beneficiarán a un grupo de ciudadanos o a una comunidad.

En la actualidad la formulación y evaluación de proyectos es una herramienta muy útil cuando se pretende conocer el funcionamiento potencial que tendrá un producto o empresa en el mercado escogido. Para tal fin, la formulación y evaluación de proyectos tiene varias etapas que permiten hacer un análisis en diferentes aspectos.

Dentro de este proceso de formulación se debe considerar en primer lugar las etapas que conforman un proyecto, ya que estas constituyen un orden cronológico de desarrollo del proyecto en las cuales se avanza sobre la formulación y evaluación del mismo. Y en segundo lugar, los documentos proyectados que brindarán la información básica que se necesita para que el proyecto pueda ser evaluado, proveniente de la estimación de los principales estados financieros.

Los proyectos nacen, se evalúan y eventualmente se realizan en la medida que respondan a una necesidad humana. Así, el proyecto se puede entender como el elemento básico de la implementación de políticas de desarrollo, contribuyendo a un objetivo global de desarrollo, logrando los propósitos y objetivos generales.

La realización del presente estudio es de gran importancia, debido a que aporta elementos fundamentales para el análisis del mercado de los Contact Center, ya que los clientes están pidiendo cada vez más, contar con la posibilidad de acceder a toda la información que necesitan sobre sus servicios o sobre los productos que ofrece una empresa, en cualquier momento y desde cualquier lugar, a través de múltiples medios como: Telefonía, Internet, Fax, E-mail.

La industria del Contact Center, como canal de contacto entre las marcas y sus usuarios, sigue en permanente evolución, ya que esta vía de comunicación posee un doble valor: es una herramienta para satisfacer eficazmente las inquietudes pre y post venta de los clientes, al menor costo posible, y a su vez, da la posibilidad de recoger información relevante para la compañía.

MARCO TEÓRICO

DEFINICIÓN DE CONTACT CENTER

Los ejes de una solución de Contact Center o de centro de atención e interacción con el cliente, son las infraestructuras tecnológicas que posibilitan el contacto real o virtual, el diseño de los servicios que se van a ofrecer a través de cada uno de los posibles canales de comunicación (Teléfono, Internet, fax, correo electrónico etc.), y el diseño y la gestión de los procesos de relación e interacción con los clientes.

El desarrollo de la atención al cliente se ha convertido en una de las estrategias fundamentales para las empresas. En este ámbito el Contact Center ha pasado a ser una de las piezas claves en el conjunto de las gestiones de calidad de los servicios y la satisfacción de los clientes. Esta área es básicamente un centro generador de valor para las compañías.

OBJETIVOS DEL CONTACT CENTER

Los objetivos de un Contact Center se pueden resumir en los siguientes puntos importantes para cualquier empresa:

- Proteger e incrementar el mercado de las empresas, manteniendo contentos a sus antiguos clientes y consiguiendo clientes nuevos.
- Encontrar nuevas fuentes de ingresos, al proveer nuevos productos y servicios al menor tiempo y al mínimo costo.
- Crear una nueva y mejor forma de desarrollar el negocio de la empresa, pensando siempre en incrementar la satisfacción de los clientes.
- Incrementar la eficiencia y productividad para el manejo de los servicios entrantes y salientes de la empresa, de forma que se reduzcan los tiempos de atención de clientes.
- Satisfacción de cada uno de los usuarios para asegurar la lealtad de este.
- Reducir la duración de la llamada, disminuyendo los costos de operación del centro de llamadas.
- Aumentar la habilidad para atender a un usuario, por medio de capacitaciones, para reducir la necesidad de aumentar el número de personal.

QUE ES UN ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

No existe una forma fácil de determinar si un producto o servicio tendrá éxito. No hay solución mágica. Hay muchos factores que inciden en el éxito o fracaso de un negocio. Existen algunos elementos que son claves y es necesario tomarlos en cuenta para que la empresa funcione y sea rentable. El Estudio de Factibilidad sirve para recopilar datos relevantes sobre el desarrollo de un proyecto y en base a ello tomar la mejor decisión, si procede su estudio, desarrollo o implementación.

Del estudio de factibilidad se puede esperar, o abandonar el proyecto por no encontrarlo suficientemente viable, conveniente u oportuno; o mejorarlo, elaborando un diseño definitivo, teniendo en cuenta las sugerencias y modificaciones que surgirán de los analistas representantes de las alternas fuentes de financiación.

En consecuencia, los objetivos de cualquier estudio de factibilidad se pueden resumir en los siguientes términos:

- Verificación de la existencia de un mercado potencial o de una necesidad no satisfecha.
- Demostración de la viabilidad técnica y la disponibilidad de los recursos humanos, materiales, administrativos y financieros.
- Corroboración de las ventajas desde el punto de vista financiero, económico, social o ambiental de asignar recursos hacia la producción de un bien o la prestación de un servicio.

MODULOS QUE DEBE CONTENER UN ESTUDIO DE FACTIBILIDAD

Resumen ejecutivo

Es un breve análisis de los aspectos más importantes del proyecto. Debe describir en pocas palabras el servicio, el mercado, la empresa, los factores de éxito del proyecto, los resultados esperados, las necesidades de financiamiento y las conclusiones generales.

Si bien se ubica al comienzo del documento, es conveniente realizarlo al final, luego de haber analizado todos los puntos del proyecto. Su extensión es clave: no más de dos páginas, preferiblemente solo una, de esta forma abordará rápidamente el tema.

Investigación de Mercados

La investigación de mercados es el diseño, obtención, análisis y comunicación sistemáticos de los datos y resultados pertinentes para una situación específica de marketing que afronta la compañía. Prácticamente todas las decisiones de marketing deben estar acompañadas de estudios y recopilación de información

A la investigación de mercado hay que entenderla como un conjunto de hipótesis y tesis, que se relacionan con el conocimiento del problema que se estudia. El método de investigación ha de realizarse teniendo como finalidad estudiar, analizar y conocer el mercado y sus componentes.

La investigación puede dirigirse al estudio de los precios, marcas, empaques etc., pero es necesario realizar un análisis global de las diversas situaciones que puedan presentarse y ver cuáles son los problemas principales que deben atacarse.

A continuación se mostrarán los temas que deberá contener el estudio de factibilidad en este módulo:

- **Análisis del sector:** es el diagnóstico de la estructura actual del mercado nacional, desarrollo tecnológico e industrial del sector, importaciones y exportaciones del servicio a nivel nacional, especialmente en el posible mercado objetivo.
- **Análisis del mercado:** mercado objetivo, justificación del mercado objetivo, estimación del mercado potencial, estimación del segmento o nicho de mercado.
- **Análisis del Cliente:** perfil del cliente, localización del segmento, elementos que influyen en la compra, aceptación del servicio, factores que pueden afectar el consumo y tendencias del consumo.
- **Análisis de la competencia:** identificación de principales participantes y competidores potenciales, análisis de competidores, relación de agremiaciones existentes, costo del servicio que se presta, análisis de precios de venta del servicio y de la competencia.
- **Marketing Mix**
- **Estrategias de Producto:** marca, ciclo de vida, presupuesto
- **Estrategias Precio:** análisis competitivo de precios, punto de equilibrio, condiciones de pago.
- **Estrategias Promoción y Publicidad:** promoción dirigida a clientes y canales, manejo de clientes especiales, selección de medios masivos, tácticas relacionadas con comunicaciones.
- **Estrategias de Distribución:** alternativas de penetración, alternativas de comercialización, estrategias de venta.
- **Marco Estratégico de Mercadeo:** ajustes y evaluación comparativa del análisis DOFA.

Estudio Técnico

El objetivo del estudio técnico consiste en analizar y proponer diferentes alternativas de proyecto para producir el bien que se desea, verificando la factibilidad técnica de cada una de las alternativas. A partir del mismo se determinarán los costos de inversión requeridos, y los costos de operación que intervienen en el flujo de caja que se realiza en el estudio económico-financiero. Este incluye: tamaño del proyecto, localización e Ingeniería del proyecto.

- **Tamaño del proyecto:** la capacidad de un proyecto puede referirse a la capacidad teórica de diseño, a su capacidad de producción normal o a su capacidad máxima.
- **Localización:** Con el estudio de microlocalización se seleccionará la ubicación más conveniente para el proyecto, buscando la minimización de los costos y el mayor nivel de beneficios.

- Ingeniería del proyecto: El estudio de factibilidad se basará en la documentación técnica del proyecto elaborado a nivel de Ingeniería Básica, equivalente al proyecto técnico. A su vez se determinará el costo de la tecnología y del equipamiento necesario sobre la base de la capacidad de la planta y de las obras a realizar.

Estudio Administrativo

Comprende los siguientes tres (3) aspectos:

- Estructura de la organización: se diseña la estructura organizacional con la cual se llevará la operación del proyecto. La misma debe ser diseñada sobre la base de las necesidades que la empresa tiene.
- Recurso Humano: se especifica el personal requerido para la operación normal de proyecto, cargos a desempeñar, niveles, remuneración, entre otros.
- Cronograma de trabajo: se especifica un plan de trabajo para la ejecución del proyecto, es decir se planifica las acciones a seguir en forma secuencial y ordenada, distinguiendo tiempo y costo.

Estructura Legal

Incluir el aspecto legal de la empresa nombrando su razón y objeto social, los permisos que requiere y los diferentes trámites de constitución.

Estudio Financiero

El estudio financiero comprende la inversión del proyecto, la proyección de los ingresos y de los gastos. Se realizará los estados financieros proyectados con los supuestos desarrollados.

Evaluación Financiera

En esta etapa se analizarán los criterios de evaluación financiera para determinar la viabilidad administrativa, comercial, financiera y técnica del proyecto. Es importante incorporar las consideraciones finales que permitan al evaluador del proyecto conocer las fortalezas y debilidades del estudio realizado

Conclusiones

Efectuar una evaluación final del transcurso del proyecto, efectuando un balance de los resultados obtenidos. Revisar las expectativas del negocio, indicar las razones por la que es viable y exitoso, incluir la motivación y las razones personales que tiene para consolidar el proyecto.

Se debe considerar las siguientes categorías:

- Escenarios proyectados: establecer las desviaciones respecto del proyecto inicial, por qué se produjeron y cómo incidieron en el resultado final
- Programación: medir la eficiencia de las decisiones tomadas a la largo del proyecto, y de qué manera modificaron el proyecto
- Objetivos: revisar metas y evaluar logros alcanzados.

OBJETIVOS

Objetivo general

- Realizar un estudio de factibilidad para la implementación de una empresa de servicios, más específicamente un Centro de Contacto o Contact Center, evaluando aspectos comerciales, de mercado y financieros, enfocado en atender el sector Turismo.

Objetivos específicos

- Enumerar el portafolio de servicios que se derivan en general de los Contact Center.
- Realizar un estudio de la demanda que un Contact Center puede tener en el medio, y a raíz de eso determinar un mercado potencial para proyectar las posibles ventas que se realizarán en el Centro de Contacto.
- Realizar un dimensionamiento de los recursos físicos, humanos y técnicos requeridos para la operación de un Contact Center y asociar los costos a estos elementos.
- Realizar un estudio administrativo para establecer las normas legales necesarias en el momento de la constitución del negocio.
- Determinar la viabilidad del proyecto, analizando la situación financiera de este.

ALCANCE

El estudio de factibilidad se desarrollará a partir de la exploración de los diferentes tópicos que se deben considerar cuando existe una posibilidad de negocio, en este caso la implementación de un Contact Center, mediante investigaciones realizadas en el medio sobre el mercado potencial.

Se realizará una investigación de campo profunda en la cual se utilizarán importantes herramientas de la ingeniería industrial, como es el análisis de mercado, la optimización de recursos mediante el estudio de colas, el diseño de infraestructuras óptimas para el funcionamiento de este tipo de negocios, además de la evaluación financiera del proyecto para determinar los ingresos y egresos del proyecto que tendría la empresa, con los cuales se determina la tasa interna de retorno y la viabilidad real del proyecto.

METODOLOGÍA

La metodología para este Estudio de Factibilidad se encuentra adaptada a los requerimientos y necesidades del proyecto. El esquema contiene los siguientes puntos principales: Idea, identificación y levantamiento de información, preparación y elaboración del proyecto.

Para llevar a cabo el estudio de factibilidad, es necesario realizar lo siguiente:

1. Realizar una investigación de Mercados, en donde se revisarán fuentes de información secundaria como datos estadísticos, estudios de mercados realizados en otras localidades, así como toda la información que pueda otorgar cada una de las empresas de Contact Center. La investigación de Mercados constará de los siguientes aspectos:
 - Definir el producto, en este caso el Contact Center a nivel general, realizando un análisis de la situación actual frente al tema y posteriormente mencionar los beneficios de este.
 - Determinar puntualmente la zona en la que el Contact Center atenderá sus servicios.
 - Analizar el sector de los Contact Center en Colombia.
 - Analizar el sector, realizando un diagnóstico que contemple la estructura del Contact Center en términos de crecimiento, empleo, participación en el PIB, tendencias económicas, sociales y culturales, principales empresas en Colombia proveedores de servicios de Contact Center.
 - Analizar la composición del mercado en relación con la competencia, identificando sus productos y servicios, y precios.
2. Realizar un estudio técnico, y para esto se tendrá en cuenta lo siguiente:
 - Identificar los principales factores que determinen la distribución más conveniente para la implementación de un Contact Center.
 - Identificar la opción más adecuada para la localización del Contact Center
 - Evaluar la selección de la localización del Contact Center, identificando que factores que afecten su adecuación.

- Realizar un análisis de los recursos físicos y humanos con los que contará la empresa, además de un análisis de la plataforma técnica, lo cual es indispensable para su desarrollo e implantación.
- Identificar algunos de los indicadores esenciales para un Contact Center.

3. Realizar el estudio administrativo, el cual comprende los siguientes aspectos:

- Con respecto al direccionamiento estratégico contemplar: Principios y valores, Visión, Misión, objetivos generales y específicos.
- Con respecto al diseño organizacional definir perfiles, roles y cargos, manual de funciones.
- Realizar la estructura organizacional de la empresa

4. Para la estructura legal se debe:

- Realizar el Acta de constitución de la empresa
- Realizar un manual donde se especifique el proceso de selección de personal, como se debe realizar un contrato de trabajo y su vinculación a la empresa.

5. Al realizar el estudio financiero, se debe tener en cuenta:

- Los costos de inversión inicial, tanto de maquinaria y tecnología, como de capital de trabajo, instalación y puesta en marcha.
- Realizar los presupuestos de inversión, de funcionamiento y de ingresos; y a partir de estos realizar un estudio de la proyección del estado de resultados de la empresa en un periodo de cinco (5) años.

Para la Evaluación financiera, se analizará el resultado de la Tasa Interna de Retorno (TIR), con el fin de estudiar la rentabilidad del proyecto; la cual será evaluada en tres (3) escenarios: uno realista, uno favorable y otro desfavorable.

CONCLUSIONES

Al momento de realizar la selección del tema de proyecto se realizó una revisión sobre las diferentes ramas en que se puede realizar una aplicación de la ingeniería industrial, discriminando cada una de ellas para llegar a la selección del estudio de factibilidad, la cual abarca la mayoría de los temas vistos durante la carrera profesional. En el momento que se empieza con el proceso de origen de la idea, formulación del problema, los antecedentes, la justificación y beneficios

claramente se comienza a observar la aplicación que tienen conceptos y temas vistos durante la formación de la carrera profesional.

Los Contact Center son una de las herramientas más importantes en la administración del ciclo de vida de los clientes, al combinar tecnología, recurso humano y procesos especializados, que permiten aumentar los niveles de satisfacción y retención de clientes y por ende la rentabilidad de los mismos.

La estrategia de la gestión multicanal debe permitir alternativas de acceso a un mismo servicio u operación, ofreciendo de esta manera servicios más personalizados a elección de los clientes que mejoran su satisfacción y por tanto la fidelidad con la empresa.

REFERENCIAS

DIAZ, José Antonio. Abril 2007. “La estrategia de la Gestión multicanal en los Contact Center”. [En línea]. <Disponible en: http://www.contactcenter.es/numero35/especial/especial_09.html>. [Consultado: Mayo 19 del 2010]

FONADE. FONDO EMPRENDER. Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA. “Plan de Negocio”. [En línea]. <Disponible en: http://www.fondoemprender.com/bancomedios/documentos%20office/guia_plan_de_negocio.xls>. [Consultado: Mayo 20 del 2010]

GONZALEZ HUERFANO, Héctor E. “Call Center: el dominio de la información en sus manos”. Boyacá 2003. Fundación Universitaria de Boyacá. Facultad de Ciencias e Ingenierías.

INFOPYMES. “Plan de Negocios” [En línea]. <Disponible en: http://www.infomipyme.com/Docs/GT/Offline/inicioempresa/plandenegocio.htm#_Toc57704358>. [Consulta: Mayo 21 del 2010]

MIRANDA MIRANDA, Juan José. Gestión de proyectos: evaluación financiera económica social ambiental. Quinta Edición. Bogotá: MM editores, 2005

RENDÓN BLANDÓN, Alejandro; BETANCUR URIBE, Juan Felipe y JIMENEZ GARCÍA, Ricardo. “Tecnologías de Telecomunicaciones utilizadas en un Contact Center”. Monografía (Especialización en Telecomunicaciones). Medellín 2009. Universidad Pontificia Bolivariana. Facultad de Ingeniería

Revista Dinero. 20/07/2007. “Centro de Contacto en Colombia: crecimiento en línea”.

[En línea]. <Disponible en: http://www.mundocontact.com/enlinea_detalle.php?recordID=5012>. [Consultado: Mayo 19 del 2010]

SANTOS SANTOS, Tania. (Noviembre 2008). “Estudio de Factibilidad de un Proyecto de inversión: etapas en su estudio”. [En línea]. <Disponible en: <http://www.eumed.net/ce/2008b/tss.htm>>. [Consulta: Mayo 20 del 2010]

Técnicas Profesionales. 30/03/2009. "Porqué instalar un Call Center". [En línea]. <Disponible en: http://tp.comunicacionesinteligentes.com/index.php?option=com_content&view=article&id=46:por-que-instalar-un-call-center>. [Consultado: Mayo 19 del 2010]

GUÍA METODOLÓGICA PARA LA APLICACIÓN DE UN MODELO DE SIMULACIÓN DISCRETA EN EL SECTOR DEL SERVICIO AUTOMOTRIZ, CASO ESPECÍFICO: EUROAUTOS LTDA.-RENAULT MINUTO

Julián Andrés Ceballos Carillos

Eyder Daniel Restrepo Núñez

Docente: Javier Darío Fernández Ledesma

Área: Optimización

RESUMEN

En este documento se proponen una serie de pasos para construir un metodología para la definición de modelos de simulación debido a que la mayoría de las compañías actualmente piensan que la simulación es un elemento asilado con respecto a los modelos actualmente usados para mejorar y resolver problemas en el campo de la manufactura. Se estudió la iniciativa de construir una guía metodológica que integre la simulación con las bases de la administración de proyectos y en la experiencia adquirida durante la implementación de un modelo de simulación discreta en Euroautos Ltda. y en diferentes referentes teóricos previamente consultados. En este trabajo se presentan nueve etapas para construir un modelo de simulación orientado a cualquiera que quiera desarrollar un proyecto bajo el rigor de una investigación apropiada y mejores posibilidades de éxito para alcanzar resultado positivo bajo la premisa de eficiencia, económica y seguridad.

INTRODUCCIÓN

El actual entorno globalizado y altamente competitivo impone que hoy nuestras industrias se vean enfrentadas principalmente a tres grandes retos: la optimización de recursos y procesos, la reducción de los costos y la disminución de los riesgos. Es aquí donde las nuevas técnicas de simulación permiten alcanzar en gran medida estos objetivos a través de la experimentación y análisis de escenarios visualizados donde se pueda conocer el comportamiento de las variables en el tiempo, realizar modificaciones experimentales de los parámetros del sistema y conocer las estadísticas e indicadores para tomar decisiones basadas en información exacta y oportuna.

La simulación surge de la evolución del método de Montecarlo y la aplicación de modelos estadísticos y matemáticos por medio de herramientas informáticas principalmente la computadora. En 1948 con el trabajo de Harris y Herman Kahn se inicia el estudio de la simulación como campo de conocimiento; estos sistematizaron las primeras técnicas de simulación que hoy en día se han venido aplicando en diferentes entornos de simulación. [1]

Desde los años 70's la educación de la simulación ha venido ganando especial atención debido a la creciente aceptación de la modelación y la simulación (M&S) a través de las diferentes disciplinas de la ciencia y sus variadas aplicaciones tales como la industria militar, producción y servicios. [2]

Ante el auge alcanzado por las herramientas, modelos y casos de aplicación surge la iniciativa de construir una guía metodológica basada en la experiencia adquirida durante la aplicación de la simulación en un entorno específico, con la cual se busca facilitar la utilización de la simulación en la industria y otros campos de aplicación. En la segunda sección se muestran los antecedentes conceptuales e investigativos del proyecto, en la tercera sección se muestran los

elementos metodológicos desarrollados en el proyecto, en la cuarta sección se muestra el caso práctico de aplicación y por último, se presentan las conclusiones y futuros trabajos que dan pie a ser abordados posteriormente.

ANTECEDENTES CONCEPTUALES E INVESTIGATIVOS

Una de las definiciones mas aceptadas de simulación fue dada por uno de los pioneros de la simulación Tomas H. Naylor quien la define así: “La simulación es una técnica numérica para conducir experimentos en una computadora digital. Estos experimentos comprenden ciertos tipos de relaciones matemáticas y lógicas, las cuales son necesarias para describir el comportamiento y la estructura de sistemas complejos del mundo real a través de largos periodos de tiempo” [4]. De igual manera H. Maisel y G. Grugnoli definen la simulación como: “Una técnica numérica para realizar experimentos en una computadora digital. Estos experimentos involucran ciertos tipos de modelos matemáticos y lógicos que describen el comportamiento de sistemas de negocios, económicos, sociales, biológicos, físicos o químicos a través de largos periodos de tiempo”. Otro estudioso del tema Robert E. Shannon define por su parte, simulación como “El proceso de diseñar y desarrollar un modelo computarizado de un sistema o proceso y conducir experimentos con este modelo, con el propósito de entender el comportamiento del sistema o evaluar varias estrategias con las cuáles se puede operar el sistema.”

Es importante aclarar que ninguno de los autores que definió la simulación anteriormente nombra la simulación de eventos discretos, la cual es el foco de este trabajo. García Dunna en su texto Simulación y análisis de sistemas con Promodel® define la simulación de eventos discretos como: “El conjunto de relaciones lógicas, matemáticas y probabilísticas que integran el comportamiento de un sistema bajo estudio, cuando se presenta un evento determinado.”[5].

Ahora bien, un sistema es un conjunto de elementos interrelacionados que funcionan para lograr un propósito definido; para términos de la simulación, los sistemas se pueden dividir en elementos importantes para la construcción de un modelo de simulación.

Simular un sistema entonces significa imitar un procedimiento que se aproxima al comportamiento real. Para la simulación, el sistema depende principalmente del objetivo de estudio.

Es así como las entidades del sistema vienen a constituirse en la representación de los flujos de entrada y salida de un modelo de simulación, este es uno de los elementos más importantes dentro de un modelo. Las entidades son las responsables de los cambios dentro del sistema, estas son sometidas a actividades y/o procesos a través del tiempo, causando la variación del estado del sistema.

El estado del sistema se define entonces como la colección de indicadores necesarios para describir la condición de éste en un momento determinado, estos indicadores deben ser congruentes con el objetivo de estudio, algunos autores lo asemejan a una fotografía del sistema.

Es así, como los sistemas discretos, que son el objeto de nuestro trabajo, son aquellos donde las variables de estado cambian en momentos de tiempo discretos establecidos, estos sistemas se rigen por ecuaciones lógicas (condiciones) para que un evento ocurra, como por ejemplo inspeccionar la calidad de un proceso una vez cada dos horas. Los sistemas de eventos discretos tienen como principal característica que están determinados por una secuencia de eventos que ocurren en puntos temporales aleatorios, generando el cambio de estado del sistema en estos puntos, como por ejemplo la llegada de clientes a la fila de un banco.

Finalmente, los sistemas continuos, son aquellos que puede ser descrito a través de un sistema de ecuaciones diferenciales, tal como pueden ser la variabilidad de flujo de un líquido que pasa por una tubería, el cual es medido continuamente en un periodo de tiempo. Este tipo de sistemas es considerado el más complejo debido a que estos sistemas se rigen por el cálculo diferencial.

Tabla N.1 Comparación de Propuestas Metodológicas para la Simulación

METODOLOGIA	DESCRIPCIÓN	VENTAJAS	DESVENTAJAS
1.2.1. METODOLOGIA POR GORDON JORDAN, GARCIA Y CARDENAS EN 2009	Fases descriptivas 1. Definición del sistema bajo estudio 2. Generación del modelo de simulación 3. Recopilación y análisis de datos 4. Observación del modelo preliminar 5. Verificación del modelo 6. Validación del modelo 7. Operación del modelo final 8. Documentación de los resultados para el análisis 9. Análisis de sensibilidad 10. Documentación del proceso, metodología y resultados	Fortalezas y ventajas Presenta varias posibilidades de software para realizar el modelo de simulación con sus ventajas y desventajas	Desventajas No incluye los pasos más básicos No requiere definir los objetivos de la simulación. No define las limitaciones y restricciones del modelo. Metodología poco descriptiva, guía generalizada de actividades que carece de recomendaciones prácticas, métodos recomendados para lograr satisfactoriamente cada etapa. No se tiene en cuenta la implementación del modelo.
1.2.2. METODOLOGIA POR CHRISTOPHER CHUNG EN 2004	Fases abstradas 1. Formulación del problema 2. Planificación del proyecto 3. Definición del sistema 4. Recopilación de los datos 5. Traducción del modelo 6. Verificación y validación 7. Diseño experimental 8. Análisis 9. Presentación de los conclusiones y resultados	Fortalezas y ventajas Presenta herramientas para facilitar el avance de los datos abstractos. Presenta varias posibilidades de software para realizar el modelo de simulación con sus ventajas y desventajas. Presenta guías para la validación tanto cualitativa como cuantitativa. Contiene una guía de programación. Presenta técnicas de análisis estadístico para comparar resultados. Recomienda los modelos por etapas o estructura de bloques de flujo (BFD) para problemas muy largos.	Desventajas No incluye la presentación de alternativas, ni la implementación de las propuestas dadas durante del análisis. No incluye la documentación del modelo (software).
1.2.3. METODOLOGIA POR BLANCO RUBIO Y FAJARDO PEDRAZITA EN 2001	Fases descriptivas 1. Establecer plan de estudio 2. Definir el sistema 3. Construir el modelo 4. Ejecutar el experimento 5. Analizar los resultados 6. Reportar los resultados	Fortalezas y ventajas Presenta el análisis detallado de los resultados mediante la comunicación eficaz y el pensamiento analítico para visualizar las interpretaciones del sistema. Recomienda la simulación por etapas en procesos muy extensos que afectan el análisis de la simulación.	Desventajas No presenta las etapas de verificación, validación, documentación ni implementación del modelo.
1.2.4. METODOLOGIA POR JERRY BARNES EN 1980	Fases abstradas 1. Formulación del problema 2. Establecer los objetivos y planeación general del proyecto 3. Construcción del problema 4. Recopilación de los datos 5. Traducción del modelo 6. Verificación 7. Validación 8. Diseño experimental 9. Ejecución de corridas y análisis 10. Verificación de corridas y análisis 11. Documentación y reporte 12. Implementación	Fortalezas y ventajas Presenta casos representativos. Elabora el plan general de proyecto de forma clara y concreta, teniendo en cuenta todos los elementos necesarios para ejecutar una simulación completa de los modelos de simulación. Se recomienda que el modelo inicial de una simulación sea simple y que este crezca en la misma medida en que la complejidad del modelo sea incrementada. Se plantea un diagrama de flujo que indica y cubre el análisis detallado de la simulación completamente. Se presenta la implementación como una etapa de la simulación.	Desventajas No incluye el trabajo en grupo entre el usuario y el encargado de hacer el estudio. Omite el "feedback" de variables que puede ocasionar a todos los variables necesarias para el modelo. No incluye datos de los resultados que han sido con diferentes conjuntos de datos.
1.2.5. METODOLOGIA POR LIA A. ACULFAC DE RODRIGUEZ, UNIVERSIDAD DE BUENOS AIRES (1986)	Metodología Describe los pasos que se deben seguir en todo estudio de simulación, estas fases son: 1. Definición del sistema con el objetivo de estudio 2. Recopilación del material para hacer el estudio 3. Validación a través de los modelos 4. Recopilación y análisis de los datos 5. Definición de la estructura del modelo 6. Programación del modelo 7. Validación del modelo 8. Análisis y corrección de los resultados	Fortalezas y ventajas Establece el trabajo en grupo entre el usuario y el encargado de hacer el estudio. Omite el "feedback" de variables que puede ocasionar a todos los variables necesarias para el modelo. No incluye datos de los resultados que han sido con diferentes conjuntos de datos.	Desventajas Poca descripción de los procesos de elaboración del modelo. Poca descripción de los documentos que se deben presentar a los interesados en el estudio. No contextualiza en la parte técnica.
1.2.6. METODOLOGIA POR EBRAHIM ALBERTO	Describe los pasos para realizar una simulación en un caso práctico 1. Definición del sistema 2. Formulación del modelo 3. Recopilación de datos 4. Implementación del modelo en la computadora 5. Validación 6. Experimentación 7. Interpretación 8. Documentación	Fortalezas y ventajas Incluye desde el inicio del estudio los objetivos de cada etapa, así como los métodos utilizados en el análisis estadístico. Menciona diferentes formas de realizar la validación de la simulación, además se presenta como requisito para la experimentación. Omite los datos de documentación para los resultados que tienen que ver con el estudio.	Desventajas No recomienda que especien en detalle considerar cuando se presenten diferentes conjuntos de datos. Se contextualiza en la parte técnica.

Fuente: Autores

Después de realizar una revisión bibliográfica de metodologías de Simulación [6], [7], [8], [9] y [10], y un posterior análisis, donde se propusieron los elementos comparativos para la construcción de una guía metodológica que pretende abarcar los aspectos positivos de cada de una de las metodologías estudiadas. Además de utilizar la experiencia adquirida durante la realización del proyecto de simulación en Euroautos Ltda. con el objetivo de agregar valor desde el punto de vista de una aplicación a nivel local.

PROPUESTA METODOLOGICA

Después de un acercamiento a las medianas y pequeñas industrias locales se percibió que la aplicación de la simulación es concebida por parte de las compañías como una técnica aislada con respecto a los modelos convencionalmente utilizados en la mejora y solución de problemas en los procesos de manufactura y/o servicios.

Algunos datos publicados por la Asociación Colombiana de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (ACOPÍ) en el año 2009 revelan la necesidad de incorporar alternativas tecnológicas y técnicas innovadoras, que se podrían traducir en una técnica como la simulación para que las pequeñas y medianas empresas (PYMES) en Colombia sobrepasen las dificultades competitivas que impiden la participación en mercados internacionales, debido a que según las estadísticas manejadas por esta asociación el panorama es preocupante, pues las PYMES están atrasadas, ya que su nivel de productividad no llega al tope de lo que debería ser una empresa normal; En Colombia estas alcanzan apenas el 25%. [3]

Esto evidencia que hay falencias en la aplicación de técnicas que contribuyan al mejor desempeño de la productividad y en especial el desconocimiento de la simulación en los entornos empresariales como una forma de contribuir en el mejoramiento de la productividad y competitividad de las pequeñas y medianas empresas.

En este sentido este proyecto, fundamentado en la aplicación del ciclo PHVA (Planear, Hacer, Verificar y Actual), y en los pasos más generales para la construcción de modelos de simulación discreta busca dar solución al problema anteriormente planteado.

Las siguientes nueve etapas comprenden de manera integral los aspectos más importantes para llevar a cabo un proyecto de simulación válido y con altas posibilidades de éxito.

Planeación general del proyecto y formulación del problema. En esta etapa se pretende definir la dirección del proyecto en términos de: Identificar los requisitos, Establecer unos objetivos claros y posibles de realizar, Equilibrar las demandas concurrentes de calidad, alcance, tiempo y costos, Adaptar las especificaciones, los planes y el enfoque a las diversas inquietudes y expectativas de los diferentes interesados. De la formulación del problema se derivan las demás actividades del proyecto, es aquí donde se comienza a establecer el tema central y el alcance del proyecto. En esta primera etapa se recomienda tener en cuenta los siguientes aspectos para su implementación: Presentación general de los parámetros generales para iniciar adecuadamente el proyecto, Trabajar en el problema correcto, Gestión de las expectativas del cliente, Preguntar habilidosamente, Escuchar imparcialmente, Comunicar abiertamente y Predecir la solución.

Conceptualización del problema. Para esta segunda etapa se recomienda trabajar bajo el modelo mental del pensamiento sistémico con el objetivo de hacer uso de ésta herramienta que permite analizar las problemáticas desde todos los elementos que componen un sistema, sin dejarse perturbar por soluciones dirigidas a atacar los síntomas, este modelo de pensamiento trasciende el marco conceptual y genera relaciones directas de los fenómenos reales modelados a través de los conceptos. Por medio de la socialización del grupo de trabajo y el cliente es posible determinar la relación de las variables del problema a analizar por medio del método, para posteriormente partir de estas relaciones e ilustrar su interacción mediante un diagrama causal.

Recolección de los datos. La gestión de datos es un tema crítico dentro del desarrollo de un estudio de simulación, se puede decir que el aspecto más difícil es recoger suficientes datos, con la calidad, cantidad y variedad conveniente para el análisis en el estudio en donde es importante detallar algunos aspectos. Se debe recalcar que en algunos casos es imposible o poco factible dicha recolección, o a veces no se tiene ni el tiempo ni el suficiente recurso humano para reunir la cantidad deseada. En ocasiones y en contraste con la estadística clásica, resulta difícil seguir la forma sistémica o ideal que se propone para la recolección de datos, y se debe emplear una forma más hábil o simplemente encontrar las fuentes de datos que suplan las necesidades para la modelación. Algunas recomendaciones útiles en el momento de recolectar datos específicamente para un estudio de simulación, son: Si existe la posibilidad, tomar entre 100 y 200 observaciones, pues esto mejorará enormemente la veracidad del análisis, se puede decir que el decrecimiento en la calidad del análisis con una pequeña muestra es notable. Para observación de valores reales, intentar tomar al menos dos o tres cifras significativas, esto mejorará la precisión del modelo y por ende la calidad del análisis. Cuando se está interesado en tiempos entre eventos, se sugiere tomar primero todos los tiempos y luego sustraer la información de los eventos deseados, ya sea manualmente o con un software que facilite esta labor. Cuando es necesario emplear datos históricos, es recomendable buscar los datos de diferentes periodos, para evitar trabajar con datos estacionarios.

Construcción del modelo. Un modelo de simulación es construido usando la conceptualización del problema establecida anteriormente. En este punto es necesario definir el software de simulación que se utilizará para construir el modelo. Para ayudar en la tarea de construir el modelo se considera seguir las siguientes directrices: Enfocarse en el problema, Empezar desde lo más simple, Reducir la complejidad, Mantener el entusiasmo y Revisar permanentemente el modelo.

Validación del modelo. La verificación en pocas palabras se encarga de que el modelo se construya correctamente, evita que las transformaciones que este sufre a través de su desarrollo tergiversen la realidad que se quiere representar, para lo que se recomienda el uso del diagrama de flujo. La validación se encarga de que se construya el modelo adecuado, es decir, que el modelo que se realice este enmarcado en los objetivos del estudio y dentro del dominio y comportamiento aplicable. Por último, la prueba o evaluación del modelo se encarga de examinar si existen algún tipo de errores o inexactitudes en el modelo, poniéndolo a prueba con datos o en situaciones conocidas y observando cómo es su comportamiento.

Diseño experimental. En esta etapa se deben plantear los escenarios a simular para obtener las estadísticas que serán analizadas, teniendo en cuenta que estos experimentos deben estudiar propuestas que contribuyan a conocer el sistema, permitiendo así comprobar hipótesis establecidas a lo largo del proyecto. Para cada escenario se debe determinar: Duración de la corrida, Número de corridas y Modo de inicialización del modelo.

Simulación y análisis. El objetivo de correr el modelo de simulación es sacar conclusiones de los resultados que este experimento arroja, siempre se debe tener en cuenta que estas conclusiones tienen que estar relacionadas con los objetivos formulados desde el principio del estudio, para realizar lo anterior se recomienda: Hacer trabajar al modelo, Cuestionar los resultados que arroja la simulación, Entender los límites del modelo, Saber cuándo parar, Presentar una alternativa y Vender el éxito.

Documentación y reporte. Los modelos de simulación son construidos para ser utilizados y a través del uso los modelos evolucionan. Teniendo una documentación completa del modelo y del proyecto se facilitan los requisitos de información para apoyar el uso continuo del modelo y permite mantener informado al cliente de las actividades realizadas de manera cronológica lo que permite que este sea entendido y se mantenga el entusiasmo del proyecto. El registro debe proporcionar un registro exhaustivo de los logros, problemas dignos de mencionar, las solicitudes de cambio, las decisiones claves, las ideas para incorporar, y cualquier información considerada relevante.

Implementación. Un proyecto es verdaderamente exitoso cuando el cliente decide implementar o actuar según la alternativa que el equipo de trabajo le presentó después de desarrollar todo el estudio, para lograr que esto suceda se presentan las siguientes recomendaciones: Inspirar confianza, Tener actitud positiva, Fomentar el trabajo en equipo, Involucrar al Cliente, Estructurar presentaciones y Estar en pro del mejoramiento y Realizar seguimiento.

Como se dijo anteriormente esta metodología está fundamentada en el ciclo PHVA los pasos están encamados en cada uno de estas etapas. Donde es necesario establecer recursos, actividades y estrategias de mejoramiento asociados a cada uno de los elemento con el fin de alcanzar metas establecidas.

Tabla N.2 Esquema de la Propuesta Metodológica para la Simulación enmarcada en el Ciclo PHVA

ETAPAS DE LA PROPUESTA METODOLOGICA ENMARCADA EN EL CICLO PHVA	
PLANEAR	• Planeación general del proyecto y formulación del problema. • Conceptualizar el problema.
HACER	• Recolectar los datos. • Construir el modelo. • Diseñar el experimento. • Simular y analizar. • Documentar y reportar.
VERIFICAR	• Validación, verificación y prueba del modelo.
APLICAR	• Implementar.

Fuente: Autores

CASO DE ESTUDIO

Con el objetivo de ejemplificar y enmarcar la realización de un modelo de simulación en la industria, se sigue cada uno de los pasos de la metodología planteada en el siguiente caso de aplicación en el sector de servicios automotriz, caso específico: Euroautos Ltda. - Renault minuto.



Figura 1: Modelo de Simulación de Euroautos Ltda.

Fuente: Autores

También con fin de ilustrar el diseño y desarrollo de un proyecto de simulación, se presenta la definición de variables, e identificación de locaciones, entidades, rutas y tiempos de operación del modelo simplificado. Allí se analiza el comportamiento de las variables con información histórica y actual, y además se implementa el diseño y desarrollo de la simulación del modelo para dicha empresa en el software ProModel®.

La implementación de la metodología propuesta se llevo a cabo siguiendo las etapas de: Planeación general del proyecto y formulación del problema en Euroautos. Conceptualización del modelo de reparación de vehículos. Recolección de los datos del sistema de reparación de vehículos. Construcción del modelo de simulación para Euroautos. Verificación, validación y prueba del modelo. Diseño experimental del modelo. Simulación y análisis. Documentación y reporte e Implementación

Debido a que el modelo debía ser simplificado se consideró en consenso con el cliente que el proceso más apropiado para simular era el de los vehículos que ingresaban por Aseguradoras, pues este es uno de los clientes más críticos de Euroautos, ya que se presentan algunas dificultades en tipo de proceso debido a las condiciones que presentan las aseguradoras para reparaciones y otros aspectos relevantes.

El proceso simulado fue el siguiente:

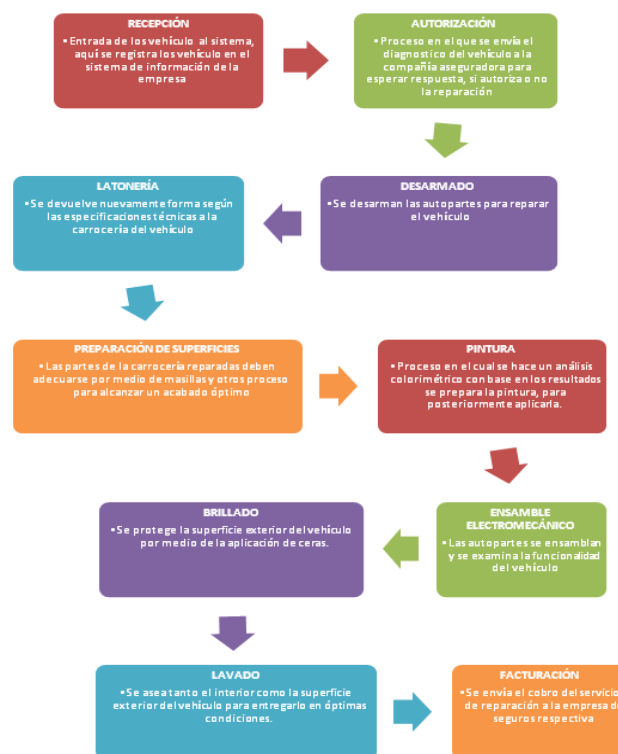


Figura 2: Proceso a Simular de Euroautos Ltda.

Fuente: Autores

Del cual se determinaron las entidades de estudio, las locaciones claves, la declaración de variables, las adecuaciones necesarias para hacer un modelo simplificado, y la definición de supuestos. Quedando un modelo con once (11) Locaciones, veintinueve (29) supuestos, veintitrés (23) variables y dos (2) limitaciones. Las variables del modelo fueron validadas estadísticamente mediante el software Statgraphics y el modelo se desarrollo usando el software Promodel.

Este modelo arrojo los siguientes resultados:

LOCATIONS										
Location name	Scheduled hours	Capacity	Total Entries	Average minutes per entry	Average contents	Maximum contents	Current contents	% util		
Llegada	396	1	14	0.00	0	1	0	0.00		
Recepción	396	1	14	30.87	0.01	1	0	1.82		
Cola espera autorización	396	2	15	1054.80	0.66	2	0	32.30		
Cola espera para latonería	396	2	15	45.16	0.94	1	0	1.56		
Preparación de superficies	396	1	15	488.19	0.03	1	0	21.14		
Desarmado	396	1	15	61.71	0.03	1	0	1.80		
Latonería	396	1	16	430.55	0.20	1	0	30.34		
Cabina de pintura	396	1	16	326.84	0.07	1	0	7.29		
Artillo	396	1	16	48.77	0.03	1	0	1.13		
Lavado	396	1	16	27.77	0.05	1	0	4.87		
Armado	396	1	16	95.16	0.06	1	0	6.42		

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Multiple capacity)										
Location name	Scheduled hours	% Empty	% Partially Occupied	% Full	% Down					
Llegada	396	100.00	0.00	0.00	0.00					
Cola espera autorización	396	45.37	31.47	24.56	0.00					
Cola espera para latonería	396	95.89	4.11	0.00	0.00					

LOCATION STATES BY PERCENTAGE (Single capacity/Tanks)										
Location name	Scheduled hours	% operation	% Setup	% Idle	% waiting	% blocked	% Down			
Recepción	396	1.25	0.00	84.54	0.00	0.57	1.64			
Preparación de superficies	396	31.42	0.00	61.44	0.12	0.00	6.02			
Desarmado	396	5.80	0.00	93.07	0.03	0.00	1.03			
Latonería	396	30.18	0.00	59.05	0.00	0.00	10.83			
Cabina de pintura	396	7.29	0.00	71.83	0.00	0.00	16.87			
Artillo	396	1.13	0.00	97.66	0.00	0.00	10.09			
Lavado	396	1.87	0.00	87.22	0.00	0.00	10.16			
Armado	396	6.42	0.00	87.21	0.01	0.00	6.16			

RESOURCES										
Resource name	units	Scheduled hours	Number of times used	Average minutes per use	Average minutes per use	Average minutes per use	% blocked	% util		
Pintor	1	396	64	143.91	0.44	0.00	0.00	38.88		

RESOURCE STATES BY PERCENTAGE										
Resource name	Scheduled hours	% In use	% Travel	% To use	% To Park	% Idle	% Down			
Pintor	396	38.76	0.12	0.00	0.00	61.12				

FAILED ARRIVALS										
Entity name	Location	Total failed								
Things Azul Choque medio	Llegada	0								
Things Azul Choque fuerte	Llegada	0								

ENTITY ACTIVITY										
Entity name	Total exits in system	Current quantity in system	Average minutes in system	Average minutes in system	Average minutes in system	Average minutes in system	Average minutes in system	Average minutes in system	Average minutes in system	Average minutes in system
Things Azul Choque Medio	9	0	2842.79	9.16	1.79	2776.41	277.12			
Things Azul Choque Fuerte	7	0	2820.87	9.16	1.79	2776.41	123.11			

ENTITY STATES BY PERCENTAGE										
Entity name	In Logic	% In Logic	% wait, etc.	% In operation	% blocked					
Things Azul Choque medio	0.43	0.08		98.20	1.28					
Things Azul Choque fuerte	0.18	0.08		95.18	4.24					

VARIABLES										
variable	Total Changes	Average per Change	Minimum Value	Maximum Value	Current Value	Average Value				
Puerta	12	2224.88	0	4	2	1.43				
Medio	8	1181.39	1	9	9	5.34				
vehiculos reparados medio	10	2180.35	1	11	11	6.09				
vehiculos reparados fuerte	18	1193.61	2	20	20	11.44				

Sección para el análisis de las locaciones, donde se puede examinar el comportamiento y nivel de ocupación

Sección para el análisis de los recursos

Sección para el análisis de las entidades, donde se puede examinar su comportamiento dentro del sistema

Sección para el análisis y captura de los datos de las variables globales

Figura 3: Resultados del Modelo de Simulación de Euroautos Ltda.

Fuente: Autores

En síntesis, el modelo permitió observar lo siguiente:

El tiempo asignado a la simulación correspondió a 396 horas reales de trabajo que representan tres meses de operación en el taller.

La locación que registra mayor tiempo promedio de las entidades en ella corresponde a la Cola de autorización de las reparaciones que implica tomar decisiones para disminuir el tiempo entre la llegada del cliente y la entrega de su vehículo.

Por otra parte, se identificaron las locaciones de preparación de superficies y latonería como aquellas en las cuales la entidad permanece mayor porcentaje de tiempo comparándola con los otros centros de trabajo lo cual permite inferir que esta corresponde a las entidades más influyentes y cuello de botella del proceso de reparación de automóviles.

Por consiguiente, los centros de trabajo de latonería y preparación que poseen la mayor ocupación tienen aún un margen de capacidad disponible para aprovechar, mientras los otros centros de trabajo poseen amplio margen de disponibilidad de capacidad para aprovechar, por lo cual, se debería analizar, con el objetivo de obtener una mejor decisión, todas las entidades que puedan ingresar y asignarles toda la capacidad disponible.

Según los porcentajes de ocupación de las colas se puede afirmar que la capacidad asignada es más que suficiente para el manejo de este tipo de entidad al interior del taller, por lo cual se podría disminuir dicha capacidad y asignarle estos espacios a otras entidades o diferentes usos que lo requieran; principalmente a la cola de llegada cuyo porcentaje de ocupación es del 0% y la cola de latonería con 4.11%.

Bajo las consideraciones de capacidad hechas con anterioridad se observa que los porcentajes de parada de las locaciones son altos, esto corresponde principalmente al tiempo que se le ingreso al sistema con el ánimo de simular el uso de dicha locación para el procesamiento de otras entidades no simuladas.

El recurso pintor cuenta con un porcentaje de ocupación alto comparado con su disponibilidad de 40%, con una capacidad disponible sin aprovechar casi nula, considerando los tiempos de parada, esto ratifica el gran uso de la locación de preparación, y tiene como causante fundamental la necesidad del recurso por parte de dos locaciones.

En cuanto a las entidades el Twingo choque frontal medio tiene un promedio de 2142.79 minutos de atención que corresponde a 5.9 días hábiles de trabajo, mientras el Twingo choque frontal fuerte con un promedio de 2910.87 minutos de atención aproximadamente 8.08 días hábiles de trabajo. Ambas entidades poseen altos porcentajes de operación sobre el total del tiempo en el sistema, lo cual se explica en los bajos tiempos de transporte entre locaciones y el exceso de capacidad disponible dentro de la tasa asignada para esta entidad.

En el modelo no ocurren arribos fallidos lo cual es vital para este tipo de empresas en la que se tiene como llegadas un cliente; se hace fundamental que en la cola de llegada y recepción halla disponibilidad para siempre estar en capacidad de atender al cliente y recibirle su vehículo, de tal forma que no se desaproveche la oportunidad de prestar el servicio de reparación y generar ganancias para la empresa.

Por último se obtiene un valor de gran importancia para la empresa y es el número de vehículos facturados o reparados en el periodo de tres meses hábiles; con la salida de 9 Twingos que ingresaron con choque medio, y 7 con choque, que representaría 3 con choque medio por mes y 2 con coque fuerte.

Al realizar el análisis de sensibilidad al modelo desarrollado, se plantearon las siguientes alternativas de solución:

- Disminución en el tiempo de autorización por parte de las compañías aseguradoras.
- Disminuir en una unidad la capacidad de cada una de las colas que se incluyen en el modelo, donde la cola de llegadas quedaría con capacidad de dos, mientras la de autorización y de latonería tan solo con capacidad de uno.
- Disminución del tiempo de aseo y lavado a la mitad del actual

Lo cual permitió mejorar los resultados del modelo.

CONCLUSIONES

Entre las principales conclusiones del trabajo desarrollado se tienen las siguientes:

- Se pudieron definir los pasos a través de los cuales es posible establecer los parámetros de un modelo respecto a las variables exógenas, endógenas y de estado, las cuales están relacionadas con las necesidades específicas del cliente.
- Durante la búsqueda y definición de los parámetros y pasos para construir la guía metodológica de simulación, se encontraron varios factores que sobresalen por la dificultad de ser encontrados en la literatura, como lo son el diseño experimental, el análisis de resultados y los elementos de gestión aplicada a la simulación.
- Realizar un modelo de simulación exitoso en la toma decisiones, estudio de sistemas, análisis de alternativas y optimización de procesos, depende de la vinculación que logre el equipo del proyecto con todo el personal de la empresa en todos los niveles de jerarquía y la participación de todos para construir un modelo efectivo.
- La metodología propuesta presenta un procedimiento para llevar a cabo un estudio de simulación de forma ordenada, estructurada y sistémica enmarcada en el ciclo PHVA, exaltando las reglas generales que se deben tener en cuenta en el momento de realizar un proyecto que incluye a la simulación como herramienta para solucionar problemas presentes en una empresa.
- La estructura general de la metodología aborda diferentes temáticas vinculadas al campo de la ingeniería industrial, lo que la hace perfectamente aplicable tanto en el medio empresarial como en el ámbito académico.

REFERENCIAS

- [1] (Aspray y Newman, 1990). Aspray, William. John Von Neumann and the origins of modern computing. Massachusetts. The MIT Press. p. 110-113.
- [2] (Abu-Taieh Y Rahman, 2010). Abu-Taieh, Evon M. and Rahman El Sheikh, Asim Abdel. Handbook of Research on Discrete Event Simulation Environments: Technologies and Applications. New York. Information Science Reference. p. 1.
- [3] Pymes de Colombia están atrasadas. En: El diario. (20, Marzo, 2009) <disponible en: <http://www.eldiario.com.co/seccion/ECONOMICA/pymes-de-colombia-est-n-atrasadas090319.html>> [consultada: 1 Abril, 2010]
- [4] (Coss Bu, 2003), Coss Bu, Raúl. Simulación, un enfoque práctico. Editorial Limusa. Primera Edición. México DF. 2003. P. 11 y 12.
- [5] (Dunna, García Y Cárdenas, 2006). Dunna García, Eduardo. García Reyes, Eduardo y Cárdenas Barrón, Leopoldo E. Simulación y análisis de sistemas con Promodel®. Pearson. Primera edición. 2006. p.2-7.
- [6] (Chung, 2004) CHUNG, Christopher A. Simulation Modeling Handbook, a practical approach. CRC Press. Boca Raton, FL. 2004. P3-20.

- [7] (Blanco y Fajardo, 2004) BLACO, Luis Ernesto y FAJARDO, Iván Darío. Simulación con ProModel®; Casos de producción y logística. Editorial Escuela Colombiana de Ingenieros. Bogotá. 2004. P.7-16.
- [8] (Banks, 2010) BANKS, Jerry. Handbook of Simulation, principles, methodology, advances, applications and practice. Engineering & Management Press. Toronto. 1998. P.721-745.esas, PP 208-245.
- [9] FASES QUE COMPRENDE TODO ESTUDIO QUE UTILIZA LA SIMULACION. En: Sistemas Modelos Y Simulación. Facultad de Ingenierías Universidad de Buenos Aires. 75.26 Simulación [en línea] < Disponible en: <http://materias.fi.uba.ar/7526/docs/teoria.pdf>> [consulta 25 feb. 2010]
- [10] MURETTI, Efrain. Etapas para realizar un estudio de simulación. En: Simulación de Sistemas. [en línea] < Disponible en: http://members.libreopinion.com/ve/efrain-muretti/simulacion/ss_intro.pdf > [consulta 25 feb. 2010]

EVALUACIÓN DEL USO Y APROPIACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN (TIC) EN LAS MICROPYMES INDUSTRIALES EN LA CIUDAD DE SANTA MARTA

D.T.C.H.

Ricardo David Méndez Palacio

Docente: Javier Darío Fernández Ledesma

Área: Optimización

Resumen

Este artículo es el resultado de un proyecto de investigación realizado durante un período de 6 meses que permite medir el nivel de apropiación y uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en las micro, pequeñas y medianas empresas del sector industrial de la ciudad de Santa Marta D. T. C. H. Lo que permitirá conocer la situación real de su implementación, además de identificar las ventajas que representa para las organizaciones (Pymes) la incorporación de dichas tecnologías.

A continuación se desarrolla el tema planteado en un documento monográfico que expone el bajo nivel de utilización de las TIC en las MiPymes industriales del Distrito, soportado en un esquema metodológico que aseguró un correcto estudio y evaluación con calidad.

INTRODUCCION

La Alcaldía Distrital de Santa Marta actualmente se encuentra adelantando estrategias que ayuden a reducir la brecha en cuanto a competitividad y desarrollo en la ciudad; una de ellas es la de incentivar la utilización de las Tecnologías de la Información y las Comunicación (TIC) como oportunidad para evolucionar en el ámbito económico, político, social y cultural de la región. “Estas tecnologías, y en especial la Internet, han trascendido los campos tecnológico y científico, constituyéndose hoy en día en herramientas que se encuentran al alcance y servicio de toda la comunidad en los ámbitos económico, educativo, salud, entre otros” (DNP, 2000, p. 3).

Es por lo anterior que esta investigación se inscribe en la necesidad de proponer una metodología de evaluación sobre los niveles de uso y apropiación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en las MiPymes de Santa Marta, para lo cual debió:

- Investigar y resumir en la investigación las ventajas que representa la apropiación y el uso de las Tecnologías de la Información en las empresas.
- Medir los niveles de uso y apropiación de las TIC en las MiPymes industriales de Santa Marta D.T.C.H.
- Concluir sobre las ventajas competitivas que representa a las MiPymes de la ciudad de Santa Marta implementar y utilizar estas tecnologías.

Posteriormente en este documento encontrará en la sección 2 la descripción formal de los conceptos que conllevan a la reflexión en el marco de desarrollo de la investigación. En la sección 3 se presentan los fundamentos metodológicos de la investigación. En la sección 4 se presentan los resultados estadísticos obtenidos en la investigación. En la sección 5 se presentan las conclusiones con respecto a los resultados de la investigación. En la sección 6 se presentan las recomendaciones a las que se da lugar con esta investigación.

ANTECEDENTES CONCEPTUALES E INVESTIGATIVOS

A comienzos del siglo XXI, de la mano de las nuevas tecnologías como herramientas de desarrollo, aparecen en el mercado nuevas organizaciones emprendedoras creadas por jóvenes que se incorporan a nuevos nichos de mercado. Esta innovadora forma de hacer empresa se fundamenta en el conocimiento como eje fundamental de la economía globalizada y cuenta con el apoyo del Gobierno Nacional.

Actualmente, Colombia adelanta estrategias para garantizar que los grupos más desfavorecidos de su territorio no queden marginados del uso de las TIC, las cuales sirven como herramienta para disminuir la desigualdad social y la brecha digital del país.

Las Tecnologías de la Información y las Comunicación (TIC) son según [1]:

“El conjunto de equipos, programas informáticos, aplicaciones, recursos humanos, redes y servicios de comunicaciones, que facilitan el acceso de una sociedad a la información y a los servicios digitales, incluyendo la disponibilidad de información, de aplicaciones y de servicios de alta calidad y pertinencia para los individuos y comunidades de la región, con el objetivo de generar conocimientos para mejorar la calidad de vida de la población”.

Por otra parte, las Tecnologías de la Información y la Comunicación son consideradas la revolución industrial del mundo moderno, pues han transformado con su apropiación el ámbito social, político, económico y personal de sus usuarios. Sin embargo, es la actividad empresarial la que explica el comportamiento del nivel de competitividad en una región, destacándose el sector industrial como dinamizador económico al generar empleo, aumentar la capacidad adquisitiva de dinero y mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

En otras palabras, las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas son herramientas fundamentales para el crecimiento económico de una nación, ya que por medio de la transformación del sector productivo y el aumento de competitividad, generan empleo e ingresos a un alto número de personas, lo cual reduce la pobreza y hace más equitativo a un país.

Para lograr dicha competitividad se hace necesario difundir las tecnologías en el sector privado, para ello, la inversión privada con la ayuda de la apertura de nuevos mercados, potencializa el sector tecnológico con la introducción de nuevos servicios como telefonía móvil y el internet. Además, la implementación de dichas tecnologías en la organización, mejora el proceso de comunicación entre empleados, empleadores y empresas, con el incremento de la telecolaboración, la meritocracia y el teletrabajo.

En este marco genera se hace necesario desarrollar algunos conceptos que nos ayudan a entender el trabajo propuesto:

Competitividad: Según [2] la competitividad es el nivel en el que se pueden producir bienes y servicios capaces de generar la mayor satisfacción de los consumidores al menor precio con la interacción de múltiples factores tal como capital humano, infraestructura, ciencia y tecnología, entorno macroeconómico, productividad e instituciones.

Comunicaciones de banda ancha: Según [3] las comunicaciones de banda ancha son comunicaciones de transmisión de datos de alta velocidad con el envío simultáneo de información a velocidad de 1 Mbps (Megabits por segundo).

Comunicaciones inalámbricas: Según [4] son la comunicación emisor/receptor por medio de la modulación de ondas electromagnéticas, sin conexión por cable.

Correo interno (OUTLOOK): Según [5] es un software de organización **ofimática**, que permite enviar y recibir correos electrónicos, además de administrar noticias de red, contactos y el calendario.

Extranet: Según [6] la Extranet es una extensión del sistema de información para las personas externas a la empresa, compartiendo información por medio de una interfaz web.

Informalidad: [7] habla de “informalidad cuando una empresa desempeña una actividad económica que no cumple con los requisitos exigidos por el Estado”.

Intranet: Según [8] es una red privada de las organizaciones que permite compartir información entre las diferentes áreas y departamentos, la cual posee diversas funcionalidades que permiten mejorar la efectividad de la empresa.

Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MIPYMES): La Ley 905 del 2004 entiende por MiPymes “toda unidad de explotación económica realizada por persona natural o jurídica en las diferentes actividades empresariales, agropecuarias, industriales, comerciales o de servicios, rural o urbana”.

Además la misma ley decreta la clasificación del tipo de empresa, basándose en los siguientes parámetros:

Microempresa: Empresa con planta de personal no superior a los diez (10) trabajadores, ó Activos totales excluida la vivienda por valor inferior a quinientos (500) salarios mínimos mensuales legales vigentes (SMMLV).

Pequeña empresa: Empresa con planta de personal entre once (11) y cincuenta (50) trabajadores, ó Activos totales por valor entre quinientos uno (501) y menos de cinco mil (5.000) Salarios mínimos mensuales legales vigentes (SMMLV).

Mediana empresa: Empresa con planta de personal entre cincuenta y uno (51) y doscientos (200) trabajadores, ó Activos totales por valor entre cinco mil uno (5.001) a treinta mil (30.000) salarios mínimos mensuales legales vigentes (SMMLV).

Productividad: Según [9] la productividad es el indicador de eficiencia de la cantidad de producción obtenida de un sistema productivo por cada factor y/o recurso utilizado.

Red área local LAN (LOCAL ÁREA NETWORK): Según [10] es una red que interconecta computadores y puestos de trabajos en un área pequeña, con el objeto del intercambiar información y recursos.

Redes ópticas: Según [11] son redes de datos compuestas por fibra de vidrio capaces de canalizar señales luminosas y transmisión de datos a una elevada velocidad.

Santa Marta Digital: Es un programa desarrollado actualmente por [12] el cual tiene como objetivo: “ Afianzar masivamente el uso de las tecnologías de información y comunicación, en cuatro campos: la educación, el emprendimiento, el gobierno y el turismo, como parte del proceso de desarrollo administrativo, económico, social y cultural de la ciudad de Santa Marta, proporcionando vínculos permanentes de interacción entre el gobierno y los diferentes actores de la sociedad, para lograr posicionar a la ciudad como un polo de desarrollo competitivo tanto nacional como internacional, en el marco globalizado. Es necesario resaltar la necesidad de afianzar los esfuerzos de santa marta digital en los aspectos de educación y turismo y emprendimiento como principales ejes de desarrollo, sin dejar de lado el aparte gobierno enfocado en la claridad de las actuaciones y la participación y fortalecimiento de la confianza del público samario de sus instituciones”.

Sistema de información: Según [13] el objetivo fundamental de los Sistemas de Información dentro de una organización, es procesar entradas, mantener archivos de datos y producir salidas (informes y reportes, entre otros).

Sistemas de radio (TRUNKING): Según [14] son sistemas de radiocomunicaciones móviles privadas de un grupo o subgrupo de población, independiente de redes públicas que comparten recursos del sistema de forma automática, que permiten el establecimiento de canales prioritarios.

Tecnologías de la información y la comunicación (TICS): Según [15] y [16] son el conjunto de herramientas, equipos, programas informáticos, aplicaciones, recursos humanos, redes y servicios digitales, que permiten la compilación, procesamiento, almacenamiento y transmisión de información (voz, datos, texto, video e imágenes), con el objetivo de generar conocimientos que mejoren la calidad de vida de la población e incluyan la disponibilidad de información, de aplicaciones y de servicios de alta calidad.

Telefonía sobre protocolo IP (VoIP): Según [17] es la tecnología que hace posible la transmisión de voz a través de una red IP (Internet).

Ahora bien, el contexto en el cual se enmarca el proyecto está dado por lo siguiente:

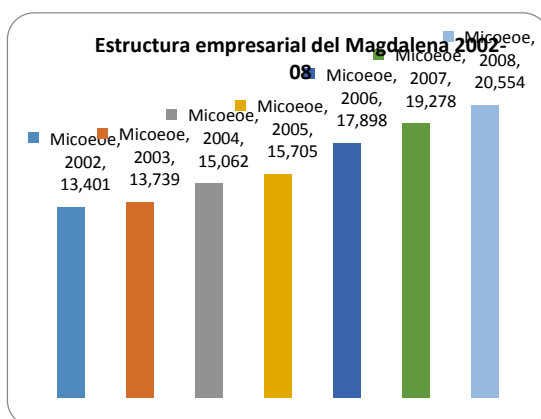
La estructura empresarial del Magdalena en el año 2008 nos muestra que presenta un total de 20.554 MiPymes, las cuales se encuentran repartidas en un 96,87% por Microempresas, 3,13% por Pymes y 0,29% por Grandes empresas. Es importante resaltar que por ser “Santa Marta el municipio capital, en el se ubican un estimado del 90% del total empresas del departamento, como se muestra en la Tabla 1y la Grafica 1.

Tabla 1. Estructura Empresarial del Magdalena Según Tipo de Empresa 2002- 2008

Estructura Empresarial del Magdalena Según Tipo de Empresa 2002-2008												
TIPO	2002	%	2003	%	2004	%	2005	%	2006	%	2007	%
Microempresas	12.838	95,00%	13.137	95,62%	14.464	96,23%	15.185	96,08%	17.231	96,40%	18.558	96,51%
PYMES	513	3,83%	536	3,90%	566	3,77%	490	3,12%	620	3,52%	672	3,49%
MI PYMES	13.351	99,63%	13.673	99,52%	15.030	99,79%	15.685	99,87%	17.859	99,70%	19.230	99,75%
Grandes	50	0,37%	66	0,48%	32	0,21%	20	0,13%	39	0,22%	48	0,25%
TOTAL	13.401	100%	13.739	100%	15.062	100%	15.705	100%	17.898	100%	19.278	100%

Fuente: CÁMARA DE COMERCIO DE SANTA MARTA. Análisis de actividad empresarial del Magdalena 2002-2006 y 2004-2008. Santa Marta: El autor.

Gráfica 1. Estructura Empresarial del Magdalena 2002-2008



Fuente: Basado en CÁMARA DE COMERCIO DE SANTA MARTA. Análisis de actividad empresarial del Magdalena 2002-2006 y 2004-2008. Santa Marta: El autor.

En el período de análisis se aprecia que el departamento del magdalena pasó de tener un total de MiPymes de 13.351 en el año 2002 a 20.495 en el año 2008, presentándose un crecimiento del 153,5%. A continuación se muestra el análisis por estructura empresarial en las Microempresas y Pymes del Magdalena.

ASPECTOS METODOLOGICOS

Esta es una investigación con enfoque empírico analítico, en cuanto el interés de medición guía la investigación hacia una ruta de orden explicativo de lo que se percibe y por consiguiente exige una metodología de orden cuantitativo; se optó por una validación de información a partir del uso de un instrumento de encuesta, el cual se aplicó una muestra representativa equivalente al 10% de la población del total de MiPymes industriales de la ciudad de Santa Marta, realizando una medición de los Factores como:

Factores Económicos:



Número de Empleados

Factores Tecnológicos:

-  Uso de Herramientas Genéricas
-  Uso Correo Electrónico
-  Uso Computadores
-  Cantidad de Usuarios de Computadores
-  Frecuencia de Uso de los Computadores
-  Cantidad de Usuarios de Computadores con Acceso a Internet
-  Cantidad de Usuarios de Teléfonos Celulares Provistos por la Organización
-  Áreas de Utilización de Tecnología
-  Utilización de Tecnología en la Comercialización
-  Frecuencia de Compra de Sistema de Información

Factores de Usabilidad y Servicio:

-  Servicios y Actividades Utilizadas con Internet
-  Información Consultada en Internet

Factor Proveedores Tecnológicos:

-  Ubicación de Proveedores Tecnológicos

Posterior a la medición de los factores se continuó con el análisis de las variables analizadas para determinar el nivel de apropiación, basado en la usabilidad de las Tecnologías de la Información y la Comunicación según la siguiente clasificación:

Tabla 2. Clasificación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación.

TIC's Básicas	TIC's Avanzadas
Celulares	Comunicaciones inalámbricas
Computadores	Extranet
Comunicaciones de Banda Ancha	Intranet
Buzón de Correo Electrónico	Red área local LAN
Fax	Redes ópticas
Internet	Pagina Web
Telefonía Fija	Sistemas de radio (Trunking)
	Sistemas de Información
	Telefonía sobre protocolo IP (VoIP)

--	--

Fuente: Autores.

Así mismo, se abordó el siguiente plan de muestreo aleatorio:

Tabla 3. Plan de Muestreo

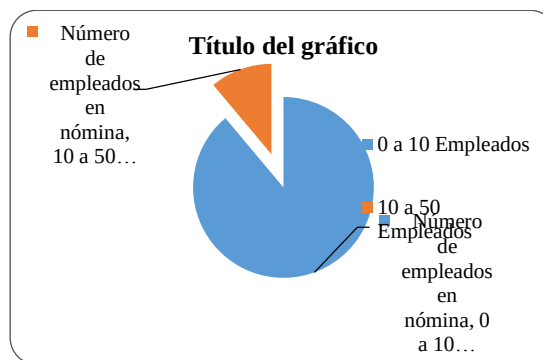
TIPO	N	n
Microempresas	777	81
Pymes	16	15
Total	793	96

Fuente: Autores.

RESULTADOS

En el caso de las MiPymes participantes en la Muestra tenemos lo siguiente:

Gráfica 2. Número de empleados en nómina en las microempresas.

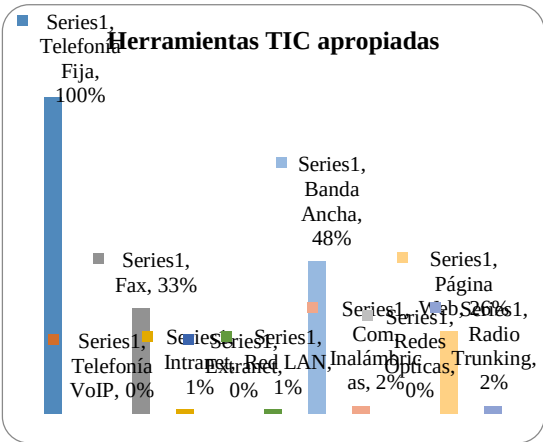


Fuente: Autores

Como se puede apreciar en la Gráfica 2. El 89% de las microempresas industriales de la ciudad de Santa Marta, tienen al interior de su organización menos de 10 empleados en nómina.

Es pertinente resaltar que el número de empleados en nómina es una variable que afecta el monto de inversión en Tecnologías de la Información y la Comunicación, debido que en cuanto sea mayor su valor, mayor debe ser el número de herramientas TIC a utilizar para disminuir la falta de comunicación entre los mismos y el medio.

Gráfica 3. Herramientas TIC apropiadas.



Fuente: Autores

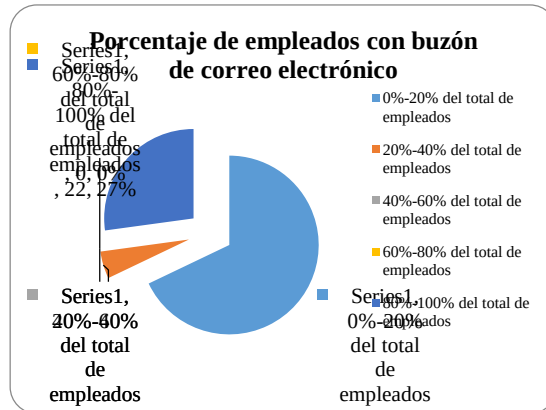
Como se aprecia en la Gráfica 3. Discriminando diferentes tipos de herramientas TIC, en cuanto a su nivel de apropiación, se observa que las microempresas industriales encuestadas presentan un nivel de uso básico de estas, conclusión apoyada por el alto porcentaje de uso de tecnologías básicas como es el caso de la Telefonía Fija 100%, seguido por un 48% con Banda Ancha, un 33% con Fax y un 26% con el uso de Páginas Web.

El nivel de uso de herramientas TIC de avanzada, es menor al 2% en el total de microempresas encuestadas; herramientas tales como Sistemas de Radio Trunking, Intranet, Red de área local LAN, Telefonía sobre protocolo VoIP, Extranet y Redes Ópticas, tienen una utilización nula.

Llama la atención que la segunda herramienta digital más utilizada son las comunicaciones banda ancha, lo cual es indicador alentador de las microempresas, debido a que como se muestra en la revisión bibliográfica, esta es fundamental para la masificación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en una región.

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación de avanzada, son las herramientas digitales que le permiten a las empresas un mayor valor agregado, conllevándolas a crear una mayor ventaja competitiva frente a las demás organizaciones de la ciudad y del país. De allí que, su falta de apropiación obstaculiza el crecimiento en cuanto a competitividad y productividad en las microempresas industriales de la ciudad Santa Marta.

Gráfica 4. Porcentaje de empleados con buzón de correo electrónico.

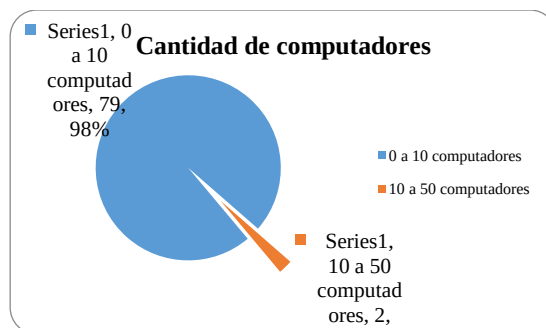


Fuente: Autores

Como se puede apreciar en la Gráfica 4. Es contradictorio el nivel de uso del buzón de correo electrónico en las microempresas encuestadas de Santa Marta, debido a que los dos más grandes porcentajes se ubican en los extremos, con 68% de microempresas que lo utilizan en un porcentaje inferior al 20% del total de empleados y un 27% para quienes lo utilizan en un porcentaje mayor al 80%.

Al analizar las encuestas realizadas se interpreta que las microempresas industriales que poseen un porcentaje de uso del buzón de correo electrónico mayor al 80% del total de empleados son las que su razón social se basa en las producción y comercialización de sus productos, pero en las empresas en donde solo producen y sus procesos de comercialización se realizan a través de terceros su porcentaje de utilización es nulo.

Gráfica 5. Cantidad de computadores en las microempresas.

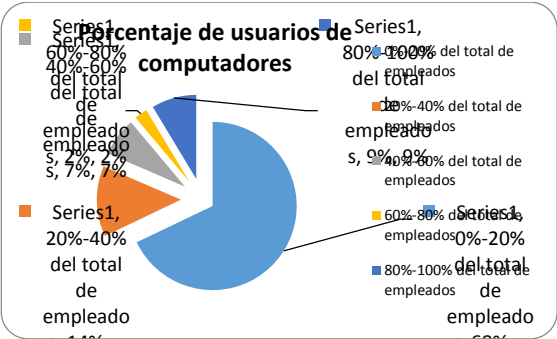


Fuente: Autores

Como se puede apreciar en la Gráfica 5, el 98% de las microempresas industriales encuestadas, presentan al interior de la organización menos de 10 computadores, porcentaje esperado al comparar dicha conclusión con el porcentaje de empleados en nómina.

De lo anterior se debe tener presente que la cantidad de computadores al interior de la organización es una variable clave para la apropiación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, debido a que es una herramienta digital necesaria para acceder otras variables TIC indispensables para su masificación, tales como el internet y las comunicaciones banda ancha.

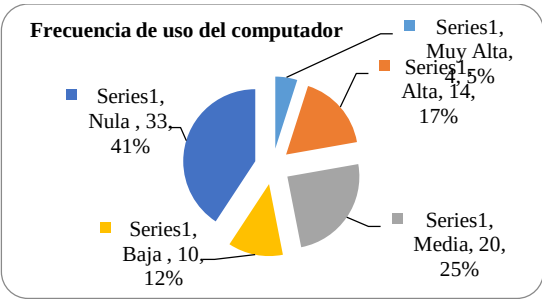
Gráfica 6. Porcentaje de usuarios de computadores en la empresa.



Fuente: Autores

Como se puede apreciar en la Gráfica 6, las microempresas encuestadas de tipo industrial ubicadas en la ciudad de Santa Marta, hacen explicito que el 68% de estas tienen un porcentaje de usuarios del computador menor al 20% del total de empleados, mientras que el 32% restante lo usan más del 40% de sus empleados.

Gráfica 7. Frecuencia de uso del computador.



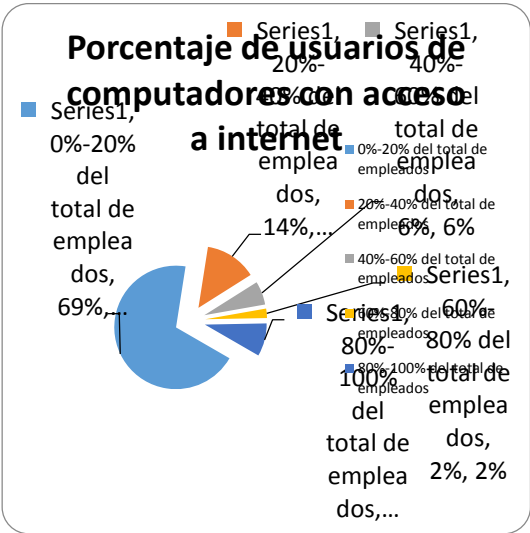
Fuente: Autores

Como se puede apreciar en la Gráfica 7. La frecuencia de uso del computador en las microempresas de tipo industrial encuestadas, se muestra que el 53% presenta una frecuencia de utilización de baja a Nula, frente a un 47% que lo usa frecuentemente.

La frecuencia de uso del computador en las microempresas industriales, es un indicador que muestra, que además del bajo porcentaje de empleados que hacen uso de esta herramienta (afirmación apoyada en análisis anteriores), no hacen uso efectivo de la misma, no implementándolo e introduciéndolo en todos los procesos y funciones de los cargos que tienen acceso a dicha herramienta.

Se intuye que la baja frecuencia de uso de los computadores, se debe a la falta de apropiación de otras Tecnologías de la Información y la Comunicación que se ejecutan por medio de esta herramienta tecnológica.

Gráfica 2. Porcentaje de usuarios de computadores con acceso a Internet.



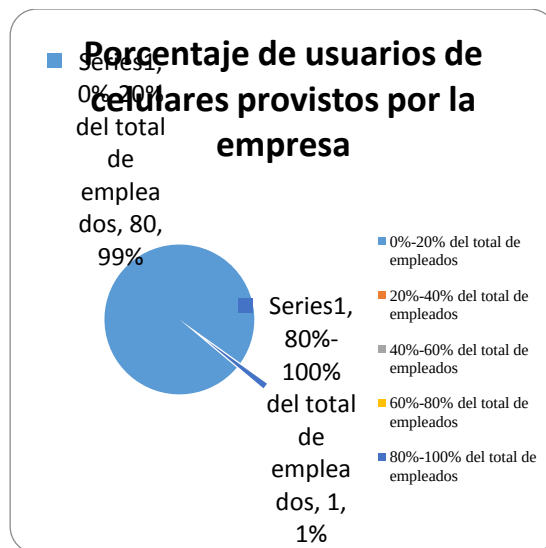
Fuente: Autores

Como se puede apreciar en la Gráfica 8. El 69% de las microempresas de tipo industrial encuestadas, presentan un porcentaje de usuarios de internet menor al 20% del total de empleados, seguido por un 14% que lo utiliza en porcentajes inferiores al 40% del total de empleados, mientras que en tan solo un 17% de las empresas encuestados lo usan más del 40% del total de empleados.

Se ha dejado explícito en la revisión bibliográfica que Colombia es un país que se encuentra por debajo del promedio de los países latinoamericanos en cuanto conectividad, lo cual se ratifica con el anterior análisis en donde la utilización del internet al interior de las microempresas industriales de la ciudad de Santa Marta es muy baja.

El internet es una herramienta TIC necesaria para la realización del comercio electrónico, los cuales son dos factores importantes que obstaculizan masificación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en Colombia, afirmación que se sustenta en el marco teórico que se muestra en la presente investigación.

Gráfica 9. Porcentaje de usuarios que usan celulares provistos por la empresa.



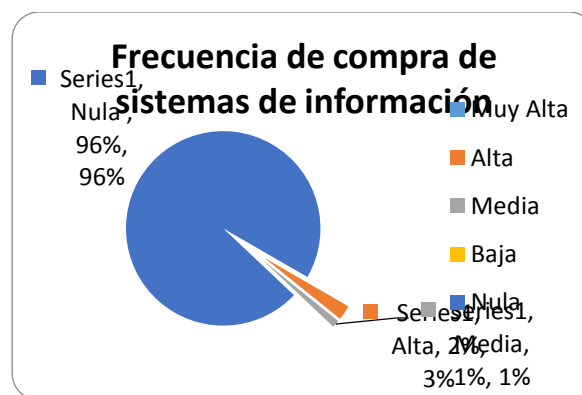
Fuente: Autores

Como se puede apreciar en la Gráfica 9. Las microempresas de tipo industrial encuestadas de la ciudad muestran que el 99% provee con telefonía celular a un porcentaje menor al 20% del total de empleados, mientras que solo un 1% provee con teléfonos celulares a un porcentaje superior al 80% del total de empleados.

Se debe resaltar que las microempresas al momento de ser encuestadas comunicaron informalmente que la selección del rango de 0 a 20% del total de empleados se realizó por ser el mínimo permitido en el instrumento de medición, dejando explicito que su valor real es tendiente a cero.

Uno de los factores incidentes en el bajo uso de la telefonía celular al interior de las microempresas, como herramienta facilitadora en la comunicación entre los empleados y el medio, es al alto porcentaje de uso la de telefonía fija, permitiendo concluir que las microempresas prefieren apoyarse más en la telefonía fija que en la móvil.

Gráfica 10. Frecuencia de compra de sistemas de información.

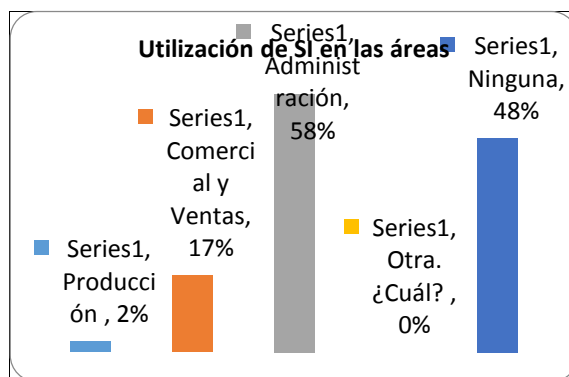


Fuente: Autores

Como se puede apreciar en la Gráfica 10. El 96% de las microempresas industriales encuestadas de Santa Marta, presentan una pobre frecuencia en la compra de software ó Sistemas de Información (SI) como agente facilitador del manejo de la información y comunicación dentro de las diferentes áreas de la organización, mientras que tan solo un 4% adquieren sistemas de información de una manera más frecuente.

Los sistemas de información en las empresas industriales a nivel nacional son muy utilizados, debido a que es una herramienta digital que hace efectivo los procesos de comunicación entre los departamentos, además como se deja explícito en el marco teórico, permite estar informado de la situación real de las áreas de la compañía con la generación de reportes que faciliten el análisis para la toma de decisiones, pudiéndose concluir del párrafo anterior, que las microempresas industriales de la ciudad de Santa Marta ya adquirieron este recurso y no están interesadas en volverlo a adquirir o por el contrario no lo han adquirido en ninguna etapa de su crecimiento industrial.

Gráfica 3. Utilización de sistemas de información (SI) en las áreas.



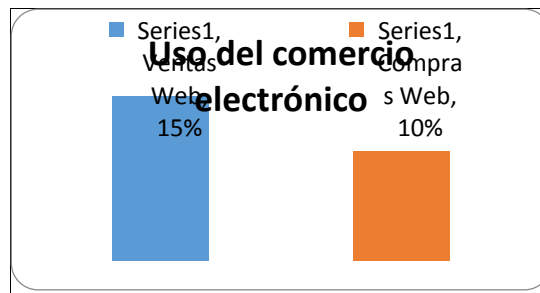
Fuente: Autores

Como se puede apreciar en la Gráfica 11. Las microempresas encuestadas de tipo industrial de Santa Marta, muestran que el área administrativa es la que mas hace uso de software/Sistemas de Información (SI) con 58%, frente a un 48% que no lo utiliza en ninguna de las áreas, mientras que solo un 17% lo usa en el área de Comercial y Ventas y un porcentaje incipiente (menor a 2%) en el área de Producción.

La utilización de los sistemas de información en las diferentes áreas de las microempresas industriales de Santa Marta, responde al interrogante planteado en el análisis de la Gráfica 15. Haciéndose explícito que alrededor del 48% de las organizaciones, no han adquirido y por ende no hacen uso de estas herramientas.

Las microempresas al carecer de infraestructura informática (computadores) como un recurso TIC indispensable para la utilización de los sistemas de información, se puede concluir que es una limitante para la utilización de los SI en estas.

Gráfica 4. Uso del comercio electrónico.



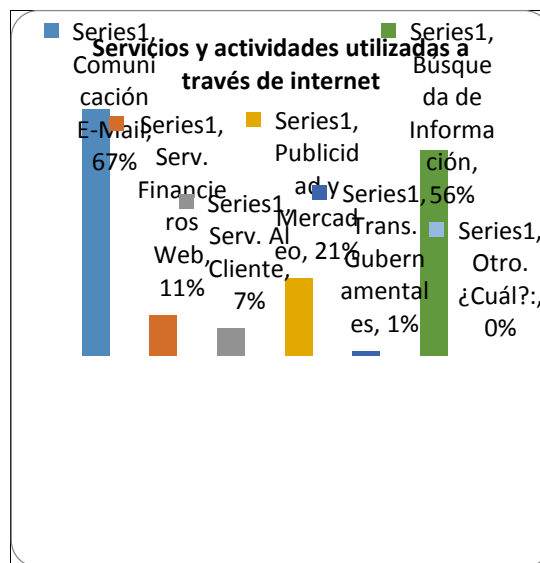
Fuente: Autores

Como se aprecia en la Gráfica 12. Las microempresas de tipo industrial encuestadas poseen un nivel bajo de apropiación de TIC en los procesos de comercialización, lo cual se hace evidente porque solo un 15% realiza Ventas de productos ó servicios a través de la Web, seguido por un 10% que realiza Compras de productos a través de la Web.

En la revisión bibliográfica se expone claramente que el comercio electrónico (e-commerce) es uno de los tres pilares fundamentales para la masificación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en una región o país, acompañado de la conectividad (internet) y las comunicaciones de banda ancha.

De lo anterior se puede concluir que las microempresas industriales de la ciudad de Santa Marta como presentan un nivel bajo de apropiación de TIC en los procesos de comercialización, acompañado de una baja utilización del internet y un mediano uso de las comunicaciones banda ancha no poseen los mínimos recursos digitales para ser productivos y competitivos en el mercado si no se adoptan medidas que promuevan la masificación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la ciudad.

Gráfica 5. Servicios y actividades utilizados a través de internet.

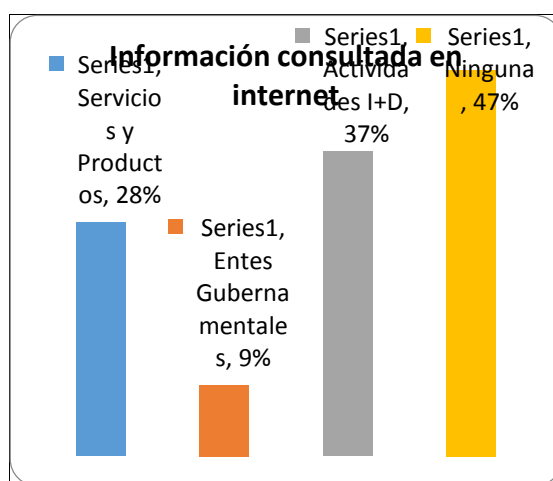


Fuente: Autores

Como se puede apreciar en la Gráfica 13. El 60% de las microempresas industriales encuestadas utilizan el internet para servicios básicos como son la comunicación vía E-Mail y búsqueda de Información, dejando rezagado servicios como los de publicidad y mercadeo, los dirigidos al cliente y las transacciones gubernamentales que tan solo alcanzan un nivel de utilización del 21%.

La comunicación vía e-mail y la búsqueda de información son los servicios digitales más realizados a través de la web, más elementales y de menor valor agregado, lo cual permite concluir que además del bajo porcentaje de usuarios del internet en las microempresas, los pocos empleados que lo utilizan lo están subutilizando, dejando de usar servicios que les permitirían ser más eficientes en procesos como la publicidad y mercadeo, los cuales constituyen pilares esenciales para el posicionamiento de un producto o servicio en el mercado objetivo, caso similar sucede con los procesos de servicio al cliente, los cuales son fundamentales para aumentar los niveles de satisfacción de los consumidores.

Gráfica 6. Tipo de información consultada en Internet.



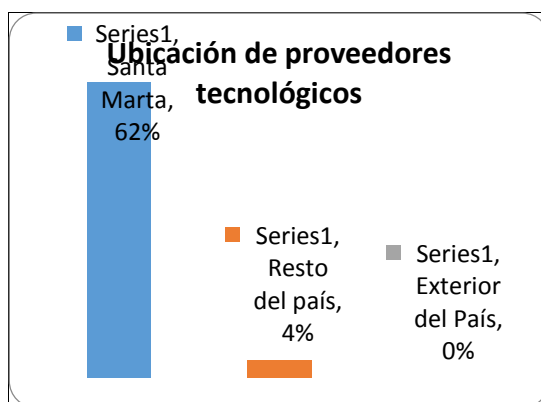
Fuente: Autores

Como se puede apreciar en la Gráfica 14. Las microempresas industriales encuestadas muestran que el 47% no consultan ningún tipo de información en la Web, mientras que actividades de investigación y desarrollo, información acerca de productos y servicios y entes gubernamentales son inferiores al 40%.

Se debe resaltar que aunque el mayor porcentaje no consulta ningún tipo de información en la web, existe un porcentaje considerable que investiga acerca de actividades de investigación y desarrollo, actividad de ciencia & tecnología fundamentales para incentivar la transferencia tecnológica y el incremento competitivo de las microempresas encuestadas.

La consulta de información acerca de productos y servicios y entes gubernamentales es importante para el continuo mejoramiento y actualización de la regulación de la actividad empresarial por parte del gobierno nacional.

Gráfica 7. Ubicación de los proveedores TIC.



Fuente: Autores

Como se puede apreciar en la Gráfica 15. El 62% de las microempresas industriales encuestadas ubican a sus proveedores tecnológico-informático en la ciudad de Santa Marta, permitiendo afirmar que el sector de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la ciudad tiene un mediano desarrollo, seguido por un 4% que los ubica en el resto del país.

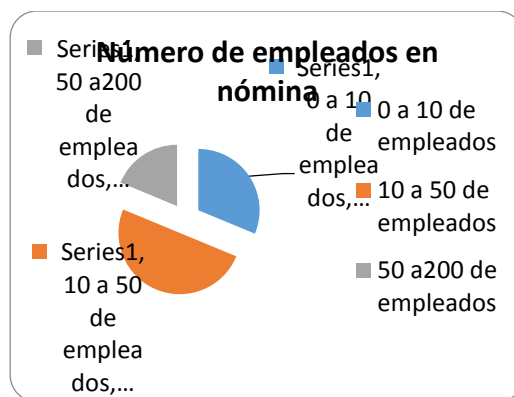
Llama la atención al momento de realizar el trabajo de campo, como acerca del 36% de las empresas encuestadas, al momento de diligenciar el instrumento de medición (encuesta) no seleccionan ninguna de las tres opciones presentadas, bien sea por desconocimiento de sus proveedores o por la falta de estructuración en este componente.

En la revisión bibliográfica el sector tecnológico e informático del país se ha mostrado un crecimiento en los últimos años contribuyendo al desarrollo de negocios electrónicos y un aumento de la productividad, afirmación que se hace evidente con el mediano desarrollo del sector de las TIC en la ciudad de Santa Marta.

La ubicación de los proveedores tecnológicos es un indicador que se debe mirar de forma optimista, pero es importante resaltar por las conclusiones realizadas anteriormente, que por la baja apropiación de TIC de avanzada y de mayor valor agregado, el sector TIC de la ciudad suministra a las microempresas solo con herramientas digitales básicas, debido a que es lo que hasta el momento el mercado le ha demandado.

De lo anterior se concluye que al momento del incentivo de un mayor nivel de apropiación TIC en las microempresas de Santa Marta, se debe ir de la mano con el estímulo del crecimiento del sector tecnológico-informático, debido a que se hace necesario el cumplimiento de las dos condiciones para el desarrollo competitivo del Distrito de Santa Marta.

Gráfica 16. Número de empleados en nómina en las pymes.

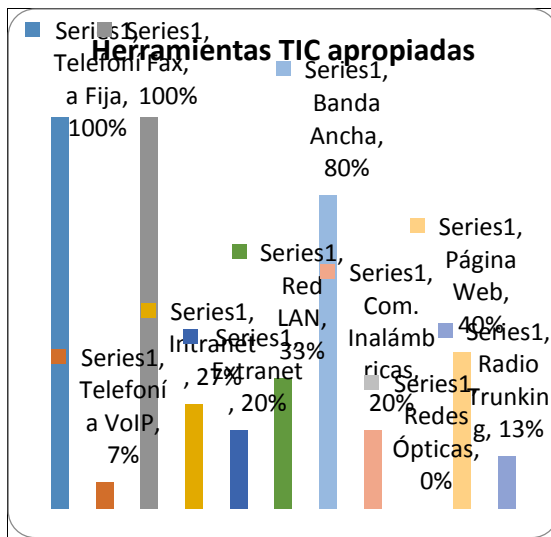


Fuente: Autores

La Ley 905 del 2004 define que es una pequeña y mediana empresa en Colombia, se dice en primera instancia que una pequeña empresa es toda actividad empresarial con planta de personal entre los 11 a 50 empleados, mientras que mediana empresa es toda actividad empresarial con planta de personal entre los 51 a 200 empleados.

Como se puede apreciar en la Gráfica 16. Y según el párrafo anterior, se concluye que del total de Pymes encuestadas, el 50% son pequeñas, frente a un 31% de medianas, quedando pendiente por definir el 19% restante, que como no encaja en ninguna de las dos definiciones anteriores, se debe mirar su monto de activos como segunda instancia, lo cual se puede observar con mayor detalle en la revisión bibliográfica de la investigación.

Gráfica 178. Herramientas TIC apropiadas.



Fuente: Autores

Como se puede apreciar en la Gráfica 17. Discriminando diferentes tipos de herramientas TIC, en cuanto a su nivel de apropiación se observa que las pequeñas y medianas empresas industriales presentan una alta apropiación de

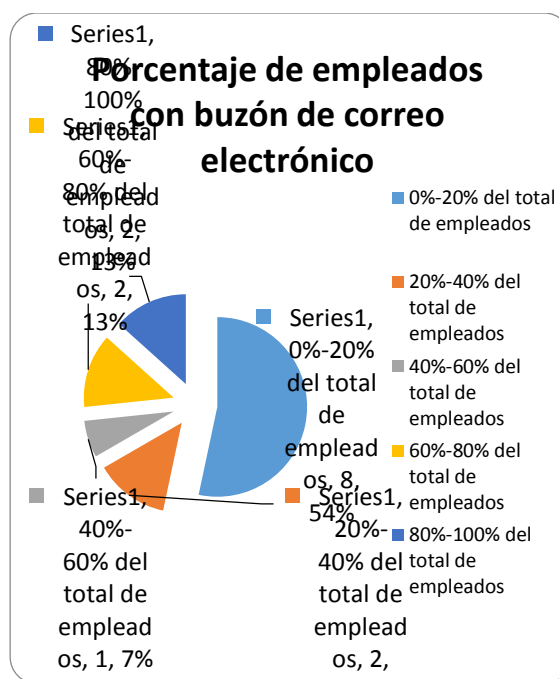
herramientas TIC básicas, conclusión apoyada en el alto porcentaje de uso de Telefonía Fija y Fax con un 100%, seguida por un 80% de Banda Ancha y un 40% de Páginas Web.

Además se puede afirmar que la infraestructura instalada en Tecnologías de la Información y la Comunicación en las Pymes es de tipificación media, debido a que un porcentaje menor del 33% tiene apropiación de herramientas TIC de avanzada (Red área local LAN, Intranet, Extranet, Comunicaciones Inalámbricas, Sistemas de Radio Trunking, Telefonía VoIP y redes ópticas), adicionalmente del alto porcentaje de uso de TIC básicas.

Llama la atención que la tercera herramienta digital más utilizada con un 80% son las comunicaciones banda ancha, lo cual es indicador alentador de las Pymes, debido a que como se muestra en la revisión bibliográfica, esta es fundamental para la masificación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en una región.

Las Tecnologías de la Información y la Comunicación de avanzada, son las herramientas digitales que le permiten a las empresas un mayor valor agregado, conllevándolas a crear una mayor ventaja competitiva frente a las demás organizaciones de la ciudad y del país. De allí que, su media apropiación continua siendo un obstáculo al crecimiento en cuanto competitividad y productividad en las pequeñas y medianas empresas industriales de la ciudad Santa Marta.

Gráfica 18. Porcentaje de empleados con buzón de correo electrónico.



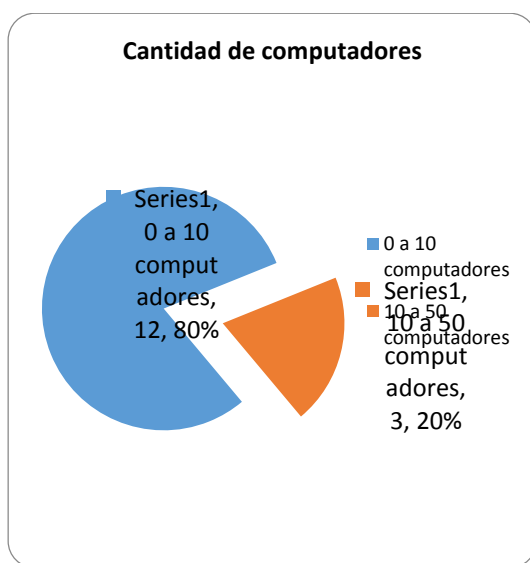
Fuente: Autores

Como se puede apreciar en la Gráfica 18. Las pequeñas y medianas empresas de tipo industrial ubicadas en la ciudad de Santa Marta, muestran que en el 54% de estas poseen un nivel de uso del correo electrónico en una cantidad inferior al 20% del total de empleados, frente a un 46% que lo usa en porcentajes superiores, lo cual nos permite interpretar que

el nivel de uso del correo electrónico es de Bajo a Medio, causado por el uso incipiente (Nulo) en más del 50% de las Pymes encuestadas.

El buzón de correo electrónico es un recurso TIC utilizado en la industria nacional para hacer un continuo y reciproco envío de la información entre los diferentes puestos de trabajo de una organización, pero para poder hacer uso de este es indispensable la tenencia de otras herramientas tecnológicas como son el caso de computadores e internet, por ello, se debe analizar si el bajo nivel de utilización de esta herramienta TIC se debe a la carencia de estos dos recursos fundamentales.

Gráfica 9. Cantidad de computadores en las pymes.



Fuente: Autores

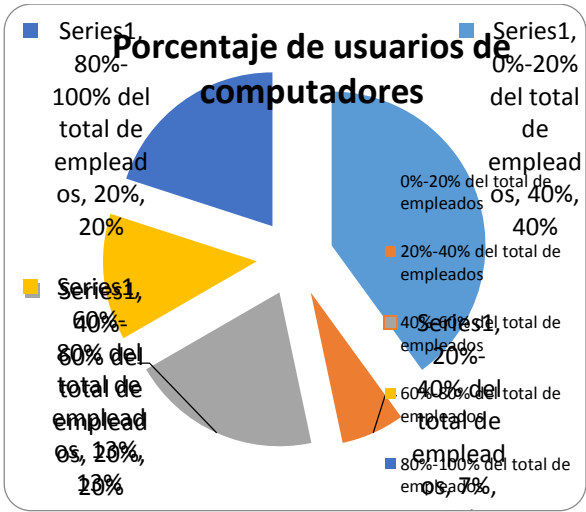
Como se puede apreciar en la Gráfica 19, las pequeñas y medianas empresas de tipo industrial ubicadas en la ciudad de Santa Marta, muestran que el 80% tienen menos de 10 computadores al interior de sus organizaciones, el cual es un valor bajo contrastado con el 81% de las mismas que tienen hasta 50 empleados en nomina.

De lo anterior se debe tener presente que la cantidad de computadores al interior de la organización es una variable clave para la apropiación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, debido a que es una herramienta digital necesaria para acceder otras variables TIC indispensables para su masificación, tales como el internet y las comunicaciones banda ancha, además de la utilización de otras herramientas como por ejemplo el buzón de correo electrónico.

En el presente análisis se hace evidente la poca cantidad de computadores al interior de las pequeñas y medianas empresas industriales, el cual es un indicador desalentador del uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, debido a que el computador se puede convertir en un cuello de botella para la apropiación de dichas tecnologías, afirmación que se ha dejado explícita repetitivamente en análisis anteriores; esta herramienta digital inhibe a las organización de la utilización de otros recursos TIC, frenando su utilización hasta que las empresas decidan hacer un mayor uso de este.

Además en el presente análisis se comprueba la hipótesis planteada de que el bajo uso del buzón de correo electrónico se debe a la baja utilización del computador. Por otra parte, se debe recomendar a la Administración Distrital de Santa Marta adelantar estrategias para incrementar la implementación de este recurso en los procesos productivos de la actividad empresarial.

Gráfica 10. Porcentaje de usuarios de computadores en la empresa.



Fuente: Autores

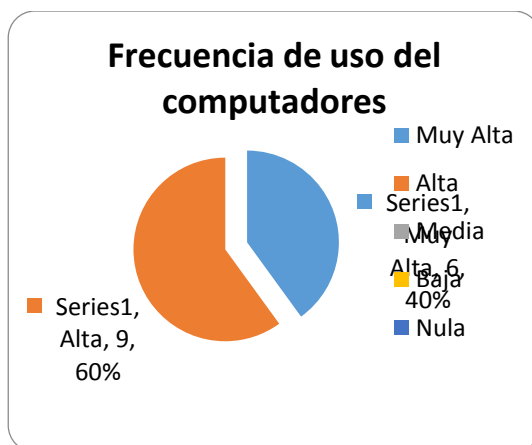
Como se puede apreciar en la Gráfica 20, las pequeñas y medianas empresas de tipo industrial ubicadas en la ciudad de Santa Marta, muestra que en el 40% tienen un porcentaje de usuarios del computador menor al 20% del total de empleados, seguido de un 20% de Pymes que lo utilizan entre el 40% y el 60% y entre el 80% y el 100%.

Por el análisis de la Gráfica 20. Se podía anticipar el bajo porcentaje de usuarios del computador alrededor del 40% de las Pymes, debido a que su cantidad es significativamente menor al total de empleados en nómina, son pocos los cargos que pueden tener acceso a esta herramienta digital.

Se concluye que la baja frecuencia de uso de los computadores, se debe a la falta de apropiación de otras Tecnologías de la Información y la Comunicación que se ejecutan por medio de esta herramienta tecnológica.

Por otra parte, aunque el mayor porcentaje de las Pymes ubican sus usuarios del computador menor al 20% del total de empleados, se debe resaltar que un 33% de estas poseen un porcentaje de usuarios del computador mayor al 60%, mostrando que existen pequeñas y medianas empresas con un alto uso y apropiación de esta herramienta.

Gráfica 11. Frecuencia de uso del computador.



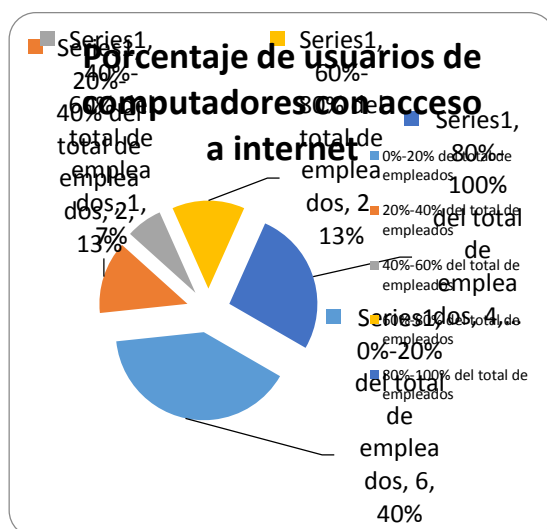
Fuente: Autores

Como se puede apreciar en la Gráfica 21. Las pequeñas y medianas empresas de tipo industrial ubicadas en la ciudad de Santa Marta, muestran que la frecuencia de uso de los computadores al interior de la organización por los empleados que utilizan uno en su jornada diaria laboral es de Alta a Muy alta.

La frecuencia de uso del computador por parte de la Pymes industriales encuestadas es un indicador alentador, debido a que la frecuencia de uso es significativamente alta, mostrando que hacen un uso efectivo de la cantidad de computadores disponibles.

De lo anterior, se hace explicito que para la apropiación de más Tecnologías de la Información y la Comunicación que requieran el uso del computador, las Pymes industriales de la ciudad de Santa Manta deben incurrir en la compra de equipos informáticos.

Gráfica 12. Porcentaje de usuarios de computadores con acceso a internet.



Fuente: Autores

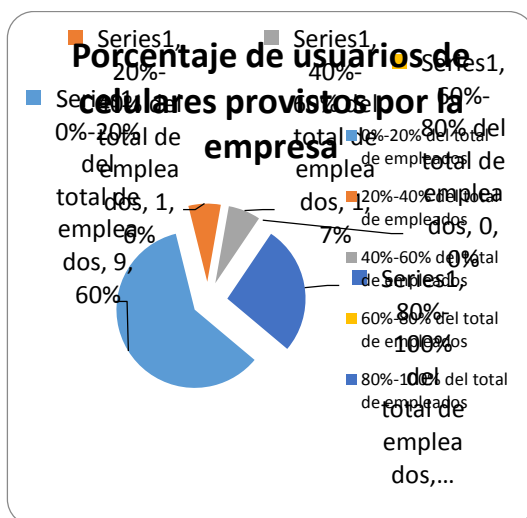
Como se puede apreciar en la Gráfica 22, las pequeñas y medianas empresas de tipo industrial ubicadas en la ciudad de Santa Marta encuestadas, muestran que en el 53% tienen un porcentaje de usuarios de internet menor al 40% del total de empleados, frente a un 47% restante que lo usan en porcentajes superiores.

Se ha dejado explicito en la revisión bibliográfica que Colombia es un país que se encuentra por debajo del promedio de los países latinoamericanos en cuanto conectividad, lo cual se ratifica con el anterior análisis en donde la utilización del internet al interior de las Pymes industriales de la ciudad de Santa Marta es baja.

El internet es una herramienta TIC necesaria para la realización del comercio electrónico, los cuales son dos factores importantes que obstaculizan masificación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en Colombia, afirmación que se sustenta en el marco teórico que se muestra en la presente investigación.

Al realizar una comparación entre el análisis del porcentaje de usuarios de internet y el porcentaje de usuarios del computador en las Pymes industriales de la ciudad de Santa Marta, se puede observar que la variación de los porcentajes es mínima, permitiendo concluir que casi la totalidad de los usuarios del computador al interior de las pequeñas y medianas empresas tienen acceso a internet.

Gráfica 13. Porcentajes de empleados que usan celulares provistos por la empresa.



Fuente: Autores

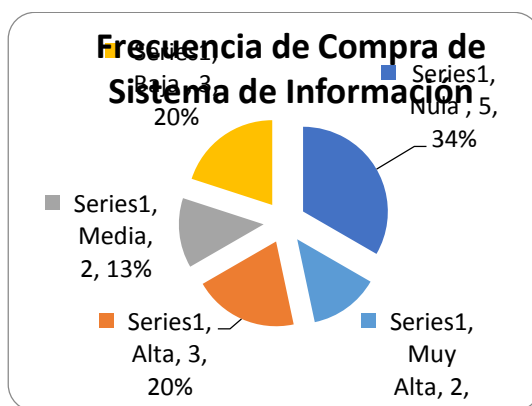
Como se puede apreciar en la Gráfica 23, las pequeñas y medianas empresas industriales encuestadas, muestran que el nivel de uso de Telefonía Celular provista por las pequeñas y medianas empresas a sus empleados se ubica en los extremos, con un 60% para quienes la proveen en un porcentaje menor al 20% del total de empleados y un 27% para las Pymes que la proveen en un porcentaje superior al 80% del total de empleados.

Uno de los factores incidentes en el bajo uso de la telefonía celular al interior de las Pymes, como herramienta facilitadora en la comunicación entre los empleados y el medio, es el alto porcentaje de uso de la telefonía fija, permitiendo concluir que las pequeñas y medianas empresas prefieren apoyarse más en la telefonía fija que en la móvil.

Por otra parte la telefonía celular es una de las herramientas TIC más utilizadas cotidianamente por los ciudadanos del país, apoyándose las organizaciones en la compra particular por parte de los trabajadores, para no tener que incurrir en este costo.

Es importante resaltar, que a manera de comunicación informal las pequeñas y medianas empresas industriales al momento de ser encuestadas, informaron que el porcentaje de empleados que las empresas proveen con telefonía móvil son los altos cargos administrativos.

Gráfica 14. Frecuencia de compra de sistema de información.

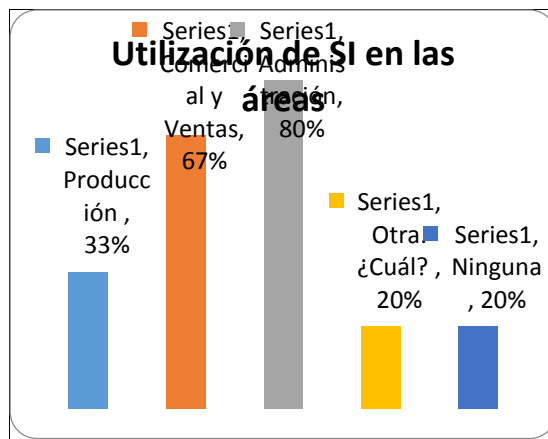


Fuente: Autores

Como se puede apreciar en la Gráfica 24. Las pequeñas y medianas empresas de tipo industrial encuestadas, muestran que el 54% presentan entre una Baja a Nula frecuencia de compra de software o Sistemas de Información (SI), frente a un 47% que lo adquieren con frecuencia (Mediana, alta o muy alta).

Por otra parte, existe un 46% de pymes que poseen una frecuencia de compra de sistemas de información de media a muy alta, el cual es un indicador un poco alentador debido a que un porcentaje significativo tienen apropiada esta herramienta TIC.

Gráfica 15. Utilización de sistemas de información (SI) en las áreas.



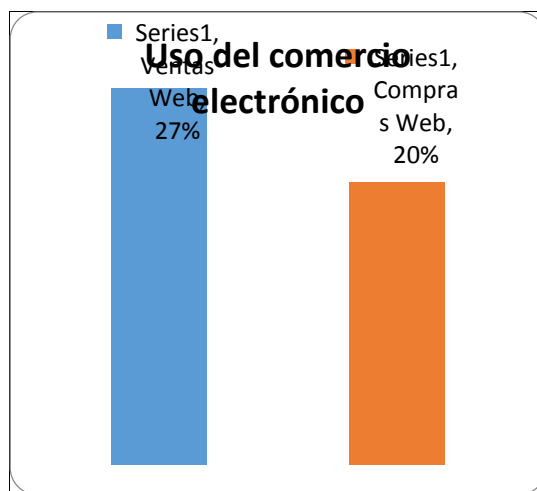
Fuente: Autores

Como se aprecia en la Gráfica 25. Las pequeñas y medianas empresas industriales encuestadas, muestran que el área administrativa con un 80% es la que más usa software ó SI, seguido por un 67% que lo usa en el área de Comercial y Ventas, un 33% en el área de producción y solo un 20% no lo utiliza en ningunas de las áreas. Es pertinente resaltar que un 20% de las empresas encuestadas afirman utilizar software ó SI en áreas diferentes de las antes mencionadas, destacándose el área de Diseño e Ingeniería con un 13%.

La utilización de los sistemas de información en las diferentes áreas de las pequeñas y medianas empresas industriales de Santa Marta, responde al interrogante planteado en el análisis de la Gráfica 29. Haciéndose explicito que solo un 20% de las Pymes encuestadas no han adquirido este recurso digital, mientras que el 34% lo adquirieron pero no están muy interesados en volverlo a adquirir.

Los computadores son un recurso TIC indispensable para la utilización de los sistemas de información, por el alto porcentaje de utilización de SI en el área administrativa se puede concluir que el porcentaje de empleados que hacen uso del computador al interior de las pequeñas y medianas empresas son los que ocupan cargos administrativos.

Gráfica 16. Uso del comercio electrónico.



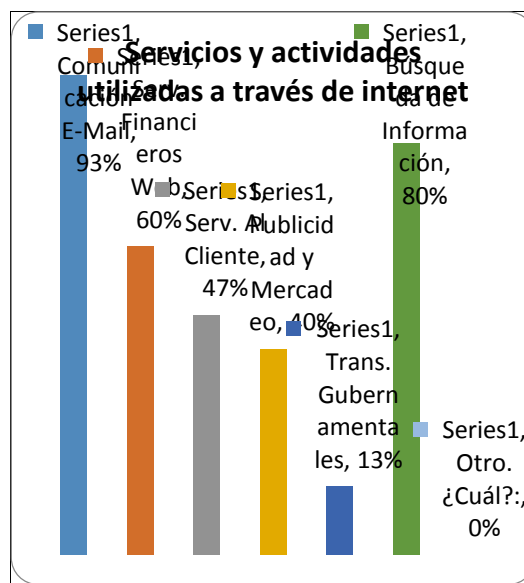
Fuente: Autores

Como se puede apreciar en la Gráfica 26. Las pequeñas y medianas empresas de tipo industrial encuestadas, muestran que en los procesos de comercialización poseen un nivel bajo de apropiación de TIC en entornos Web, lo cual se hace evidente porque solo un 27% realiza Ventas de productos ó servicios a través de la Web, seguido por un 20% que realiza Compras de productos a través de la Web,

En la revisión bibliográfica se expone claramente que el comercio electrónico (e-comercio) es uno de los tres pilares fundamentales para la masificación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en una región o país, acompañado de la conectividad (internet) y las comunicaciones banda ancha.

De lo anterior se puede concluir que las pequeñas y medianas empresas industriales de la ciudad de Santa Marta, como presentan un nivel bajo de apropiación TIC en los procesos de comercialización, acompañado de mediana utilización del internet y un alto uso de las comunicaciones banda ancha, deben de trabajar en el fortalecimiento del e-comercio y la conectividad para poseer los mínimos recursos digitales que los conlleven a ser productivos y competitivos en el mercado a través de la masificación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la ciudad.

Gráfica 17. Servicios y actividades utilizados a través de internet.

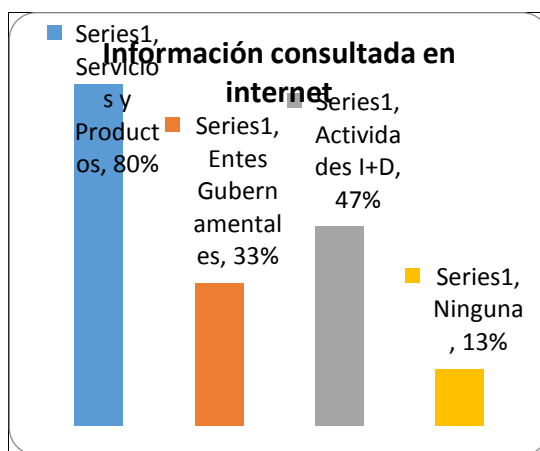


Fuente: Autores

Como se puede apreciar en la Gráfica 27. Las pequeñas y medianas empresas de tipo industrial encuestadas muestran que usan el internet en un nivel alto para servicios electrónicos básicos como son la comunicación vía e-mail y búsqueda de información; en los servicios electrónicos más avanzados presentan un nivel medio de uso sustentado en el 60% de las empresas que acceden a servicios financieros electrónicos, seguido por un 47% que realiza servicio al cliente, un 40% para realizar publicidad y mercadeo y un 13% para transacciones gubernamentales.

La comunicación vía e-mail y la búsqueda de información son los servicios digitales más realizados a través de la web, más elementales y de menor valor agregado. Pero por otra parte, las pequeñas y medianas empresas industriales de Santa Marta hacen un uso significativo de esta herramienta digital, incorporándola en procesos importantes como son el caso de la publicidad y mercadeo, seguido por el servicio al cliente el cual es indispensable para aumentar los niveles de satisfacción de los consumidores y por el área financiera, accediendo a servicios financieros electrónicos.

Gráfica 18. Tipo de información consultada en internet.



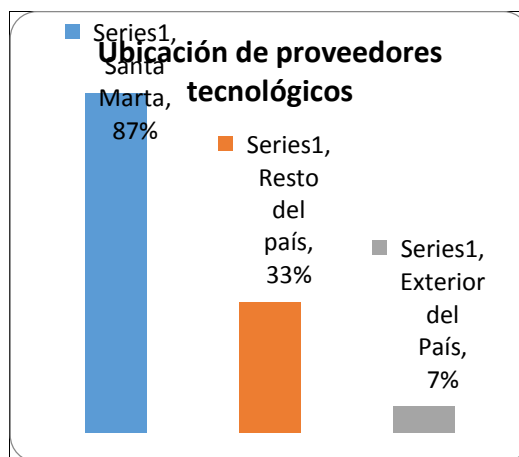
Fuente: Autores

Como se puede apreciar en la Gráfica 28. Las pequeñas y medianas empresas de tipo industrial encuestadas, muestran que el 80% consultan acerca de servicios y productos, seguido por un 47% que consultan actividades de Investigación y Desarrollo (I+D) y un 33% que realizan la búsqueda de información sobre entes gubernamentales.

Se debe resaltar que aunque el mayor porcentaje no consulta ningún tipo de información acerca de productos y servicios, existe un porcentaje considerable que investiga acerca de actividades de investigación y desarrollo, actividad de ciencia & tecnología fundamental para incentivar la transferencia tecnológica y el incremento competitivo de las pequeñas y medianas empresas industriales.

La consulta de información acerca de productos y servicios y entes gubernamentales son importantes para el continuo mejoramiento y actualización de la regulación de la actividad empresarial por parte del gobierno nacional, mientras que solo un 13% de las Pymes encuestadas no les interesa la búsqueda de información en la web.

Gráfica 29. Ubicación de los proveedores TIC.



Fuente: Autores

Como se puede apreciar en la Gráfica 29. Las pequeñas y medianas empresas industriales encuestadas, muestran que el sector de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la ciudad de Santa Marta tiene un mediano desarrollo, afirmación apoyada en el 87% de las Pymes que ubican a sus proveedores tecnológico-informático en la ciudad, seguido por un 33% que los ubica en el resto del país y solo un 7% que los ubica en el exterior del país.

La ubicación de los proveedores tecnológicos es un indicador que se debe mirar de forma optimista, pero es importante resaltar por las conclusiones realizadas anteriormente, que el porcentaje de Pymes que ubican sus proveedores TIC en el resto del país es el mismo porcentaje que apropia Tecnologías de la Información y la Comunicación de avanzada,

permitiendo intuir que el sector TIC de la ciudad está en la capacidad solo de abastecer con TIC básicas a las pequeñas y medianas empresas, mientras que las TIC de avanzada son suministradas a la ciudad por otras partes del país.

De lo anterior se concluye, que al momento del incentivo de un mayor nivel de apropiación TIC en las Pymes de Santa Marta, se debe ir de la mano con el estímulo del crecimiento del sector tecnológico-informático, debido a que se hace necesario el cumplimiento de las dos condiciones para el desarrollo competitivo del Distrito de Santa Marta.

CONCLUSIONES

Luego de aplicar el instrumento y tabular los datos obtenidos, se puede concluir que:

El nivel de apropiación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en las microempresas se ve sesgado por la mínima utilización e inversión en herramientas TIC de avanzada, destacándose la alta apropiación en herramientas básicas como son el caso de: **Telefonía Fija, Banda Ancha y Fax.**

La revisión bibliográfica previamente mostrada afirma que Colombia está por debajo del nivel latinoamericano en la masificación de las TIC, en donde la actividad microempresarial del sector industrial de Santa Marta asume como propia tal afirmación, presentando una baja inversión en tecnologías. Esta situación es un poco más alentadora en las pequeñas y medianas empresas, en donde la apropiación y uso de Tecnologías de la Información y la Comunicación básicas es muy alta, además el 33% de las Pymes invierten en TIC de avanzada.

El porcentaje de microempresas que poseen página web pertenecen en una mayor proporción a las confecciones, lo cual se explica por ser este un sector de alta difusión que hace uso de esta herramienta para la introducción en nuevos mercados de la región, dejando en evidencia que las demás actividades empresariales no hacen uso de dicha herramienta.

El número de computadores al interior de las microempresas no se considera bajo si se contrasta con el número de empleados en nómina, pero al momento de la realización de la encuesta, a manera de comunicación personal, las microempresas expresaron que la selección de este rango se debía al mínimo permitido en el instrumento de medición, siendo su valor real tendiente a cero.

Por otro lado, la compra y frecuencia de uso del computador en las microempresas como herramienta tecnológica facilitadora de la compilación, almacenamiento y trata de datos es significativamente baja lo que establece una limitante para la apropiación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación, debido a que para acceder a servicios y herramientas tales como el internet, comunicaciones banda ancha, intranet, extranet, red de área local LAN, redes ópticas, sistemas de información, comunicaciones inalámbricas, entre otros, es indispensable su apropiación.

La frecuencia de uso del computador al interior de las pequeñas y medianas empresas es alta, aunque poseen un bajo número de computadores comparado con el número total de empleados en nómina. En realidad los que se poseen son altamente utilizados, indicador alentador por ser una de las herramientas TIC que permite e incentiva la apropiación de más tecnología.

Con base en esto, se puede concluir que las MiPymes industriales de la ciudad de Santa Marta, proveen un bajo nivel de telefonía celular y buzón de correo electrónico a sus empleados como medios facilitadores de la comunicación, lo

que permite concluir que las micro, pequeñas y medianas empresas de la ciudad de Santa Marta prefieran comunicarse por medio de otras herramienta como es el caso de la telefonía fija que se utiliza en el 100% de estas. Para llenar el vacío tecnológico, las empresas se apoyan en otras opciones que no siempre son las más rentables para la empresa; el caso específico de la telefonía celular, se evita ese costo con la compra particular de telefonía móvil.

En el marco teórico presentado anteriormente se expone que la utilización del internet, las comunicaciones banda ancha y el comercio electrónico son herramienta digitales necesarias para la masificación de las TIC y la reducción de la brecha digital en un país o región. Sin embargo, las encuestas realizadas arrojaron que la apropiación y uso del internet y el comercio electrónico (ventas y compras web) en las microempresas es incipiente, situación más alentadora en las pymes en donde su utilización es mediana.

El internet es una herramienta digital que permite acceder a varios servicios tecnológicos. En el caso de las MiPymes industriales de la ciudad de Santa Marta la frecuencia con la que acceden a los servicios básicos es alta, como son: la comunicación vía e-mail y la búsqueda de información general; pero sólo las pequeñas y medianas empresas hacen uso a través de la web, con mediana frecuencia en la búsqueda de servicios de mayor valor agregado como es el caso de la publicidad y el mercadeo, servicios: financieros, electrónicos, dirigidos al cliente y transacciones gubernamentales.

La anterior conclusión se ve fuertemente reafirmada con el conocimiento del tipo de información que consultan las MiPymes en internet arrojado por la encuesta, mostrando un significativo interés por información acerca de actividades de investigación y desarrollo e información acerca de productos y servicios.

Una de las herramientas tecnológicas más utilizadas en las empresas industriales son los software ó Sistemas de Información (SI), debido a que son un agente facilitador del manejo de la información y la comunicación entre las áreas de la organización. Las MiPymes encuestadas muestran una mediana apropiación por esta herramienta en las áreas administrativas, con un 58% en las microempresas y un 67% en las Pymes industriales, seguida por las áreas comerciales y de ventas en un menor porcentaje, pero exponen, que su frecuencia de compra es baja, afirmación sustentada en el 96% de las microempresas y en el 54% de las Pymes que poseen una baja frecuencia de compra.

Como se deja explicito en el marco teórico, el sector tecnológico e informático del país ha mostrado crecimiento en los últimos años contribuyendo al desarrollo de negocios electrónicos y aumento de la productividad. El sector TIC de la ciudad de Santa Marta muestra un bajo desarrollo, indicador no tan alentador, partiendo del hecho de que si no se potencializa este sector, se presentará en las organizaciones una baja transferencia tecnológica, lo cual afectaría la ventaja competitiva con la introducción de nuevos mercados.

RECOMENDACIONES

Es necesario incentivar el uso de computadores y la efectiva utilización del internet Banda Ancha al interior de las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas, con planes y programas de capacitación y acompañamiento. En pocas palabras, la Banda Ancha es una herramienta TIC fundamental para la creación de valor agregado en las compañías.

A la vez, se hace necesario diseñar estrategias para fomentar la compra y adquisición de Sistemas de Información como herramienta facilitadora de la comunicación, compilación, procesamiento y almacenamiento de datos digitales electrónicos, compartidos fundamentalmente por las áreas administrativas, comerciales, ventas, financieras y de producción.

Para lo anterior, se hace necesario impulsar la utilización de una red como recurso facilitador en el envío y recibo de la información, como son las Redes de Área Local (LAN), Internet, Intranet y redes ópticas. Además, para los procesos logísticos y comerciales de ventas en las empresas industriales de la ciudad de Santa Marta, se deben crear programas que fomenten la utilización de la banda ancha, extranet, página web y como mínimo un tipo de telefonía (VoIP, celular), para la extensión del mercado potencial (comercio electrónico) y reducción en costos logísticos.

Así mismo, es fundamental realizar programas de financiación y concientización de la importancia de la utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en las MiPymes, con el objetivo de eliminar grandes obstáculos para la apropiación TIC, cómo es la creación de conciencia y de competencias para su efectivo uso, acompañado de fuentes de financiación para la inversión de recursos tecnológicos. Por otra parte, los programas también deben estar orientados al fomento del capital intelectual para emprender procesos de transferencia tecnológica en la región y eliminar el desconocimiento de los beneficios del uso de las TIC.

La administración Distrital de Santa Marta debe dar garantías e incentivos paralelos a los programas del Gobierno Nacional para fomentar el comercio electrónico y el desarrollo del sector tecnológico-informático de la ciudad con el fin de suplir todos los servicios, recursos digitales y programas tecnológicos demandados por las MiPymes, además de estar en la capacidad de competir en precio y calidad a nivel nacional.

La Secretaría de Planeación Distrital de Santa Marta debe desarrollar programas orientados a fomentar la creación de nuevas empresas, en donde se vincule y motive a la inclusión TIC al interior de la organización.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

[1] Departamento Nacional de Planeación. (2005^B). *lineamientos de política para la utilización eficiente de tecnologías de banda ancha inalámbricas en la banda de 3.5 GHz*. Bogotá: CONPES 3371.

[2] Departamento Nacional de Planeación. (2008^B). *Política nacional de competitividad y productividad*. Bogotá: CONPES 3527.

[3] Intel (2009). *Redes inalámbricas*. Extraído el 4 de Marzo, 2010, del World Wide Web http://pixel01.cps.intel.com/support/sp/wireless/wmax/5350_5150/sb/cs-028955.htm

[4] Engst, A. (2005). *Introducción a las redes inalámbricas*. S.l.: Anaya Multimedia.

[5] Microsoft Office (2007). *¿Qué es Outlook?*. Extraído el 3 de Marzo, 2010, del World Wide Web <http://office.microsoft.com/es-es/Novice/FX102659533082.aspx>

[6] Atuan, A. (2004) *Sin datos no hay conocimientos*. Extraído el 10 de Febrero, 2010, del World Wide Web <http://www.monografias.com/trabajos14/mundo-negocios/mundo-negocios.shtml>

[7] Departamento Nacional de Planeación. (2007^B). *Promoción de las micro, pequeñas y medianas empresas: un esfuerzo público-privado*. Bogotá: CONPES 3484.

[8] Fuentes, R. (2002). *Intranet*. Extraído el 4 de Marzo, 2010, del World Wide Web <http://www.monografias.com/trabajos12/intrants/intrants.shtml>

[9] Casanova, F. (2008) *Formación profesional, productividad y trabajo decente*. Extraído el 11 de Febrero, 2010, del World Wide Web <http://es.wikipedia.org/wiki/Productividad>

[10] Bustillos. (2004) *Las Redes*. Extraído el 4 de Marzo, 2010, del World Wide Web <http://www.monografias.com/trabajos15/redes-clasif/redes-clasif.shtml>

[15] Departamento Nacional de Planeación. (2005^A). *Visión Colombia II Centenario: 2019*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación

[11] López Catalá, M.O. (2009). *Evolución de las Redes Ópticas en el Futuro*. Extraído el 4 de Marzo, 2010, del World Wide Web <http://www.monografias.com/trabajos72/evolucion-redes-opticas-futuro/evolucion-redes-opticas-futuro.shtml>

[12] Secretaria de Planeación Distrital (2009). *Santa Marta Digital*. Santa Marta, Colombia.

[13] Garzás, J. *Los sistemas de información: importancia, fundamentos, calidad y gestión estratégica de las tecnologías de la información*. Extraído el 03 de Marzo, 2010, del World Wide Web <http://kybele.escet.urjc.es/documentos/SI/ApuntesSistemasInformacion.pdf>

[14] Francys, R. (2008). *Sistema de comunicación troncalizado*. Extraído el 11 de Abril, 2010, del World Wide Web <http://www.monografias.com/trabajos65/sistemas-troncalizados/sistemas-troncalizados.shtml>

[15] [16] Ministerio de Comunicaciones de la República de Colombia. (2008). *Plan Nacional de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones*. Bogotá: Ministerio de Comunicaciones de la República de Colombia.

[17] Torres Reyes, L. (2000). *Voz sobre IP (Voice Over Internet Protocol)*. Extraído el 3 de Marzo, 2010, del World Wide Web <http://www.monografias.com/trabajos3/voip/voip.shtml>

VIGILANCIA TECNOLÓGICA E INTELIGENCIA COMPETITIVA PARA EL DESARROLLO COLOMBIANO.

Andrés Betancur Ramos
Docente: Bibiana Arango
Área: Gestión

RESUMEN

El presente artículo primero que todo muestra algunos de los conceptos más importantes a la hora de hablar de la vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva, al igual que en el entorno en que se desarrollan, también se presenta una breve reseña de lo que se ha convertido el sector industrial en el mundo y como esta Colombia frente a este, asimismo se dan algunas posibles asociaciones que se pueden adaptar a la hora de establecer un sistema VTIC, mostrando algunos antecedentes de sectores en los que se han hecho estudios de este tipo e instituciones que se encuentran disponibles para el acompañamiento de esta; por último se da a conocer la estrategia y pasos a seguir para desarrollar un mecanismo efectivo de VTIC que con un acompañamiento de I+D+i podría lograr un gran impacto para la organización.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de las organizaciones en todos los países se ha enfocado últimamente en la implementación de nuevas tecnologías cada vez más complejas, para hacer más óptimos y eficaces los procesos de producción. Actualmente la industria Colombiana se encuentra en una etapa en la que solo se preocupan por el día a día sin pensar en el futuro; es aquí donde se encuentra la principal falencia para el crecimiento y desarrollo de esta, lo que trae un gran impacto en la economía nacional, viéndose reflejado en la disminución de empleos, la acumulación y deficiente distribución de las riquezas, la mala formación del personal y la poca inversión en centros de investigación y nuevas tecnologías.

Con el fin de mejorar estas condiciones, el objetivo del presente artículo, es buscar concientizar tanto a las grandes organizaciones, como a las pequeñas y medianas empresas Colombianas, acerca de la importancia y beneficios que se pueden lograr al implementar un sistema de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva, con lo que no solo se logra la generación de riquezas, sino también el fortalecimiento y la competitividad de la industria, al igual que aumentan las oportunidades de empleo y la generación de nuevos conocimientos para lograr adelantarse a nuevos desarrollos que van a permitir que la economía no caiga y se vea en desventaja frente a las demás

MARCO TEÓRICO

- **Prospectiva tecnológica:** conjunto de esfuerzos sistemáticos para mirar a largo plazo el futuro de la ciencia, tecnología, economía y sociedad de un país con el fin de identificar aquellas tecnologías genéricas emergentes que probablemente generaran los mayores beneficios económicos y sociales (UNIDO, 2005).
- **Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva:** proceso sistemático con métodos legales, en el que se observa, recolecta, analiza y se difunde la información de diversa índole económica, tecnológica, política, social, cultural,

legislativa con el ánimo de identificar y anticipar oportunidades o riesgos, para mejorar la formulación y ejecución de la estrategia de la organización (Palop y Vicente, 1999).

- Funciones de la vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva (Palop y Vicente, 1999):
 1. **Anticiparse:** alerta sobre cambios o amenazas provenientes de sectores distintos a la organización, le señala posibles nuevos nichos de mercados.
 2. **Reducir riesgos:** al detectar competidores y productos entrantes o sustitutos.
 3. **Ayuda en el proceso de innovación:** ayuda a decidir el programa de I+D y su estrategia, igualmente a justificar el abandono de proyectos, resolver problemas específicos de carácter técnico
 4. **Cooperación:** conocer nuevos socios, al establecer su capacidad de trabajo, también le permite identificar enlaces en el sector productivo.
- Ventajas de la vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva (Sánchez-torres, 2007):
 1. Alertas sobre cambios en el desarrollo científico, señalando sectores emergentes de investigación.
 2. Actualización de conocimientos, señala posibles nichos en los que puede llegar a competir el país u organización.
 3. Evita destinar recursos humanos y económicos en áreas cuya obsolescencia es inevitable.
 4. Ayudar a decidir el rumbo de las políticas de Ciencia Tecnología e Innovación, al igual que líneas de investigación.
 5. Identificar las capacidades de instituciones, grupos de investigadores e incluso empresas para llevar a cabo acuerdos de I+D+i.
 6. Identificar actores, como expertos de talla internacional o instituciones, que les sirvan como pares evaluadores o como posibles socios.
- Preguntas de Investigación, acerca de la Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva
 1. ¿Qué tecnologías emergentes merecen la atención en la cadena productiva?
 2. ¿Qué áreas tecnológicas son especialmente importantes?
 3. ¿Cuáles son los componentes tecnológicos que contribuyen de manera más notoria al desarrollo tecnológico en la cadena productiva?
 4. ¿Cuáles son los conductores del desarrollo tecnológico en la cadena productiva?
 5. ¿Cuáles son los competidores clave en el desarrollo tecnológico de la cadena?
 6. ¿Cuáles son las rutas más probables de desarrollo en la cadena productiva?
 7. ¿Qué oportunidades tienen las instituciones de investigación del país en el desarrollo de tecnologías emergentes en la cadena productiva?
 8. ¿Cuáles son las oportunidades a nivel mundial de incursionar con desarrollos tecnológicos en productos o procesos?
 9. ¿Cuáles son las tecnologías con mayor impacto futuro?
 10. ¿Qué instituciones y redes de trabajo existen en el mundo que contribuyen significativamente al desarrollo científico y tecnológico de la cadena productiva?

- **TIPOS DE VIGILANCIA.:**

Para un buen estudio de este tipo se debe tener en cuenta todos los tipos de investigación ya que al complementarse todos es ellos, se logra obtener un resultado más eficiente y con mayor impacto para la organización.

1. **La vigilancia competitiva** se ocupa de la información sobre los competidores actuales y los potenciales (política de inversiones, entrada en nuevas actividades)
2. **La vigilancia comercial:** estudia los datos referentes a clientes y proveedores (evolución de las necesidades de los clientes, estudios de mercado, solvencia de los clientes, nuevos productos ofrecidos por los proveedores)
3. **La vigilancia tecnológica:** se ocupa de las tecnologías disponibles o que acaban de aparecer, capaces de intervenir en nuevos productos o procesos.
4. **la vigilancia del entorno:** se ocupa de la detección de aquellos hechos exteriores que pueden condicionar el futuro, en áreas como la sociología, la política, el medio ambiente, las reglamentaciones etc.

VIGILANCIA TECNOLÓGICA E INTELIGENCIA COMPETITIVA EN EL DESARROLLO COLOMBIANO

La economía mundial ha dado grandes pasos a la hora de ser más productivos, por lo que día a día las industrias se encuentran en una competencia cada vez mayor, debido a esta se han venido adaptando estrategias para desarrollar procesos de transformación tanto en sus productos como en su personal, partiendo de la idea, en la cual la organización debe de funcionar como un todo, es decir, que no se pueden dejar aislados sectores de la empresa, ya que no solo se debe centrar la atención en el proceso, sino formar eslabones que permitan integrar a todo el personal que conforma la compañía, desde el obrero hasta el gerente, para generar un conocimiento y lograr una integración que permita un funcionamiento mucho más eficaz, para así, brindar un beneficio cada vez mayor al cliente. Es aquí donde la vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva se destaca como una gran herramienta que permite ahorrar esfuerzos y estar en contacto con en el entorno en el cual se desenvuelve la organización, buscando un mejoramiento continuo y formando una visión hacia el futuro para dejar atrás la idea del “día a día”.

Actualmente, la mayoría de las grandes compañías Colombianas debido a los cambios mundiales han venido implementando sistemas que mejoren su calidad para lograr ser más competitivos y permanecer en el mercado; como programas I+D, sistemas de gestión de la calidad ISO, SEIS SIGMA entre otros, pero también la vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva ha logrado un papel importante en la industria, por lo que se debe tratar, cómo se mencionaba anteriormente de funcionar como un todo, ya que al ejercer varios programa que tiene un mismo fin, que en este caso es la calidad y mejoramiento continuo se va lograr un mayor impacto y beneficios tanto para la empresa como para el cliente. En cuanto a la pequeña y mediana empresa no se debe de tener una visión cerrada, de que solo las grandes organizaciones pueden lograr instaurar un sistema de gestión de la calidad o implementar la gestión tecnológica e inteligencia competitiva, estas deben de tener una mentalidad de progreso y pensar no solo en su día a día, sino también en su futuro y estar atentos para poder responder al mercado cambiante, esto en el entorno colombiano se puede desarrollar mediante la colaboración mutua entre sectores y oportunidades que se pueden generar entre “la universidad y empresa” logrando un beneficio tanto para el conocimiento, como para las compañías, también se pueden generar asociaciones entre estas, ya que al unir esfuerzos entre sectores pueden tener un impacto mucho mayor que les permitan aprovechar estos sistemas que se han venido presentando actualmente y así lograr ahorrar esfuerzos, utilizar las tecnologías existentes y estar atentos a todos los cambios que se pueden presentar en el entorno industrial.

A continuación, se presentan algunos estudios Colombianos realizados entre sectores industriales, utilizando la vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva

- Cadena productiva del cacao y chocolate.
- Cadena Colombiana de la tilapia.
- Cadena Láctea colombiana.
- Mejoramiento genético forestal.

FORMAS DE ACCEDER A LA COLABORACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE VIGILANCIA TECNOLÓGICA E INTELIGENCIA COMPETITIVA

Actualmente Colombia cuenta con una entidad muy importante que se preocupa por el crecimiento de la industria y se dedicada al a colaboración e implementación de sistemas de gestión tecnología e innovación, que a su vez para acceder a estos utilizan esta herramienta que hemos venido mencionando en el contenido de este artículo, para no quedarse atrás ante países de la misma categoría y que han avanzado a lo largo del tiempo.

A continuación, en la figura 1 se muestra un esquema de cómo interactuar entre estas entidades y los sectores industriales.



Figura 1.entidades de colaboración para la vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva. Adaptado de revista puzzle, septiembre de 2009.

El esquema anterior nos indica que siempre va a haber un acompañamiento entre Colciencias y diferentes asesores que pueden ser tanto locales como extranjeros y que van a estar a la entera disposición en todo el proceso de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva, “también es importante mencionar que para el desarrollo estas actividades es necesario consultar frecuentemente bases de datos especializadas -científicas, patentes y estudios de mercados- las cuales se encuentran presentes en algunas de las organizaciones beneficiarias.” (Revista PUZZLE 2009).

Para una orientación más eficaz los directivos se encargan de perfilar y definir la temática de los ejercicios, analizar y validar los resultados que se obtiene en forma progresiva y lo más importante extraer el valor agregado.

Los asesores desempeñan una labor muy importante en el acompañamiento de los sectores o empresas que acudan a este tipo de ayudas, estos se encargan de realizar: (Revista PUZZLE 2009):

1. búsqueda en las diferentes bases de datos.
2. Análisis preliminar.
3. Informes preliminares y documentar cada una de las tareas que van realizando asociados al trabajo de una unidad de prospectiva y vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva.

ESTRATEGIA PARA DESARROLLAR LA VIGILANCIA TECNOLÓGICA E INTELIGENCIA COMPETITIVA

En la Figura 2, se esquematiza el proceso que se debe tener para realizar vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva.

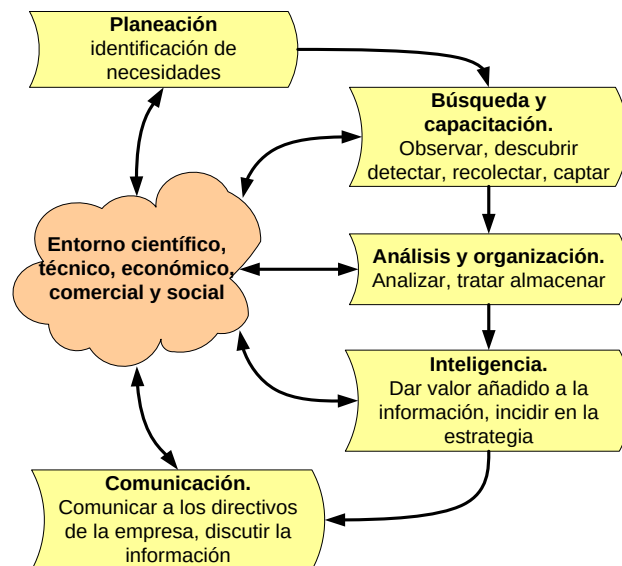


Figura 2. estrategia a aplicar para desarrollar la vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva. Adaptado de *Sánchez, J. M y Palop, F (2002)*.

El diagrama anterior nos muestra cómo desarrollar un estudio paso a paso de vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva, en el que se observa claramente que todo va ligado y que se debe trabajar como un grupo en el cual todos son importantes, también cabe resaltar que todo este proceso va enfocado hacia la empresa para anticiparse a sus

competidores y así lograr una protecciones en su sector industrial, también a detectar oportunidades y amenazas, con las que se puedan tomar decisiones estratégicas para el desarrollo de la organización.

CONSIDERACIONES

- Se mostró la posibilidad de colaboración, al igual que los recursos físicos, económicos y humanos que hay disponibles en el país para el desarrollo y la evolución empresarial.
- Se presentaron posibles asociaciones que se pueden dar tanto de la mediana como la pequeña empresa para la colaboración, desarrollo y trabajo en equipo con otras entidades de apoyo como Colciencias y las universidades.
- Se mostró un enfoque y se estableció la importancia de cómo planear a futuro, al igual que el impacto que tiene la gestión tecnológica e inteligencia competitiva para de ahorrar esfuerzos y estar un paso adelante de la competencia.

REFERENCIAS

Aguilera Alexis Andrés. Vigilancia tecnológica para la identificación de prioridades. Marzo 26 de 2009. Bucaramanga. <http://www.gobhuila.gov.co/cms/images/stories/file/codecyt/Encuentro%20de%20Gestores/Vigilancia%20Tecnologica%20para%20la%20identificacion%20de%20prioridades%20%5BModo%20de%20compatibilidad%5D.pdf>

Camai Alessandro y Tena Millán Joaquín. PUZZLE revista de inteligencia competitiva. Edición numero 30 julio septiembre 2009. http://www.revista-puzzle.com/Recursos%20-%20Puzzle/PUZZLE_30.pdf

Cascante Ramírez y Stradi Granados Carlos. OBTEL: un sistema de vigilancia tecnológica para telecomunicaciones. http://www.ciemi.com/conimeira/descargas/ponencia_3.pdf

Escorza Pere y Elicet Cruz. Vigilancia tecnológica e inteligencia competitiva. 4 de marzo de 2008. Barcelona. <http://www.amec.es/amec/material/Vigilancia%20Tecnologica%20AENOR-IALE%204-3-08.pdf>

José de Caldas Francisco. Informe vigilancia tecnológica y comercial en la cadena productiva de cacao y chocolate. Julio de 2007. Bogotá. http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/20082221126_Microsoft%20Word%20-%20Resumen%20Vigilancia.pdf:

Maspons Bosch Ramón. Vigilancia tecnológica un requisito indispensable para la innovación. <http://www.uned.es/experto-universitario-gestion-I-D/bibliografia/bibliografia%202/BIBLIOGRAFIA/La%20vigilancia%20tecnologica%20un%20requisito%20indispensable%20para%20la%20innovacion.pdf>

Ministerio de cultura y desarrollo rural, instituto colombiano para el desarrollo de la ciencia y la tecnología y universidad nacional de Colombia. Estudios de vigilancia tecnológica aplicados a cadenas productivas del sector agropecuario colombiano. 2008. Bogotá. <http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Archivos/Publicaciones/EstudiosVigilanciaJun18.pdf>

Palop y Vicente, 1999; citado por el Ministerio de cultura y desarrollo rural, instituto colombiano para el desarrollo de la ciencia y la tecnología y universidad nacional de Colombia. Estudios de vigilancia tecnológica aplicados a cadenas productivas del sector agropecuario colombiano. 2008. Bogotá.
<http://www.corpoica.org.co/SitioWeb/Archivos/Publicaciones/EstudiosVigilanciaJun18.pdf>

Portillo Javier, Belén Bermejo Ana y Bernardos Ana, Con la colaboración de Martínez Iván y Casar José R. círculo de innovación en tecnologías de la información y las comunicaciones. Diciembre de 2007.
<http://www.ceditec.etsit.upm.es/dmdocuments/CITIC%20RFID%20Salud.pdf>

INCIDENCIA DE LOS CLUSTER INDUSTRIALES EN EL AUMENTO DE LAS CAPACIDADES DE INNOVACION EN LAS EMPRESAS DE ANTIOQUIA

Daniel Ramirez Gonzalez

Docente: Bibiana Arango
Área: Gestión

RESUMEN

En el artículo se hizo una revisión de los clúster industriales y cómo estos podrían incidir en el aumento de la innovación, con el fin de volver más competitiva las empresas de la región antioqueña tanto en el mercado nacional como internacional.

INTRODUCCIÓN

Cluster es una palabra que recoge el concepto de agrupaciones de empresas complementarias e interconectadas. Son importantes ya que permiten la construcción de redes de cooperación y colaboración entre empresas para promover el crecimiento. Mediante la influencia de estos el propósito es encontrar la manera de incrementar la innovación en las empresas de la región antioqueña empleando metodologías de desarrollo en ciencia y tecnología con el fin de volver más competitivos los sectores productivos y a su vez incentivar la inversión extranjera, generar empleo en la región, incrementar la participación de los centros de investigación, generar valor agregado y abrir los mercados internacionales.

CLUSTER

Son agrupaciones de empresas complementarias e interconectadas. De esta manera, los clúster son concentraciones geográficas de empresas complementarias e instituciones interrelacionadas que actúan en una determinada actividad productiva. Agrupan una amplia gama de industrias y otras entidades relacionadas que son importantes para competir. Incluyen, por ejemplo, a proveedores de insumos críticos (como componentes, maquinaria y servicios) y a proveedores de infraestructura especializada. Así mismo incluyen organismos gubernamentales y otras instituciones como universidades, centros de estudio, proveedores de capacitación, agencias encargadas de fijar normas, asociaciones de comercio, de educación, información, investigación y apoyo técnico. [8,12]

El papel de los gobiernos como factor de interrelación y su actuación cohesionada y coordinada, es cada vez más importante en el contexto competitivo internacional. Su actuación tiene un peso claramente diferenciador en la creación de un entorno favorable para el desarrollo de la actividad industrial frente a los competidores externos. [7]

POR QUE ES IMPORTANTE UN CLUSTER

Permite la construcción de redes de cooperación y colaboración entre empresas para promover el crecimiento económico de la región, en las industrias en que es naturalmente competitiva, resaltando la participación de todos los

agentes relevantes del clúster que van más allá de las cadenas productivas (Empresas, proveedores de servicios, academia, instituciones públicas). [8].

FORTALEZAS DEL CLUSTER

- Lograr la estandarización de los productos.
- Suscripción de convenios de compra-venta por adelantado, garantizando la salida en el mercado de la producción.
- Atender al cliente final garantizando su abastecimiento regular (Continuidad).
- Menor costo unitario de los insumos.
- Mejor manejo del servicio de logística.
- Manejo coordinado de las operaciones.
- Manejo eficiente de la información.
- Mayor nivel de desarrollo y de competitividad.
- Mejoras en calidad y consistencia de los productos.

PASOS PARA IMPLEMENTAR UN CLUSTER

- Entendimiento de los conceptos de los CLUSTERS.
- Análisis económico de los sectores motores del desarrollo.
- Identificación y selección de cadenas productivas.
- Identificación de los componentes críticos (Grupos empresariales)
- Identificación de Proveedores (Nacionales y/o Internacionales)
- Diagnóstico de la cadena productiva.
- Perfil de las empresas participantes.
- Infraestructura física y de servicios.
- Análisis del entorno.
- Comportamiento global de la industria.
- Comportamiento regional de la industria.
- Fortalezas y Debilidades (FODA) Competitivas
- [Diseño del Plan Estratégico de Desarrollo de Negocios].
- Calendarización del proyecto.
- Implementación.[7]

INNOVACION

La innovación surge cuando se ponen en práctica combinaciones para introducir un nuevo bien o modificaciones en la calidad, introducir un nuevo método de producción y abrir mercados. [13]

Asociado a los clúster se menciona que la innovación es el resultado de un proceso que comprende tanto la definición de un problema o necesidad como la concepción de la idea solución, su implementación y comercialización, por ende se asocia a un clúster como elemento de ayuda para el crecimiento de la innovación en la industria.[9]

[10,11] los factores que conducen a la innovación dentro del clúster: La existencia de compradores sofisticados, que son una fuente valiosa de información sobre tecnologías y mercados emergentes; la existencia de proveedores especializados, lo que permite a las empresas altos niveles de flexibilidad y rapidez en la introducción de innovaciones, y el apoyo entre empresas y la rivalidad entre competidores, que promueven los enfoques de investigación y desarrollo y facilitan estrategias y técnicas.

A través de la innovación el sector industrial se puede volver competitivo en los mercados internacionales.

Consideremos aquí los conceptos que son fundamentales para que Antioquia se convierta en competitivo mundial:

1. Tener la capacidad de anticiparse al cambio en un mundo que evoluciona cada vez más rápido y se hace más incierto.
2. Amplio cubrimiento territorial, puesto que da acceso a los diversos nichos de mercado y prepara la estructura empresarial para extender sus operaciones a mercados externos y compartir globalmente.
3. Las estructuras administrativas sugieren la importancia de manejar separadamente la propiedad de la empresa y su gerencia. Los dueños no deben ser al mismo tiempo administradores, pues esto dificulta la toma de decisiones de manera objetiva.
4. El proceso de globalización tiene necesariamente que comenzar con la apertura intelectual, que implica estar dispuesto a estudiar y aprender los mercados internacionales. Para ello es necesario, la disposición para el desplazamiento físico a otras regiones del mundo con el fin de adquirir conocimiento.
5. La inversión constante en conocer necesidades de los clientes se convierte en un aspecto fundamental en momentos en que no se habla de usuario sino de clientes. [8]

EL OBJETIVO QUE TIENEN LOS CLUSTER PARA INCREMENTAR LA INNOVACION

1. Conectividad a la economía global
2. Capacidad para atraer la inversión extranjera.
3. Capacidad de generar valor agregado, vía empleo calificado.
4. Crecimiento dinámico
5. Capacidad para fortalecer la demanda interna
6. Participación en la producción industrial.

7. Para el caso de Antioquia se debe implementar, aplicar y adaptar innovaciones procedentes de otros lugares, sin la necesidad de crear dependencia a la búsqueda de tutorías de empresas y organizaciones en el sistema regional de innovación. [8]

8. Se propone una tipología de mecanismos a través de los cuales la aglomeración regional (clúster industriales) puede estimular la innovación; señalan el hecho de que en los clúster se puede generar una demanda mínima para los nuevos productos o servicios especializados que no es rentable producir en otros lugares, y que se materializa en la búsqueda de nuevas o mejores rutinas y capacidades para lograr estas innovaciones con éxito. Esto también puede contribuir en la aparición de nuevas empresas o a la reconversión de algunas existentes dentro del sistema productivo. [4]

CLUSTER UN ENTORNO FERTIL PARA LA INNOVACION

Se plantean dos categorías infraestructurales y supra estructurales. En la primera hace referencia a la importancia del financiamiento tanto público como privado, a la competencia de las autoridades regionales para influir inversiones en infraestructura y a la estrategia regional de integración, universidad – industria.

En la segunda categoría se refiere a aspectos institucionales, como la cultura cooperativa, el aprendizaje interactivo y la disposición a la asociatividad; a aspectos organizacionales en la empresa, que incluyen características como las relaciones laborales armoniosas, la existencia de tutores dentro del ambiente laboral, y, finalmente, a aspectos organizacionales en el ámbito de la política, como el monitoreo, la consulta, la delegación y la orientación a redes de trabajo. [5]

CAPACIDAD DE INNOVACION

La agenda de innovación para el departamento de Antioquia, se elaboro mediante un proceso amplio de consulta de expertos locales, nacionales e internacionales- empresarios e investigadores- que discutieron y sugirieron las alternativas pertinentes, adecuadas y alcanzables para la región, con el propósito de dar coherencia, visión de largo plazo y elementos de coordinación entre los actores que conforman el sistema de innovación.

En dicha elaboración se permitieron espacios para desarrollar procesos de construcción social en el departamento, dando participación a:

- Centros de desarrollo tecnológico
- Grupos de Investigación(clasificados por Colciencias)
- Planes municipales y departamentales
- Plan estratégico de Antioquia- PLANEA
- Plan estratégico exportador
- Movimiento de Productividad
- Los CLUSTERS y acuerdos de competitividad.[1]

La metodología que aplicaron para la consulta de actividades clave de futuro tuvo los siguientes pasos:

- Presentación de los referentes de países
- Presentación del modelo Colombia 9000.3 y simulación de la economía antioqueña con la meta de 7000 dólares de ingreso per cápita [2].
- Encuesta delphi a líderes de la sociedad antioqueña sobre actividades claves de futuro.
- Identificación de potencialidades y capacidades en cada uno de los sectores recomendados en la encuesta Delphi.
- Taller de priorización de actividades claves de futuro.

Paso 1 y 2 se basaron en los referentes de países industrializados.

Paso 3. El método de delphi tiene como finalidad poner de manifiesto las opiniones, mediante preguntas a expertos por medio de cuestionarios sucesivos.

En dicho cuestionario se pusieron a consideración 30 actividades productivas, fruto de los referentes internacionales y la actual estructura productiva antioqueña, para que ellas fueran calificadas por cada encuestado, dándole la oportunidad de seleccionar 5 como las actividades que consideraba las más promisorias para el futuro de la región.

Los criterios que debían tenerse en cuenta para la selección, fueron los siguientes:

- Actividad de demanda ciencia y tecnología.
- Actividad con capacidad de generar empleo
- Actividad con capacidad exportadora
- Actividad con capacidad de generación de bienes de mayor valor agregado
- Actividad con capacidad de integración de sectores

Paso 4: Identificación de capacidades en cada uno de los sectores recomendados en la encuesta delphi.

Para ello se representaron graficas comparativas de radares, que califican potencialidades y capacidades, a partir de competencias en ciencia y tecnología, sistemas colectivos de creación de valor (clúster, agrupamiento industriales, acuerdos de competitividad, etc.).

Paso 5. Taller de priorización con expertos para construcción de primera propuesta de agenda de innovación para Medellín y Antioquia.

Teniendo en cuenta los criterios de la encuesta delphi y los radares presentados, se llegó a un consenso que indicaba que debía trabajarse, en propuestas de agenda de desarrollo científico y tecnológico, en las siguientes actividades, como portadoras de futuro:

- Agroindustria(Cárnicos, lácteos y forestal)
- Salud y ciencias de la vida.
- Fibras textiles y confecciones
- Industrias biotecnológicas
- Equipos y tecnología de comunicación y electrónica
- Industria de software
- Servicios de ingeniería y consultoría
- Maquinaria y equipo
- Partes y equipos de transporte
- Energía
- Industria farmacéutica[3,6]

RECOMENDACIONES

De acuerdo a la revisión que se hizo acerca de la capacidad innovación, para lograr su crecimiento, se deben crear como primera instancia equipos de trabajo especializados que tengan relaciones con países desarrollados con el propósito de poder ser competitivos y entrar en los mercados internacionales.

- Reunir los sectores que demanden mas ciencia y tecnología creando uniones y equipos de trabajo.
- Trabajar por mejorar la mano de obra, o sea invertir más en capacitaciones para mejorar los procesos en las empresas. Teniendo en cuenta que eso requiere inversión en maquinaria y equipos especializados.

- Fuerte relación de trabajo entre clúster, empresas, universidades, centros de investigación, ciencia y tecnología con el fin de mantener al tanto a nuevos cambios que se puedan realizar a través de la investigación.
- Fomentar las actividades con generación de valor agregado.
- Fomentar la inversión extranjera y la entrada de nuevas empresas especializadas a la región para poder abrir mercados y acelerar las exportaciones.
- Las concentraciones de clúster son de vital importancia ya que son aglomeraciones de empresas que se enfocan especialmente en un determinado sector, esta forma de trabajo permite estar más pendiente de los nuevos cambios que se necesiten de acuerdo a las necesidades del mercado.
- Crear empresas especializadas que trabajen con tecnología de punta y a su vez generen empleo en la región.
- Lograr mediante los clúster que se pueda aumentar constantemente la innovación con el fin abastecer de productos a los consumidores dependientes de las importaciones.

REFERENCIAS

AUBAD L., Rafael et al. Primera aproximación a una agenda de innovación y desarrollo científico y tecnológico para Medellín y Antioquia. Centro de ciencia y tecnología de Antioquia- CTA- Centro de estudios y economía Sistemática- ESCIM. Medellín: CTA, 2004.p.55.

Cámara de comercio de Medellín para Antioquia. Antioquia avanza hacia nuevos esquemas de desarrollo empresarial. Medellín: La cámara, 2001.p.170

Centro de ciencia y tecnología de Antioquia – CTA. Monitor de acciones Productivas – MAPS. Medellín: s.n., 2005

Caniëls, M. y Romijn, H. (2003). Agglomeration advantages and capability building in industrial clusters: The missing link. *Studies*, 39 (3), 129-154.

Cooke, R (2001). Regional innovation systems, And the knowledge economy. *Industrial and Corporate Change*, 10 (4), 945-974.

Franco de la Rosa, Catalina. Propuesta de un diseño institucional del sistema ciencia, tecnología e innovación para Medellín y Antioquia, Universidad Pontificia Bolivariana, Medellín, Colombia.

García John, Gracia Anderson (2005) Apoyado <http://www.monografias.com/trabajos29/clusters/clusters.shtml>

Junta directiva Cámara de comercio de Medellín Para Antioquia (2006-2008), Clúster una estrategia para crear ventaja competitiva, Documentos comunidad clúster No1.

Jamrog, J., Vickers. M. y Bear, D. (2006). Building and sustaining a culture that supports innovation. *Human Resources Planning*, 29 (3), 9-19.

Porter (1998), *On competition*. Cambridge.

Porter (1999). Ser competitivo: nueva aportaciones y conclusiones. Bilbao: Deusto.

Rodríguez F, Valencia J. La innovación tecnológica en el contexto de los clúster regionales. Cuadernos de Administración. Diciembre 2008

Shumpeter, J. (1997). *Teoría del desarrollo Económico*. México: Fondo de Cultura Económica.

CURVAS EN S EN LA INNOVACION TECNOLOGICA

David Tabares Moreno

Área: Gestión

RESUMEN

El análisis de riesgo de ejecución de algún proyecto dentro de cualquier organización viene limitado por la incertidumbre, por ello muchos han sido los métodos utilizados para reducir esta variable. Uno de estos casos es el estudio de la Curva Logística o Curva en S donde se pretende mediante el análisis estadístico, adelantar fluctuaciones y variaciones que permitan prevenir y reducir la incertidumbre garantizando una mayor explotación de sus niveles de innovación.

De esta manera, es posible decir que identificando las diferentes etapas dentro del comportamiento de la curva logística, se pueden tomar decisiones sobre posibles estrategias que garanticen un desarrollo óptimo para la organización fijándola en un nivel competitivo dentro del sector; respaldada en aplicaciones de estrategias de innovación, las cuales pueden ir apoyadas de innovaciones radicales o incrementales.

Por ello al conocer la importancia de estos conceptos, se pretende estudiar el comportamiento de un producto dentro de un sector específico, logrando mediante el análisis de su Curva en S, determinar los puntos de inflexión que permitan tomar decisiones sobre posibles estrategias a implementar garantizando así la disminución de la incertidumbre y el mejoramiento de la competitividad de la compañía.

INTRODUCCIÓN

En este artículo se ilustran los conceptos de innovación en pro de la búsqueda de estrategias para la competitividad, teniendo en cuenta particularmente el análisis del comportamiento de las Curvas en S como un factor fundamental para el desarrollo de la organización perfilando así la gestión tecnológica como un respaldo indispensable para la gestión empresarial.

Con este estudio se pretende proponer estrategias de innovación basadas en el ajuste de un modelo matemático al comportamiento de la Curva en S de un producto en una empresa de un sector específico.

Para lograr esto se realizará el proyecto de la siguiente manera:

- Fijar el parámetro de desempeño a medir teniendo en cuenta las necesidades del proyecto y de la empresa.
- Analizar la serie de datos comprobando su mejor ajuste según los modelos a trabajar.
- Identificar el punto de inflexión del modelo que representa el mejor ajuste

- Establecer según el producto que posibles estrategias pueden ser aplicadas.

El proyecto es de modalidad investigativa; en él se recolectaran datos históricos de las ventas para analizar el impacto del producto dentro del mercado, logrando establecer un modelo aproximado que denote el mejor ajuste al comportamiento del sector, consiguiendo con esto medir no solo la aceptación del producto sino también determinar etapas que ayuden a la implementación de nuevas estrategias.

Con esto se puede proponer una estrategia de innovación basada en el análisis del comportamiento del ciclo de vida de un producto evaluando específicamente dicho comportamiento dentro de la grafica de Curva en S.

MARCO CONCEPTUAL

En un mundo tan competitivo como en el que vivimos, cada compañía ha optado por tomar diferentes medidas para subsistir en el mercado. Muchas son las herramientas que pueden usar para ser competitivos y no generar perdidas como es el análisis de indicadores, controles en los procesos, implementación de software, entre otros. Últimamente se ha observado que es viable analizar el impacto que tiene el estudio de las Curvas en S aun sabiendo que autores como Gompertz ya iniciaban sus análisis en este ámbito desde mediados del siglo XIX enfocándose en comportamientos de crecimiento demográfico. Hoy en día se entiende que esta representación también puede ser aplicada para demostrar que mediante la interpretación del comportamiento de parámetros de desempeño que midan la innovación es posible establecer estrategias que garanticen y apoyen el ejercicio y el desarrollo de la organización.

De esta manera, hay varios conceptos en los que se resalta que los análisis de un producto pueden ser transferidos y aplicados de la mejor manera dentro de un mismo sector, [1] resalta que “No todos los productos permanecen durante el mismo período e incluso la gran mayoría no experimenta las mismas fluctuaciones en sus ventas, ni idéntica situación en cuanto a precios, publicidad y comercialización. La vida de cada producto evoluciona de forma diferente, pero siguiendo un ciclo que sí es idéntico”. Así, es posible reconocer que el comportamiento de un producto se ve afectado por el comportamiento de una gran diversidad de variables, pero podemos decir que mediante el conocimiento de patrones de comportamiento, se pueden tener nociones que ayuden a predecir e implementar estrategias con productos similares.

Según esto, comúnmente se habla del ciclo de vida de un producto, y se identifican diferentes etapas como lo indica el grafico 1:

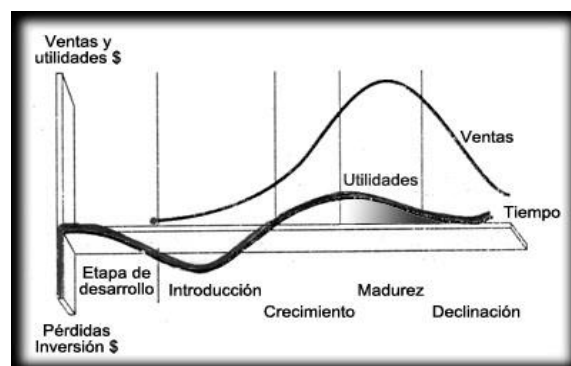


Gráfico 1: Ciclo de vida de los productos

Fuente: Tomado de [2] Ciclo de vida del producto de Juan Vigil Quijano, 2009

No siempre se da que el producto pase de la etapa de declive a la etapa de desaparición o retiro ya que se puede realizar una innovación en el producto, haciendo que la curva tenga un comportamiento creciente nuevamente, a este crecimiento se le llama Curva en S. [3] define la innovación como: “La introducción de un nuevo, o significativamente mejorado producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas internas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores”

De igual manera [3], dice que “la innovación no depende solo de la creación de nuevos paradigmas, sino también del uso que se le dé a las mejoras significativas de las características técnicas, de los componentes y de los materiales, de la informática integrada, de la facilidad de uso u otras características funcionales”

Las innovaciones de productos utilizan nuevos conocimientos y tecnologías o pueden basarse en nuevas utilidades de conocimientos y tecnologías ya existentes. Según [4], “La curva logística o curva en forma de S es una función matemática que aparece en diversos modelos de crecimiento de poblaciones, propagación de enfermedades epidémicas y difusión en redes sociales. Dicha función constituye un refinamiento del modelo exponencial para el crecimiento de una magnitud”.

Según [5], “para comprender la formulación de los modelos de difusión, se analizarán brevemente los sistemas dinámicos correspondientes al modelo Gompertz y logístico, que son los más conocidos y empleados al igual que el modelo de Nicholson”.

Según [6], “se encuentran cuatro partes fundamentales de la curva en “S”, las cuales se ilustran en el siguiente gráfico 2:

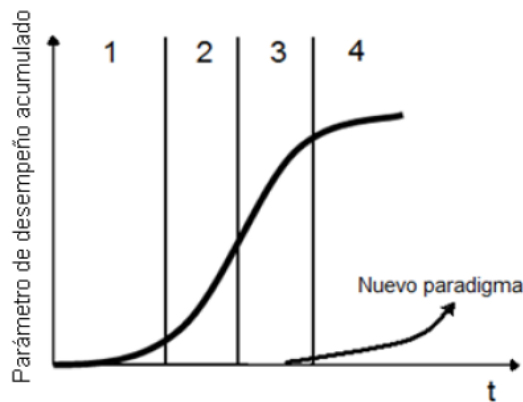


Gráfico 2: Partes de la curva en S

Fuente: Tomado de PEREZ, Carlota. Cambio tecnológico y oportunidades de desarrollo como blanco móvil, 2001

Fase 1: Fase de difusión inicial, en esta fase los conocimientos son públicos.

Fase 2: Fase de rápido crecimiento (temprano), se caracteriza por la privatización del conocimiento, la experiencia técnica y el know-how.

Fase 3: Fase de rápido crecimiento tardío, en esta fase aun se presenta la privatización del conocimiento, la experiencia técnica y el know-how.

Fase 4: Conocimiento y experiencia técnicas accesibles, viejas tecnologías específicas, en esta fase inicia un nuevo paradigma por lo que se presenta una nueva oportunidad tecnológica.”

Según [7], El método de las curvas en S fue introducido como resultado de diversos estudios sobre la tecnología y el desempeño de las compañías y se utiliza principalmente para: Diagnosticar el ciclo de vida de la tecnología, Evaluar la madurez de una industria, Trabajar la necesidad de reenfocar la estrategia

Cuando se habla de curvas logísticas, [8] plantea que “los cambios importantes rara vez ocurren en línea recta. Los desarrollos más importantes normalmente siguen la curva en S de una ley de potencias: el cambio empieza lenta e incrementalmente, avanza tranquilamente para luego explotar súbitamente, hasta que finalmente se nivela e incluso empieza a bajar”.

ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

En [7] se plantea que Gompertz desde el siglo XIX utilizó una familia de funciones capaces de representar el crecimiento demográfico en una determinada región, sustentado en la hipótesis de que se produce un crecimiento exponencial del número de muertes entre la madurez sexual y la vejez.

En [9] se dice que Verhulst en 1838 introdujo un modelo llamado modelo logístico, probablemente el más empleado para la modelación de procesos de innovación tecnológica, su formulación parte de un planteamiento relativamente sencillo: la velocidad de difusión de una innovación tecnológica es proporcional al número de adoptantes en el instante considerado y al número de potenciales adoptantes que aun no lo han hecho.

También se ha estudiado el comportamiento de las curvas en S dentro del sector agroindustrial; según [10] para lograr mayor impacto en el proceso de toma de decisiones de las empresas innovadoras es importante tener en cuenta:

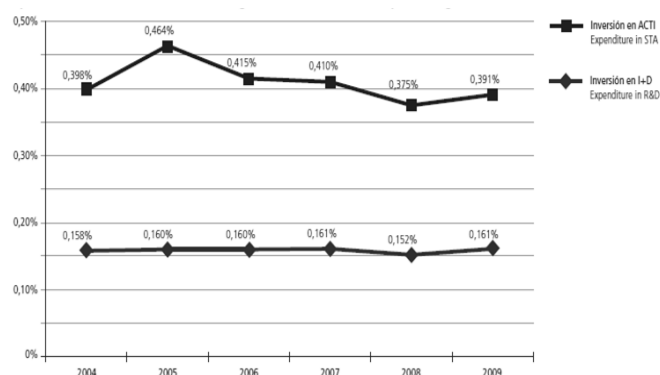
- 1) Analizar series de tiempos más amplias, con mínimo 30 datos
- 2) Analizar las curvas en S de innovaciones tecnológicas de la misma línea
- 3) En lo posible poder contar con datos de curvas en S del mismo sector al que pertenece la empresa

- 4) Para la innovaciones tecnológicas analizadas es conveniente estudiar otro parámetro de desempeño (número de adoptantes/usuarios) al mismo tiempo con el fin de generar conclusiones sobre la eficiencia de cada uno

En el país se ha adelantado mucho sobre el tema de innovación y se ha generado una búsqueda continua de su aplicación en base de la competitividad empresarial.

Según [11] “La evolución de estas capacidades está determinada por los procesos de acumulación de capital en un sentido amplio, incluyendo no sólo el capital físico sino también las diversas formas de capital social, como el capital humano, el capital en conocimiento y el capital institucional-organizacional.”

De igual forma, el país también ha tenido grandes logros en materia de inversión en innovación, la grafica 3, ilustra el nivel de inversión que se ha desarrollado en el país durante los últimos 5 años en este aspecto.



Fuente: OCyT

**Grafico 3: Evolución de la inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación
–ACTI como porcentaje del PIB, 2004–**

Fuente: [12] Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología Indicadores de ciencia y tecnología - Colombia – 2009

CONSIDERACIONES

Para cada etapa de ejecución del proyecto se debe tener en cuenta:

- Al momento de fijar el parámetro de desempeño a medir es importante tener en cuenta las unidades de este, si se desea realizar un análisis de impacto en el mercado, al medir las ventas en *dinero* no es un parámetro que brinde un grado de confianza a comparación de parámetros como *usuarios*, donde si se mediría en realidad la participación en el mercado.

- Para analizar la serie de datos es viable apoyarse en software con paquetes estadísticos que den soporte a la validación de los datos, analizando su comportamiento dentro de la grafica y la tendencia de estos, comprobando su mejor ajuste según los modelos a trabajar. El software a trabajar será Sigmaplot.
- Es importante aclarar que la grafica de la serie de datos es representada por la acumulada de la función, pues de lo contrario no se obtendría una grafica con comportamiento de curva logística.
- Se trabajarán cuatro de los diferentes modelos aplicados a los comportamientos de las Curvas en S, observando cuales presentan el mejor ajuste dentro de pruebas como Durbin Watson, teniendo en cuenta que el ajuste de R^2 no es muy representativo.
- Uno de los momentos más relevantes para tener en cuenta es la identificación del punto de inflexión de la grafica, pues del análisis de este es cuando se pueden anticipar las posibles situaciones para casos similares logrando así establecer según el producto que posibles estrategias pueden ser aplicadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GODÁS, L (2006) *Ámbito Farmacéutico, Gestión Farmacéutica, Ciclo De Vida De Los Productos; Instrumentos para el diseño de estrategias de marketing en la oficina de farmacia (IV) VOL 25 NÚM 8; pág. 111*

Quijano, J. Ciclo de vida del producto. Extraído el 6 de Septiembre de 2009 desde: www.monografias.com/trabajos69/ciclo-vida-producto/ciclo-vida-producto2.shtml

Manual de Oslo. (2005) Guía para la recogida e interpretación de datos de innovación. OECD European Communities. Cap. 3. 2, pág. 56 - 58

Zartha, J. (2009) Trabajo De Aplicación Curvas En S., Artículo presentado para publicación.

José Ignacio López Sánchez¹, José Luis Arroyo Barrigüete; Modelos matemáticos de difusión tecnológica; Dpto. de Organización de Empresas. Universidad Complutense de Madrid. Campus de Somosaguas, 28223. Madrid.

PÉREZ CARLOTA. El cambio tecnológico y las oportunidades de desarrollo como blanco móvil. Revista de la CEPAL, No. 75, Diciembre 2001.

Aguilar, S. & Avalos, A. Metodología Para La Medición De Innovaciones Tecnológicas Aplicada A Empresas Del Sector Agroindustrial.

Saffo Paul, Seis reglas para pronosticar eficazmente; Harvard Business Review América latina

LÓPEZ SÁNCHEZ José Ignacio, ARROYO BARRIGÜETE José Luis. *Modelos matemáticos de difusión tecnológica*. Dpto. de Organización de Empresas. Universidad Complutense de Madrid. Campus de Somosaguas

Aguilar, S. & Avalos, A & Castrillon, F. Zartha, J. (2009) Artículo “Metodología Para La Medición De Innovaciones Tecnológicas Aplicada a Empresas Del Sector Agroindustrial”.

RICYT / OEA / CYTED COLCIENCIAS/OCYT. MANUAL DE BOGOTÁ; Normalización de Indicadores de Innovación Tecnológica en América Latina y el Caribe; Marzo 2001

Jorge Lucio... [et al.].Indicadores de ciencia y tecnología, Colombia 2009 / -- Edición de bolsillo.—Bogo

ESTRATEGIA TECNOLÓGICA EN PAÍSES LATINOAMERICANOS

Dayana Martínez Daniels

Docente: Bibiana Arango

Área: Gestión

RESUMEN

En este documento se exalta la importancia que tiene el poseer en las empresas una estrategia tecnológica y las implicaciones para llegar a ella.

El artículo se desarrolla de la siguiente manera: en una primera parte se conceptualiza lo relacionado a estrategia tecnológica como tal, en un segundo lugar se muestra el porqué es necesaria este tipo de estrategia y la forma de alcanzarla y por último se exponen los beneficios y ventajas que se alcanzan al lograr el desarrollo de las capacidades tecnológicas.

INTRODUCCIÓN

La estrategia tecnológica empresarial es un tema de vital importancia con la cual todas las empresas latinoamericanas y del mundo deben contar como parte de la estrategia general de la organización.

Este artículo pretende mostrar la vitalidad de gozar con una estrategia tecnológica y los debidos requerimientos o ítems que de una manera u otra permiten llegar a ella.

Se afirma que es debido a tener una estrategia tecnológica que las empresas latinoamericanas pueden llegar a obtener cierta posición estratégica respecto a la competencia puesto que dichas estrategias tecnológicas permiten llegar a ventajas competitivas importantes.

ESTRATEGIA TECNOLÓGICA

En primera instancia se hace necesario comprender la estrategia tecnológica como concepto, la cual es una política que define la empresa con el objeto de desarrollar y hacer uso de la tecnología. Comprende no sólo la investigación y desarrollo de nuevos productos y procesos, sino que su acción debe extenderse a todas las funciones o subsistemas de la empresa.

En concordancia con [2], la competitividad de las empresas basadas en la tecnología está relacionada con la capacidad de definir una adecuada estrategia tecnológica perfectamente insertada en su proceso de dirección estratégica global. La empresa deberá integrar en su planeación sus estrategias tecnológicas y los cursos de acción necesarios para llevarlas a cabo.

En otras palabras, la estrategia tecnológica debe ser un elemento integrante e inseparable de la estrategia general de la empresa y, por tanto, debe estar de acuerdo con y reforzarse por las elecciones en otras actividades de valor. El logro de tal objetivo constituye, precisamente, la base de una creatividad tecnológica necesaria para la obtención de ventaja competitiva. [3]

ASPECTOS IMPORTANTES QUE DEBE CUBRIR LA ESTRATEGIA TECNOLÓGICA

Los siguientes son los aspectos más importantes que la estrategia tecnológica debe cubrir según [17]:

1. Que tecnologías implementar o desarrollar

La elección de tecnologías específicas a implantar o desarrollar en la cadena de valor vendrá dada por el nexo entre cambio tecnológico y ventaja competitiva. La empresa deberá concentrarse en aquellas tecnologías con mayor efecto sostenible en coste o diferenciación y decidirse por una innovación tecnológica de carácter evolutivo o por un rediseño radical de sus procesos. No todo cambio tecnológico es beneficioso.

Según [22], la innovación tecnológica depende de la creación de valor que se le dé al producto, mientras más creación de valor se le proporcione más participación en el mercado se logrará. Dicha creación de valor depende a su vez de las habilidades existentes al interior de la empresa como investigación de mercados, soporte, construcción de marca y servicio postventa.

2. La conveniencia de ser o no líder tecnológico

Esto consistirá en decidir si se es pionero en las innovaciones o si se espera a que otros lo sean. Dicha elección se basa en tres factores:

- a) El grado en que la empresa puede mantener su ventaja en tecnología
- b) Las posibles ventajas que se puedan derivar de ser el primero en implantar una nueva tecnología
- c) Las posibles desventajas de ser el primero en implantar las tecnologías

[4] analizan los factores que podrían potenciar la gestión tecnológica. Hacen referencia particular al recurso humano. Notan la falta de comunicación entre los diferentes niveles jerárquicos en otras palabras la falta de transversalidad que permita integrar las diferentes experiencias y conocimientos. Otro aspecto es el “apego” a formas tecnológicas tradicionales dejando de lado la investigación y generación de nuevos recursos tecnológicos.

3. La política de licencias tecnológicas. Las cuestiones principales al respecto son:

- a) Autorizar la concesión de licencias
- b) Saber a quién conceder las licencias
- c) Los peligros que se corre al conceder la licencia

ESTRATEGIA EMPRESARIAL Y TECNOLÓGICA EN PAÍSES LATINOAMERICANOS

Las cualidades del contexto tecno-económico, el acelerado cambio técnico, el requerimiento de retornos financieros de corto plazo y las transformaciones político-económicas exigen una profunda revisión de las estrategias para desarrollar con éxito las actividades productivas y comerciales. [19]

Debido a lo anterior, se hace evidente que las organizaciones cuenten con una estrategia empresarial. “La clave para enfrentar con éxito los desafíos del contexto tecno-económico es una positiva estrategia empresarial que fije una dirección, concentre el esfuerzo, logre consistencia en las decisiones y asegure la necesaria flexibilidad para aprovechar las oportunidades a corto y largo plazo”. [16]

NECESIDAD DE UNA ESTRATEGIA TECNOLÓGICA

La estrategia tecnológica como ya se había mencionado “es un componente indispensable de la estrategia empresarial, la cual al ser adoptada de manera apropiada por las empresas éstas alcanzan posiciones competitivas ventajosas”. [6]

Una estrategia tecnológica tiene como Propósito fundamental brindarle a las empresas una posición sólida de ventaja relativa respecto a la competencia.

En el caso de la industria latinoamericana la posición estratégica se logra con el desarrollo de capacidades tecnológicas a través de la empresa. El objetivo de la estrategia tecnológica es alcanzar un nuevo nivel de desarrollo de las capacidades tecnológicas de la empresa. [19]

Desde ésta perspectiva la posición estratégica a lograr en el caso de la industria latinoamericana es a través del desarrollo de capacidades tecnológicas a nivel interno de la empresa. Siguiendo a [15], las capacidades tecnológicas son el conjunto de recursos que se necesitan para generar y dirigir el cambio técnico: 1) conocimientos, destrezas y experiencias, y 2) adecuadas estructuras y conexiones intra, extra e inter-institucionales.

CAPACIDADES TECNOLÓGICAS

En primer lugar es necesario resaltar la diferencia existente entre capacidades tecnológicas y capacidades productivas. Capacidad tecnológica está constituida por el conjunto de conocimientos y habilidades que dan sustento al proceso de producción. Las capacidades productivas son el máximo **nivel de actividad** que puede alcanzarse con una estructura productiva. [15]; La existencia de estas últimas no necesariamente presupone la existencia de las primeras.

Esta situación es común en los países latinoamericanos, donde el esfuerzo por la industrialización frecuentemente va dirigido a crear capacidades productivas, sin un esfuerzo paralelo o posterior por adquirir las indispensables capacidades tecnológicas.

En segundo lugar, la definición de una estrategia tecnológica parte de reconocer el nivel de desarrollo de las capacidades tecnológicas de la empresa y trazar un nivel a alcanzar como objetivo. [19]

En tercer lugar, las capacidades tecnológicas deben desarrollarse y acumularse a nivel de la empresa; las capacidades existentes a nivel institucional extra-firma son importantes pero complementarias nunca sustitutivas de las capacidades intra-firma. [9]. Esta complementariedad, debe lograrse mediante relaciones colaborativas con universidades y centros de investigación, documentación y servicios técnicos, proveedores, clientes, consultores y otras firmas nacionales y extranjeras.

En cuarto lugar, las capacidades tecnológicas no se refieren exclusivamente a la función de investigación y desarrollo (I+D); un importante volumen de capacidades tecnológicas se acumula a nivel de las funciones de ingeniería, diseño, mantenimiento, proyectos, servicios técnicos (homologación, metrología, pruebas y ensayos, entre otros), calidad, información y documentación, planeación, supervisión y control y otras relacionadas directamente con las gerencias técnicas y de producción.

CLASIFICACION DE LAS CAPACIDADES TECNOLOGICAS

A partir de las concepciones más difundidas y aceptadas en la literatura ([18]; [10]; [2]; [5]; [13]; [24]), se define una capacidad tecnológica estratégica como toda facultad genérica intensiva en conocimiento para movilizar conjuntamente distintos recursos científicos y técnicos individuales, que permite a la empresa el desarrollo de productos y/o procesos productivos innovadores de éxito, al servicio de la implantación de estrategias competitivas creadoras de valor ante unas condiciones medioambientales determinadas

La clasificación de capacidades atiende a la definición de dos criterios jerárquicamente ordenados: 1) el modelo según el cual evoluciona la tecnología en la industria, que permite distinguir entre las capacidades de explotación y exploración, y 2) la etapa concreta del ciclo evolutivo en la que se encuentra la industria que permite diferenciar, dentro de las capacidades de explotación, aquellas que son de exclusividad frente a las de no exclusividad. [14]

Las capacidades tecnológicas de explotación en el contexto tradicional

El patrón evolutivo clásico justifica la definición de las *capacidades tecnológicas de explotación*, cuyo principal valor dependerá directamente de la explotación económica de las tecnologías en los mercados. Una vez concluida la fase temporal de mayor incertidumbre las empresas que han logrado imponer su tecnología como diseño dominante tratarán de explotarlo en los mercados durante el mayor tiempo posible, hasta que sobrevenga la transición hacia un nuevo paradigma tecnológico.

En el marco de este modelo evolutivo es posible identificar distintas etapas o fases a lo largo del ciclo de vida de las capacidades. De esta forma, la explotación de los conocimientos tecnológicos valiosos se puede desarrollar en dos etapas claramente diferenciadas, según se disfruten en exclusiva o no los conocimientos en los que están basadas las innovaciones de éxito. Este hecho es el que permite distinguir, dos tipos de capacidades tecnológicas de explotación según se encuentren, o no, difundidos los conocimientos a lo largo de la industria: 1) *de exclusividad* y 2) *de no exclusividad*.

Las capacidades tecnológicas de exclusividad son aquellas responsables de la obtención de innovaciones valiosas, cuyo potencial estratégico dependerá directamente de las dificultades para imitar y sustituir los conocimientos tecnológicos. [14]. Por su parte una vez difundidos los conocimientos a lo largo de la industria, la correcta dotación de capacidades de no exclusividad permitirá el eficiente desarrollo de innovaciones incrementales antes que la competencia.

Las capacidades tecnológicas de exploración en un contexto dinámico

A diferencia del patrón evolutivo tradicional, en este caso resulta complicado identificar distintas etapas a lo largo del ciclo tecnológico, ya que la competencia queda sumida en una permanente fase de gran dinamismo. Por ello, se definirá un único tipo adicional de capacidades tecnológicas. [14]

En este contexto se considera que adquiere significado la definición de las *capacidades tecnológicas de exploración*, orientadas hacia el permanente desarrollo e incorporación de nuevos conocimientos, que suponen la constante redefinición de las trayectorias tecnológicas vigentes. [12]

Las condiciones competitivas imponen elevados niveles de incertidumbre y obsolescencia tecnológica, lo que trae como consecuencia que prácticamente no exista margen de tiempo, ni para obtener rentabilidad de su explotación sostenida, ni para aplicar sucesivas innovaciones incrementales que mejoren los atributos de los productos y/o procesos innovadores.

En definitiva, el carácter estratégico de las capacidades de exploración se vinculará con la facultad de la empresa para desarrollar una base de conocimientos que le permitan mantenerse en la vanguardia de la investigación y desarrollo futuros [14]; de hecho, esta será la única posibilidad que le queda a las empresas para sostener una posición de ventaja frente a la competencia en tales condiciones.

EL APRENDIZAJE COMO PROCESO PARA LA ADQUISICION Y ACUMULACION DE CAPACIDADES TECNOLOGICAS

El aprendizaje ha sido identificado como un proceso de adquisición de capacidades tecnológicas [11]. Se refiere, por consiguiente a la adquisición de conocimiento, destrezas y experiencias por parte de las personas y a través de ellas por la organización.

APRENDIZAJE TECNOLÓGICO Y ESTRATEGIA

Habiendo identificado el propósito de la estrategia tecnológica como la adquisición y acumulación de capacidades tecnológicas, se deben considerar los procesos de aprendizaje tecnológico como un componente fundamental de dicha estrategia.

Este punto de vista da lugar a una aproximación particular al problema de la estrategia que se centra en los procesos de aprendizaje tecnológico empresarial.

Su punto de partida es la identificación del aprendizaje como una de las actividades empresariales claves y de mayor contribución a la competitividad, por lo que alcanza un nivel estratégico y demanda inversión y esfuerzos deliberados. [19]

Este cometido a nivel de la empresa debe ser complementado por políticas y estrategias coherentes a niveles más agregados de la actividad industrial: la cadena productiva, el sector industrial y el país. En otras palabras, el desarrollo de capacidades tecnológicas a través de procesos de aprendizaje, a niveles de firma, industria y país, es un objetivo que concierne al desarrollo económico de largo plazo. [19]

Este sistema de desarrollo por aprendizaje tecnológico está constituido por tres tipos de procesos empresariales interactuantes [7]:

- Actividades de búsqueda: I+D interno y externo, generación de información, e identificación de las mejores fuentes de información.
- Actividades de acumulación y difusión: enganche y entrenamiento de personal, además de las actividades de búsqueda, que también son mecanismos de difusión. La difusión se hace a través de cambios en las rutinas y practicas organizacionales.
- Actividades de revisión: evaluación de las experiencias y revisión del conocimiento agregado. A estas actividades se pueden agregar las actividades de monitoreo y control del desempeño de la producción.

CANALES DE APRENDIZAJE

Los canales más relevantes de aprendizaje tecnológico empresarial se agrupan en las siguientes categorías:

APRENDIZAJE A TRAVES DE LA EXPERIENCIA PRODUCTIVA

El aprendizaje logrado mediante la operación del sistema productivo surge de una combinación de actividades operativas, de pequeños cambios operacionales y de realimentación del proceso de operación-cambio, que induce un mayor conocimiento del comportamiento del sistema productivo y que revierte en una mejora en la ejecución de las tareas por parte de obreros, supervisores y directivos. [19]

El aprendizaje a través de la ejecución de cambios técnicos al proceso genera con más probabilidad un conocimiento adicional sobre la tecnología específica utilizada y sobre los principios científicos y tecnológicos más generales. De esta manera la empresa ve aumentadas sus capacidades para producir cambios técnicos en el proceso y para aplicar los conocimientos generales obtenidos a situaciones nuevas, a la vez que incrementa la confianza en sus propias capacidades para innovar. [19]

APRENDIZAJE A TRAVES DEL ENGANCHE Y EL ENTRENAMIENTO DE PERSONAL

Un canal de aprendizaje que posibilita y hace más eficiente otras formas de desarrollo de las capacidades tecnológicas empresariales es el enganche y entrenamiento continuo de ingenieros, científicos y personal técnico calificado. La importancia de los llamados recursos humanos para el desarrollo industrial ha sido reconocida de tiempo atrás. [19]

El desarrollo de los recursos humanos no debe ser considerado simplemente en términos del fortalecimiento de la infraestructura institucional exterior a la empresa, sino también en términos de intensificar la acumulación del conocimiento y la pericia incorporados en gerentes, ingenieros y obreros en las firmas industriales. [1]

Paralelamente a una correcta política de enganche y entrenamiento del personal, las empresas deben transformar el ambiente de trabajo de forma que se puedan desarrollar al máximo las potencialidades de su recurso humano. [19]

APRENDIZAJE A TRAVES DE LA INVESTIGACION Y DESARROLLO

La inversión en I+D, además de los logros directos que proporciona para la innovación de productos o procesos, genera un aumento en la capacidad de la empresa para aprender, es decir, para identificar, asimilar y aplicar conocimientos producidos externamente. [19]

Esta capacidad de asimilación es importante para una empresa que compita en el mercado mundial, aun así, si su estrategia innovativa no sea de liderazgo, como es el caso de muchas firmas latinoamericanas. Por ejemplo, el éxito de una estrategia de seguimiento depende de la capacidad de respuesta ágil de la empresa seguidora frente a los movimientos del líder, lo cual se ve facilitado enormemente por su capacidad de aprendizaje. [19]

Las actividades de I+D en los países en vía de industrialización, si bien no necesariamente contribuyan a correr las fronteras del conocimiento ni se alimenten de los últimos descubrimientos científicos, pueden contribuir eficazmente a desarrollar las capacidades tecnológicas de la empresa y, por tanto, a avanzar hacia la posición estratégica que se ha sugerido aquí como propósito fundamental de la estrategia tecnológica. [19]

APRENDIZAJE A TRAVES DE LA COLABORACION Y LAS RELACIONES INTERINSTITUCIONALES

Aquí se desea subrayar la importancia de la colaboración e interacción de las firmas entre sí y con las instituciones (universidades y centros investigativos) como uno de los factores de éxito en los procesos de innovación. [20]

Este canal de aprendizaje, sin embargo no puede darse independientemente de otros canales. Por ejemplo hay evidencias que sugieren que un factor restrictivo del aprendizaje a través de la colaboración tecnológica es la falta de ingenieros, científicos y técnicos calificados en las empresas. [19]

Sin los recursos adecuados de personal, las empresas ven limitadas sus capacidades de acceder al conocimiento externo o, si tienen éxito en ello, de asimilar y desarrollar las aplicaciones tecnológicas en productos y procesos competitivos [21]

La diferencia entre información y tecnología ayuda a entender por qué la colaboración interinstitucional es tan importante en los procesos de aprendizaje tecnológico: el conocimiento tecnológico es en parte específico de la firma, tácito y acumulativo, en tanto la información es su componente universal, articulado y publico. [8]

CONSIDERACIONES IMPORTANTES

La inserción exitosa de la industria latinoamericana en el comercio internacional requiere la readecuación de sus estrategias empresariales. Eso debe hacerse en respuesta a las realidades tecno-económicas globales y a las nuevas políticas de apertura e internacionalización de las economías de estos países, que está exponiendo a las empresas nacionales a una mayor competencia con firmas extranjeras y corporaciones multinacionales.

Para la industria latinoamericana es pertinente una estrategia tecnológica basada en el desarrollo de las capacidades tecnológicas en la firma a través de procesos de aprendizaje empresarial.

El desarrollo y acumulación de capacidades tecnológicas en la firma es una posición estratégica en tanto que posibilita construir ventajas competitivas a partir de: 1) la eficiencia y adecuación de los proyectos de inversión y adquisición de bienes de capital, 2) la innovación de procesos y productos, 3) la innovación de las estructuras y procedimientos organizacionales para la producción, administración y la gestión, 4) el establecimiento y la participación eficaz en acuerdos de colaboración tecnológica y redes de innovación, 5) el monitoreo de amenazas y oportunidades tecnológicas

Estas capacidades tecnológicas se adquieren a través de procesos de aprendizaje empresarial que involucran actividades de búsqueda e investigación, acumulación, difusión y revisión. La rapidez con que las organizaciones aprenden es un factor clave para la competitividad, sobre todo en los sectores industriales de acelerado cambio técnico.

La acumulación de capacidades tecnológicas puede colocar a la empresa en una posición privilegiada que le permita: planear y controlar las actividades de inversión para mejorar la eficiencia financiera y tecnológica y así poder transformar el proceso de producción con miras a la alta productividad y la disminución de costos e impacto ambiental.

También permiten establecer alianzas estratégicas con proveedores, con la competencia, instituciones públicas y privadas entre otras y por medio de estas alianzas desarrollar medios para satisfacer mejor las necesidades del mercado y optimizar la calidad de productos y servicios.

Por último las capacidades tecnológicas permiten aprovechar oportunidades en el mercado, basándose en ventajas competitivas.

REFERENCIAS

- [1] Bell, M (1991), science and technology policy research in the 1990s: key issues for developing countries, paper prepared for the SPRU 25th birthday conference, July.
- [2] Black, J.A. y Boal, K.B. (1994): «Strategic resources: traits, configurations and paths to sustainable competitive advantage». *Strategic Management Journal*, vol. 15, pags. 131-148.
- [3] Carús, Luis. (2000) Estrategia empresarial y Estrategia tecnológica (Spanish). Alta Dirección, Especial (II parte). N° 212. 73-78
- [4] Castellanos Oscar, Jiménez Claudia, Medina Yanneth. (2002). Análisis de algunos factores potenciadores de la gestión tecnológica: caso Empresas biotecnológicas. *Innovar*. 145-156.
- [5] CHRISTENSEN. J.F. (1996): «Analysing the technology base of the firm: a "multi-dimensional resource and competence perspective»», en N.J. Foss y C. Knudsen (eds.). *Towards a Competence Theory of the Firm*. pags. 111-132, Routledge, Londres.
- [6] Dodgson, M (Ed.) (1989). *Technology Strategy and the Firm: Management and public policy*, Logman
- [7] Dodgson, M (1991), strategies for accumulating technology in small high tech firms: A learning approach and its public policy implications, Science policy research, university of Sussex, Brighton.

- [8] Dosi, G(1988) source, procedures and microeconomics effects of innovation. *Journal of economic literature*, Vo, 26, sep.
- [9] Freeman, C. (1991), *Catching up in World Growth and Trade*, SPRU/MERIT
- [10] GRANT, R.M. (1991): «The resource-based theory of competitive advantage: implications for strategy formulation». *California Management Review*, vol. 34. primavera, pags. 114-135
- [11] Lall, S (1980), “developing countries as exports of industrial technology”, *research policy* Vol 9, pp 24-52.
- [12] MILLER. D. (2003): «An asymmetry-based view of advantage: towards an attainable sustainability». *Strategic Management Journal*, vol. 24, pags. 961-976.
- [13] MILLER D y SHAMSIE, J. (1996): «The resource-based view of the firm in two environments: the Hollywood films studio resource-based view of the firm in two environments: the Hollywood films studios from 1936 to 1965.>. *Academy of Management Journal*, vol. 39, pags. 519-543
- [14] Muiña, F., & López, J. (2007). Las capacidades tecnológicas y los resultados empresariales. Un estudio empírico en el sector biotecnológico español. (Spanish). *Cuadernos de Economía y Dirección de la Empresa (CEDE)*, 32177-210. Retrieved from Academic Search Complete database.
- [15] Pavitt, K. and Bell, M (1992). National capacities for technological accumulation: Evidence and implications for developing countries, *World Bank Annual Conference on development Economics*, Washington, April 30 and May 1.
- [16] Pearson, G (1990). *Strategic Thinking*. Prentice hall
- [17] Porter, M.E. (1985): *Competitive Advantage*. (English). free press, New York
- [18] PRAHALAD, C.K. y HAMEL, G. (1990): «The core competence of the corporation» *Harvard Business Review*, mayo/junio. pags. 79-91
- [19] Robledo Velázquez, Jorge. (1993). Estrategia tecnológica empresarial: Una aproximación desde la perspectiva del aprendizaje tecnológico para los países latinoamericanos. (Español). V seminario latinoamericano de gestión tecnológica. 40-52
- [20] Rothwell , R. (1992), “ Successful industrial innovation: critical factors for the 1990s” *R&D management*, vol 22, No. 3.

- [21] Rothwell, R and dodgson, M (1991). Externnal linkages and innovation and medium- sized enterprises, R&D management, vol 21 No2, pp 125-137
- [22] Ruojiang, X. (2008). The technological strategy of SMES based on the systematic architecture of the ability of technological innovation. Management Science & Engineering, 2(2), 10-17. Retrieved from Academic Search Complete database.
- [23] Velasco, C., & García, C. (2005). Dirección estratégica de la tecnología: El caso de Isofotón. (Spanish). Universia Business Review, (8), 68-85. Retrieved from Academic Search Complete database.
- [24] WiKLUND. J. y SHEPHERD, D. (2003): «Knowledge-based resources, entrepreneurial orientation, and the performance of small and medium-sized business». *Strategic Management Journal*, vol. 24, págs. 1307-1314.

MATERIALES PARA LA FABRICACION DE IMPLANTES QUIRURGICOS CON APLICACIONES ORTOPEDICAS.

Jairo Narváez Salas

Docente: Bibiana Arango

Área: Gestión

RESUMEN

En este artículo se presenta una revisión acerca de cuáles son los materiales usados para la fabricación de implantes quirúrgicos, se comentan las pruebas experimentales que han realizado algunos científicos con el fin de determinar qué tipo de material es mejor en este oficio, luego se determina cuales son los más comunes en el mercado y se caracteriza cuantitativamente la química y física de estos materiales.

INTRODUCCION

Dentro de los materiales usados para la fabricación de implantes ortopédicos, el titanio puro y sus aleaciones son reconocidos como materiales altamente biocompatibles, y su popularidad en la ortopedia y traumatología ha venido creciendo debido a sus propiedades mecánicas, resistencia a la corrosión y compatibilidad con la resonancia magnética [10], de acuerdo con estas características [6] aseguran que aleaciones de acero inoxidable Cobalto –Cromo, y aleaciones de titanio Niobium-Niquel cumplen los requisitos para ser usadas en este tipo de trabajos, entre los cuales se consideran: implantes para columna [10], fijación de fracturas, tornillos para huesos, remplazo de articulaciones e implantes dentales [5, 6]. [8] investigaron materiales no aleados como el comercialmente puro Niobdium y Tantalum, encontrando en ellos grandes propiedades electroquímicas y altos niveles de biocompatibilidad pero menor resistencia mecánica que el titanio y sus aleaciones.

Otras de las aleaciones de titanio consideradas para la fabricación de implantes con aplicaciones ortopédicas son las siguientes: Ti-6Al-4V [1, 5, 12], Ti-6Al-7Nb [8], Ti-45Ni [5], Ti-35Nb-7Zr-5Ta [11], Ti-10Mo, Ti-10Al-10Mo, Ti-5Al-15Mo [3]. Por otro lado, se considera al acero inoxidable austenítico 316 LVM como un material apto para aplicaciones biomédicas, particularmente para sustitución o reparación de huesos, gracias a que combina buenas propiedades mecánicas con una razonable biocompatibilidad, adicionalmente tiene bajo costo y fácil maquinado en comparación con otros materiales para implantes [7].

En este sentido el trabajo pretende obtener información que permita solicitar una cotización clara a proveedores de materiales para implantes quirúrgicos con aplicaciones ortopédicas. Lo cual se busca a través de objetivos específicos y progresivos como los siguientes:

Primero, identificar materiales aptos para fabricar implantes quirúrgicos, posteriormente definir y comparar dos de los materiales comercialmente más usados para la producción de implantes ortopédicos, luego Caracterizar química y físicamente los dos materiales más usados en la producción de implantes ortopédicos, y por ultimo

Identificar estándares internacionales para los dos materiales más usados en la fabricación de implantes con aplicaciones ortopédicas.

PRUEBAS EXPERIMENTALES.

Las investigaciones han considerado en varias ocasiones que las aleaciones pueden aumentar la resistencia mecánica, pero a su vez influenciar negativamente la biocompatibilidad de los materiales por la posible liberación de elementos [8]. Sin embargo [1] afirman no haber encontrado ninguna liberación del titanio implantado en la tibia de conejos después de haber analizado su orina durante un año. En este sentido se encuentra que muchos estudios han examinado los problemas de deterioro en implantes ortopédicos a lo largo del tiempo, por lo cual se ha creado la necesidad de hacer técnicas experimentales para representar este deterioro y para remediarlo [12]. Las características más comunes en el estudio de los materiales para implantes quirúrgicos son el análisis de resistencia a la corrosión y el de las propiedades de resistencia mecánica. En el mismo contexto, [8] consideran que largos periodos de resistencia a la corrosión bajo fatiga mecánica son un parámetro fundamental para la caracterización completa de un material para implante. Y concluyen que las propiedades mecánicas de un material se perjudican cuando este se somete a fluidos corrosivos.

Con el fin de estudiar las propiedades corrosivas de un material se emplean soluciones salinas protegidas con fosfato o adicionadas a ácido láctico de $\text{PH}=5$, lo cual en conjunto se considera una solución que puede simular las condiciones del cuerpo humano [6, 8]. [10] concluyen que después de la inmersión en solución salina protegida con fosfato, la superficie del material que menos corrosión presenta es la del titanio en comparación con la del acero. Acorde a esto se estudia la posibilidad de realizar implantes mezclando acoples de titanio con acero, y se encuentra que en un ambiente corrosivo el acople no acelera significativamente la corrosión del acero inoxidable sino que induce con mayor probabilidad la corrosión del titanio [10]. En estos estudios se usó ultrasonido y rayos x para determinar los niveles de corrosión en el tiempo que presentaron los materiales sumergidos en un ambiente corrosivo que simula las condiciones del cuerpo humano, y se encontró que esta prueba de clase electroquímica puede ser mejorada usando técnicas potencio métricas y voltimétricas que ayuden a determinar cuál es la corrosión del material en diferentes medios que simulan fluidos corporales [6, 10]. [12] estudiaron acoples de acero inoxidable con polímeros y encontraron que la fricción entre estos dos materiales activa la probabilidad de corrosión del acero en un medio corrosivo artificial.

En la búsqueda de mejores materiales para uso en la fabricación de implantes ortopédicos, están en progreso estudios de resistencia a la corrosión del acero inoxidable 316LN (con nitrógeno) que según [12] muestra mejor resistencia a la corrosión que el SS316L con cobalto y cromo como compuestos. Continuando la búsqueda de un mejor material para el uso en implantes ortopédicos se encuentra al Ti-35Nb-7Zr-5Ta, reconocido por su porosidad en el acabado final, característica importante para la osteointegración dentro del cuerpo humano [11].

Haciendo referencia a los compuestos mencionados anteriormente se encuentra que las aleaciones de titanio que contengan molibdeno, vanadio y hierro, limitan la corrosión del material mientras este está en su fase alfa, y las que contienen aluminio hacen lo mismo cuando el material pasa por la fase beta, lo cual indica que las aleaciones actúan como estabilizantes del material en unas fases mejor que en otras [3].

Se anuncia que las infecciones siguen siendo la mayor complicación asociada con la cirugía de ortopedia y traumatología, por tanto se considera que el diseño, el material, y la técnica quirúrgica para ubicar el implante juegan un papel fundamental en la prevención de infecciones [9].

Considerando al titanio y su aleación Ti-6Al-4V como un material de éxito rotundo en implantes dentales y ortopédicos [1]. Y al acero inoxidable austenítico 316LVM como uno de los más usados para aplicaciones biomédicas [7], vemos que según [9] el acero presenta una incidencia de infección del 82%, mientras que el titanio del 52%. Al ser mayor la incidencia de infección al usar implantes de acero podríamos pensar que el titanio tiene mejores propiedades en cuanto a la resistencia a la corrosión. Adicional a esto debemos mencionar que “la resistencia a la corrosión es mayor en

implantes sólidos que en implantes huecos o canulados” [9]. En este punto también es preciso resaltar que el titanio posee una propiedad mecánica que le permite moverse como un cuerpo rígido dentro de los huesos debido a que su modulo de elasticidad 110 GP, es mucho mayor que el de un hueso común 18GP. Este movimiento coordinado disminuye la probabilidad de corrosión [2].

De este modo y considerando a estos últimos como los materiales más populares en el uso de aplicaciones biomecánicas, se abre otra línea de investigación que consiste en mejorar las características mecánicas de las superficies de los materiales a través de procesos adicionales como el denominado Sandblasting. Que según [4] consiste en un lavado con arena a presión a través del cual materiales como el titanio puro después de una exposición al proceso, obtienen una resistencia a la fatiga 10% superior a la de un titanio sin someter al proceso. Adicionalmente, en un artículo del 2008, [7] afirman que el proceso aplicado sobre acero inoxidable 316LVM produce una severa deformación plástica que es acompañada por el refinamiento de los granos o partículas de la superficie del material, consiguiendo con esta modificación de la superficie, una mejor resistencia a la fatiga para biomateriales sometidos a ambientes corrosivos [7, 8].

Caracterización.

Al tener al Ti-6Al-4V y al acero inoxidable austenítico 316LVM como los materiales más populares para aplicaciones biomédicas, es importante revisar sus características químicas y físicas con el fin de proporcionar una información clara a quienes se les solicite cotización. A continuación, en las tablas 1-4 se indica la composición química y las propiedades físicas de los dos materiales.

Elemento	% del peso
Carbón	0,03 máx.
Magnesio	< 2
Silicona	<1
Fosforo	<0,045
Azufre	<0,030
Cromo	17-19
Níquel	13-15
Molibdeno	2,25-3,5
Cobre	<0,08
Nitrógeno	<0,3
Hierro.	60,5-67,75

Tabla 1. Composición química del acero inoxidable austenítico 316LVM.

Característica	Valor
Resistencia a la tensión	600 - 800 MPa
Modulo de elasticidad	187,5 Gpa
Densidad	8 g/cc

Tabla 2. Propiedades físicas del acero inoxidable austenítico 316LVM.

Elemento	% del peso
Aluminio	5,5-6,75
Carbón	<0,08
Hidrogeno	<0,015
Hierro	<0,4
Nitrógeno	<0,03
otro	<0,05
Total otros	<0,3
Oxigeno	<0,2
Titanio	87,725-91
Vanadio	3,5-4,5

Tabla 3. Composición química de la aleación de titanio Ti6AL4V.

Característica	Valor
Resistencia a la tensión	830-900 Mpa
Modulo de elasticidad	114 Gpa
Densidad	4,43 g/cc

Tabla 4. Propiedades físicas de la aleación de titanio Ti6AL4V.

Estándares.

Existen organismos que han creado estándares para materiales con aplicaciones de implante quirúrgico, estos estándares garantizan que el producto pueda usarse sin problemas en este tipo de aplicaciones debido a que cumple todos los requisitos para tal fin. Con el ánimo de obtener una comunicación clara con los posibles proveedores de materiales biocompatibles, se ha consultado que tipo de estándar debe cumplir el acero inoxidable 316LVM y el Ti6Al4V para ser usado dentro de cuerpo humano. Encontrando que el primero debe estar bajo la norma ASTM F138, mientras que el segundo es considerado como titanio grado 5 y debe cumplir la norma ASTM F136. [13]

Consideraciones del autor

Dos de los materiales más usados para la fabricación de implantes quirúrgicos son el Ti6Al4V y el acero inoxidable 316LVM.

Los implantes de titanio tienen una incidencia de infección menor a la de los implantes de acero.

El sandblasting como tratamiento a la superficie de los materiales para implante mejora las propiedades de corrosión de los mismos.

El bajo contenido de carbono es fundamental para disminuir la probabilidad de corrosión en materiales sometidos a fluidos del cuerpo humano.

Realizar implantes con acoples entre titanio y acero no es común en la industria biomecánica.

El acero 316LVM puede someterse a fuerzas mayores que el titanio Ti6Al4V antes de deformarse.

El titanio Ti6Al4V resiste más a las fuerzas de tensión que el acero 316LVM.

El titanio Ti6Al4V es un material más frágil que el acero inoxidable 316LVM.

Las aleaciones de titanio no producen migración cuando se encuentran dentro del cuerpo humano.

Referencias

- [1] Bianco, P., Ducheyne, P., y Cucklers, J. (1996, Febrero). Titanium serum and urine levels in rabbits with a titanium implant in the absence of wear. *Departments of Bioengineering and 'Orthopaedic Surgery, University of Pennsylvania, Philadelphia, USA*. Obtenido el 16 de marzo de 2010 de la base de datos Science direct.
- [2] Branemark, R., y Skalak, R. (1998, Febrero). An in-vivo method for biomechanical characterization of boneanchored implants. *Medical Engineering & Physics*. Obtenido el 16 de marzo de 2010 de la base de datos Science direct.

- [3] González, J., y Rosca, M. (1999, Junio). Study of the corrosion behavior of titanium and some of its alloys for biomedical and dental implant applications. *Journal of Electroanalytical Chemistry*. Obtenido el 16 de marzo de 2010 de la base de datos Science direct.
- [4] Jiang, X., Wang, X., Li, J., Manc, C., Shepard, M. y Zhai T. (2006, Abril). Enhancement of fatigue and corrosion properties of pure Ti by sandblasting. *Materials Science and Engineering*. Obtenido el 16 de marzo de 2010 de la base de datos Science direct.
- [5] Kerrzo, M., Conroy, K., Fenelon, M., Farrel, S., y Breslin, C. (2000, September). Electrochemical studies on the stability and corrosion resistance of titanium-based implant materials. *Biomaterials journal*. Obtenido el 16 de marzo de 2010 de la base de datos Science direct.
- [6] Lesniewicz, A., Gackiewicz, L., y Zyrnicki, W. (2009, Diciembre). Biodegradation of metallic surgical implants investigated using an ultrasound-assisted process combined with ICP-OES and XRD. *International Biodeterioration & Biodegradation*. Obtenido el 16 de marzo de 2010 de la base de datos Science direct.
- [7] Multigner, M., Frutos, E., González, J., Jiménez, J., Marín, P., e Ibáñez, J. (2008, Noviembre). Influence of the sandblasting on the subsurface microstructure of 316LVM stainless. *Materials Science and Engineering journal*. Obtenido el 16 de marzo de 2010 de la base de datos Science direct.
- [8] Papakyriacou, M., Mayer, H., Pypen, C., Plenk, H., y Stanzl, S. (2000, Enero). Effects of surface treatments on high cycle corrosion fatigue of metallic implant materials. *International Journal of Fatigue*. Obtenido el 16 de marzo de 2010 de la base de datos Science direct.
- [9] Schlegel, U., y Perren, S. (2006, Enero).Surgical aspects of infection involving osteosynthesis implants: implant design and resistance to local infection. *International journal of the care of injured*. Obtenido el 16 de marzo de 2010 de la base de datos Science direct.
- [10] Serhán, H., Slivka, M., Albert, T., y Kwak, D. (2003, Diciembre).Is galvanic corrosion between titanium alloy and stainless steel spinal implants a clinical concern?. *The Spine Journal*. Obtenido el 16 de marzo de 2010 de la base de datos Science direct.
- [11] Taddei, E., Herniques, V., Silva, C. y Cairo, C. (2004, Septiembre). Production of new titanium alloy for orthopedic implants. *Materials Science and Engineering*. Obtenido el 16 de marzo de 2010 de la base de datos Science direct.
- [12] Tritschler, B., Forest, B., y Rieu, j. (1999, Noviembre). Fretting corrosion of materials for orthopaedic implants: a study of a metal/polymer contact in an artificial physiological medium. *Tribology International*. Obtenido el 16 de marzo de 2010 de la base de datos Science direct.
- [13] Base de datos para materiales. (2010, Marzo). www.matweb.com.

LA GESTIÓN TECNOLÓGICA COMO HERRAMIENTA PARA LA LOGÍSTICA INVERSA

Lina M. Valencia Monsalve

Docente: Bibiana Arango

Área: Gestión

RESUMEN

El presente artículo busca relacionar la gestión tecnológica con la logística inversa, de tal forma que esta última pueda organizarse para mejorar resultados, procesos y medios de trabajo.

Se realizó una breve descripción de lo que es la gestión tecnológica y sus diversas actividades con el fin de relacionarse con el tema. Posteriormente se hizo un estudio de la logística, pero más específicamente de la logística inversa, los procesos y actividades de mayor importancia. Finalmente se hicieron algunas consideraciones en la unión de estos términos, logrando que las actividades de la gestión tecnológica se efectuaran dentro de los procesos de la logística inversa. Cabe resaltar que una de las consideraciones más importantes destaca la importancia de la gestión tecnológica como una herramienta para la logística, debido a los beneficios que traerá en un futuro para la organización.

INTRODUCCIÓN

La industria busca a través de diversos métodos mejorar procesos, recursos, productividad y efectividad con el fin de poder cumplir con las exigencias de los clientes y poder diferenciarse de la competencia. La logística inversa es un método que surgió principalmente por la preocupación por el ambiente y se ha vuelto en un método eficaz para lograr cumplir las exigencias de los clientes, de forma que se recupere el residuo obtenido, agregarle valor y llegar a una reducción de los costos.

También es de gran importancia un buen factor diferenciador dentro de las empresas, ya que permite mayor competitividad y un aumento significativo en la participación del mercado.

La logística inversa aparte de ser un método eficaz por lo anterior mencionado, también es un factor diferenciador dentro de las empresas, esto se debe a que ésta se ha vuelto parte de la estrategia de las empresas debido a que permite mayor competitividad y lo más importante disminución de los costos. Ahora bien con ayuda de la gestión tecnológica esto tendría mayor impacto, ya que por medio de un buen manejo del capital intelectual se podría obtener de forma eficiente y eficaz los resultados esperados por la logística inversa.

SISTEMA DE GESTIÓN TECNOLÓGICA

El sistema de gestión tecnológica surge con el fin de desarrollar un proceso continuo de búsqueda, apropiación, creación y utilización de conocimiento, que administra la creación, adaptación, o asimilación simple de tecnologías, así como su aplicación y difusión, para mejorar los resultados, procesos y medios de trabajo en ese sistema organizacional con el objetivo de satisfacer las necesidades presentes y futuras de las organizaciones, en particular, y de la sociedad, en general, donde el factor más importante es el capital intelectual, [1,7,11]. Éste está compuesto por un conjunto de

conocimientos útiles para la empresa que poseen las personas y los grupos de la misma, conocimientos estructurados por la empresa, recolectados en sistemas de información y comunicación, en tecnología disponible, en procesos de trabajo, etc. Que considera a la empresa como un sistema abierto que tenga una interrelación con el mismo; [2,15]. Este capital intelectual genera valor económico y ventaja competitiva para la empresa [10].

El sistema de gestión tecnológica en su operación debe desarrollar 16 actividades fundamentales descritas a continuación:

1. Determinación del área tecnológica: Esta se realiza sobre las áreas que se va a actuar, surge al analizar en conjunto los objetivos, las estrategias, los recursos y la información del entorno [4]. Se obtiene por medio de vigilancia e inteligencia tecnológica, buscando posibles acciones tecnológicas que se desarrollaran en las áreas necesitadas.
2. Determinación de alternativas tecnológicas: En el área seleccionada, se realiza el inventario de las tecnologías de la organización y su relación con cada área de negocio, producto o servicio. [16,18] Se realiza un diagnóstico tecnológico (interno y externo), con el fin de determinar la existencia o no de brechas tecnológicas en la organización, sus capacidades tecnológicas y su posición tecnológica respecto a su entorno competitivo. De aquí resulta un conjunto de alternativas factibles para evaluar, alineadas con los objetivos de la organización.
3. Evaluación técnica de alternativas tecnológicas: Se seleccionan unos criterios con el fin de posibilitar la identificación de las ventajas de cada una de las alternativas en cada uno de los objetivos, así como transformarlas en efectos concretos, factores medibles y especificaciones; además, permite calificar los cambios esperados en los efectos concretos y en los factores medibles [17].
4. Establecimiento de las condiciones necesarias: Estas condiciones se realizan con el fin de que se cumplan las ventajas esperadas y son plasmadas en las características físicas, organizacionales, económicas, de conocimiento y experiencia acumuladas para alimentarla evaluación integral de las alternativas tecnológicas [11].
5. Evaluación integral de las alternativas tecnológicas: Comprende los aspectos financieros, económicos, tecnológicos, productivos, organizacionales y sociales de cada una de las alternativas tecnológicas, además de la determinación y manejo de los riesgos asociados a las alternativas, que deben continuarse a lo largo de la metodología [3,9].
6. Traducción de las ventajas al lenguaje de los diferentes expertos.
7. Retroalimentación por expertos: Retroalimentación con una visión integral.
8. Elección de tecnología: Esta se realiza validando y confrontando las opiniones de los expertos con los objetivos, las estrategias, los recursos y las condiciones reales del entorno [8].
9. Adquisición de tecnología: Se realiza por medio de adaptaciones o innovaciones tecnológicas, compra, desarrollo o combinación de las anteriores, en modalidades individuales y asociativas variadas [12,20].
10. Incorporación de tecnología: Aquí se generan las capacidades reales de la organización al instalar, integrar, probar y poner en funcionamiento la tecnología seleccionada [11].
11. Mantenimiento y optimización tecnológica: Tienen como objetivo mantener las capacidades tecnológicas de la organización y optimizar su utilización, a fin de garantizar su normal funcionamiento y el logro de sus metas [11].
12. Seguimiento y control tecnológico: se realiza simultánea y conjuntamente al mantenimiento [13] y busca establecer y monitorear las variables asociadas a la tecnología, observarlas, controlarlas y determinar sus tendencias, con el fin de prever, predecir y corregir posibles fallas y problemas que afecten las capacidades tecnológicas, ya sean de origen interno o externo [11].
13. Evaluación tecnológica: Se realiza con el fin de lograr su mejora continua y mantener su alineación con el plan de negocios [11].
14. Disposición de tecnología obsoleta: Se seleccionan las tecnologías que ya no se usan para reintegrarlas en un nuevo proceso [11].

15. Disposición de partes recambiables: se realiza buscando partes de la tecnología que ya no sirven más en el proceso y encontrar en ellas una nueva funcionalidad [11].
16. Disposición de salidas no deseadas: Se manejan los elementos que no se pueden reintegrar en un nuevo proceso con el fin de darles un fin adecuado [11].

Es necesario tener claro que la Gestión Tecnológica, por muy importante que sea, es únicamente uno de los tantos factores que hacen posible la Competitividad de las empresas. La tendencia actual de considerar esta función como la única capaz de lograr la competitividad empresarial es un error que es necesario superar [2].

SISTEMA LOGÍSTICO

Se define como sistema logístico al conjunto de sistemas de apoyo que interactúan con los sistemas centrales y con el entorno de la organización, a fin de apoyar las operaciones y generar ventaja por medio de intercambios de materia, energía e información que se realizan entre estos en los ámbitos interno, local, regional o global, a lo largo del ciclo logístico [11].

El sistema logístico está compuesto por todos los sistemas de apoyo interactuantes en la organización, ya se encuentren en el interior o en el exterior de ésta. También está compuesto por su ente coordinador, que tiene como misión gerenciar y regular los ya mencionados sistemas de apoyo. El sistema logístico es el encargado de optimizar el desempeño de los éstos y darles cohesión durante el desarrollo del ciclo logístico. [11]. Este puede estar conformado por sistemas de apoyo que pertenezcan a una sola o varias organizaciones.

Ciclo logístico

El ciclo logístico es la forma de operar o llevar a la práctica la logística en la empresa, y está compuesto de cinco etapas así:

Determinación de necesidades o requerimientos, obtención de los medios necesarios para satisfacer dichos requerimientos, disposición y entrega de los recursos obtenidos, mantenimiento del bien o recurso obtenido y logística inversa [11].

A continuación se profundizara en una de las etapas de la logística, la logística inversa.

SISTEMA LOGÍSTICO INVERSO

Logística inversa es el proceso de planificación, desarrollo y control eficiente del flujo de materiales, productos e información desde el lugar de origen hasta el de consumo, comenzando en el eslabón donde perdieron o disminuyeron su vida útil, para recuperar total o parcialmente su valor, de manera que se satisfagan las necesidades del consumidor, recuperando el residuo obtenido y gestionándolo de modo que sea posible su reintroducción en la cadena de suministro, obteniendo un valor agregado y/o consiguiendo una adecuada eliminación del mismo, disminuyendo el impacto medioambiental y los costos asociados [6,19].

Cabe resaltar que el proceso de logística inversa comienza con realizar un reconocimiento de la situación; fase en la cual se hace oficial el hecho de que se está a punto de recibir un producto proveniente de un cliente, sea éste interno o externo. Luego se lleva a cabo una recuperación o distribución inversa del artículo en cuestión, trasladándolo físicamente a un lugar donde la empresa pueda disponer de él sin implicar que se tome acción alguna con respecto al artículo recuperado. Una vez se tiene el artículo, se puede proceder a su revisión, y así tomar la decisión adecuada acerca de lo que se va a hacer con él. En esta fase cabe considerar los factores clasificación y consolidación, de forma que se facilite la ejecución de estas actividades por medio de la disminución del número de destinos de la mercancía y la reunión de los productos para buscar el mejor destino [5].

Para poder entender las características de la logística inversa, se mencionaran los diferentes tipos de devoluciones, estas se pueden dar en varias etapas: en la manufacturera que son devoluciones internas, en la distribución que son devoluciones del producto por parte de los comerciantes, en el consumo que son devoluciones que hacen los clientes y por ultimo en el Post- consumo que son devoluciones en la etapa de fin del uso del producto [14].

Para tomar una decisión sobre el producto se manejan unas opciones de recuperación y se escogen en el siguiente orden [5,14]:

1. Reducción de la fuente: Inicialmente se deben tratar las opciones de prevención, que consideren en modificar el producto desde la etapa de diseño, o cambiar los patrones de consumo.
2. Reuso: Si el producto está en buenas condiciones se puede vender nuevamente en el mercado primario, después de realizar retoques o arreglos menores al producto.
3. Remanufactura: Puede incluir además labores de reparación.
4. Reciclaje: Si el producto no puede ser recuperado directamente ni reprocesado, se realiza una recuperación del material ya sea para el mismo producto o diferente.
5. Incineración: Los desechos que no se pueden reciclar se pueden por lo menos incinerar para recuperar energía.
6. Disposición final adecuada: debe ser la última opción de recuperación a considerar, después de haber agotado todas las posibilidades anteriores y se trata de desechar el producto.

Razones para realizar logística inversa

Las empresas aplican la logística inversa por diversas razones tales como [14]:

- Cumplimiento de la legislación ambiental.
- Beneficios económicos: disminución en los costos de producción, ahorros en compra de materias primas, etc.
- Recuperación de materias primas difíciles de conseguir.
- Recuperación de información, tanto propia como de la competencia.
- Servicio al cliente y garantías.
- Responsabilidad social.
- Ventaja competitiva.

SISTEMA DE GESTIÓN TECNOLÓGICA COMO SISTEMA DE APOYO ASOCIADO AL SISTEMA LOGÍSTICO INVERSO

El sistema de gestión tecnológica corresponde a un sistema de apoyo corporativo en las organizaciones, el cual no tiene como fin crear conocimiento [11].

Como un sistema de apoyo, para operar su función, el sistema de gestión tecnológica debe pasar por los diferentes tipos de recuperación del sistema logístico inverso al desarrollar sus 16 actividades. A continuación se asocian cada una de las actividades del sistema de gestión tecnológica con las actividades del proceso de logística inversa.

Reconocimiento de la situación

La cual tiene relación con las causales de devoluciones debido a que la empresa debe tomar medidas de acuerdo al tipo de devolución que se realizará, para poder actuar de inmediato y poder dar la solución más adecuada a la devolución; en el sistema de gestión tecnológica esta actividad del proceso de logística inversa está compuesta de tres actividades: determinación del área tecnológica, determinación de alternativas tecnológicas y condiciones necesarias.

Estos elementos en su conjunto permiten identificar las necesidades insatisfechas del cliente, del sistema central y de otros sistemas de apoyo, para luego traducirlas en potenciales áreas de desarrollo tecnológico y posteriormente convertirlas en alternativas tecnológicas concretas de la organización [11].

Se tiene una gran ventaja al conocer el tipo de devolución ya que se verá claramente si la insatisfacción es interna, por parte del comerciante o por los clientes.

Recuperación o distribución inversa del artículo en cuestión

En el momento que se reconoce de donde viene la devolución, y todas las situaciones que conllevan a la logística inversa, se empiezan a realizar diversos modos de recuperación del artículo a fin de que se pueda llevar físicamente a un lugar donde la empresa pueda disponer de él. En el sistema de gestión tecnológica esta actividad del proceso de logística inversa contempla las siguientes actividades: evaluación técnica de alternativas tecnológicas, evaluación integral de alternativas tecnológicas, traducción de las ventajas al lenguaje de los diferentes expertos, retroalimentación por expertos y elección de tecnología. En esta etapa se busca obtener los medios tecnológicos que requiere la compañía para el logro de sus objetivos, en el caso de la logística inversa poder llegar a tomar la decisión conveniente sobre el artículo.

También es importante la incorporación de tecnología, seguimiento y control tecnológico. Con estas se procura entregar la tecnología requerida por el sistema central y los diferentes sistemas de apoyo, con las especificaciones de capacidad, actualidad, seguridad, cantidad, mantenibilidad, calidad, lugar y precios adecuados a los requerimientos y procesos tecnológicos existentes y proyectados en la organización. [11]

Revisión

Una vez se haya logrado trasladar el artículo se realiza una revisión que como se menciono anteriormente nos permite tomar la decisión adecuada sobre lo que se hará con este artículo.

En este proceso se encuentran las siguientes actividades de la gestión tecnológica: mantenimiento y optimización tecnológica, cuyo fin es mantener o preservar las capacidades tecnológicas y productivas generadas en la etapa anterior. Una vez puesta en marcha la tecnología, se deben hacer los ajustes necesarios para lograr su mejor rendimiento; adicionalmente, se debe desarrollar u obtener de terceros la infraestructura necesaria, a efectos de que la tecnología no pierda vigencia, ya sea por inoperancia u obsolescencia [11] esto con el fin de llevar el proceso de recuperación de una manera más rápida, eficiente y eficaz.

Igualmente es importante la disposición de tecnología obsoleta, disposición de partes recomendadas y disposición de salidas no deseadas, con el fin de llevar un seguimiento y un control del riesgo, para así acumular información para la realimentación del proceso [11].

Una vez terminadas las anteriores actividades, se relaciona la cadena de posventa con los procesos de selección-destino, consolidación y recolecciones, y la cadena de pos consumo con procesos como reducción de fuente, reuso, remanufactura, reciclaje industrial, incineración, disposición final adecuada, consolidación y recolección tecnológica [11].

También se adelanta al fin de vida de la tecnología, con objeto de darle salida en mercados con mayor rotación.

CONSIDERACIONES

La realización de un sistema de gestión tecnológica tiene un gran impacto dentro y fuera de la organización, ya que con la ayuda de esta se pueden satisfacer las necesidades presentes y futuras de las organizaciones y de la sociedad, siendo importante la alimentación de todos los conocimientos de las organizaciones y personas que interactúan en la empresa.

Es de gran importancia en la gestión tecnológica llevar una estrategia, ya que tomando unos pasos determinados es más fácil llegar a los objetivos, planificando y organizando las metas.

La logística inversa es un proceso, del cual no se tiene gran conocimiento, sin embargo es importante informarse de ésta de tal modo que se tenga en claro las ventajas que ésta ofrece dentro de la organización.

Es de gran importancia dentro de la logística tener presente tanto los procesos a seguir para poder hacer una planeación, como la disposición que se le puede dar a las devoluciones, de tal manera que se les pueda sacar el mayor provecho.

Implementando la gestión tecnológica como una herramienta para la logística inversa traerá beneficios a la organización, ya que en la gestión tecnológica se genera valor económico y ventajas competitivas y en la logística inversa también, además ésta última trae mayores beneficios, por lo tanto la unión de estos genera gran impacto tanto en el interior como en el exterior de la organización.

REFERENCIAS

- [1] Aguirre, E. (2006, noviembre). *Planeación Estratégica De La Gestión Tecnológica*. Obtenido el 16 de marzo del 2010 de la base de datos EBSCOhost Academic Search complete.
- [2] Baena, E. Botero, C.A. y Montoya, O. (2003, Julio). *Gestión Tecnológica Y Competitividad*. Pereira.
- [3] Cañedo, R., Nodarse, M., Guerrero, J. y Ramos, R. (2005). Algunas precisiones necesarias en torno al uso del factor de impacto como herramienta de evaluación científica. *Acimed*, 13 (5). Extraído el 3 de noviembre de 2007, de http://bvs.sld.cu/revistas/aci/vol13_5_05/aci01505.pdf.
- [4] Crawford, R. (1954). *Techniques of creative thinking*. New York: Hawthorn Books.
- [5] Cure, L., Meza, J.C. y Amaya, R. (2006, julio). *Logística Inversa: una herramienta de apoyo a la competitividad de las organizaciones*. Obtenido el 31 de marzo del 2010 desde la base de datos EBSCOhost Academic Search complete.
- [6] Díaz, A, (s.f) *Logística de reversa y medio ambiente*.
- [7] García, E. (1998, julio). “El Sistema de Ciencia e Innovación Tecnológica en Cuba: conceptos, antecedentes y perspectivas”, en “Análisis de Coyuntura” N° 2:7, AUNA, La Habana, pp. 11-12
- [8] García, J., Noriega, S., Díaz, J. J. y Riva, J. de la. (2006). Aplicación del proceso de jerarquía analítica en la selección de tecnología agrícola. *Agronomía Costarricense*, 30 (1), 107-114.
- [9] Gonsen, R. (1996). Formas de capacidades tecnológicas en la industria moderna de bioprocesos en México: una reflexión sobre el proceso de aprendizaje. *Espacios*, 17 (3). Recuperado el 19 de abril de 2008, de <http://www.revistaespacios.com/a96v17n03/20961703.html>.
- [10] Kalenatic, D. y Romero, P. (2003). *Metodología de gestión tecnológica*. Documento presentado en el Primer Encuentro Investigación, Innovación e Ingeniería en Telecomunicaciones y Áreas Afines, CINTEL, Bogotá, Colombia.
- [11] Kalenatic, D., González, L., López, y Arias, L. (2009, Julio-Diciembre). *El sistema de gestión tecnológica como parte del sistema logístico en la era del conocimiento*. Redalyc, Sistema de Información Científica. Extraído el 14 de marzo del 2010 desde <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/205/20511993012.pdf>
- [12] Musa, P., Mbarika, V. and Meso, P. (2005). Programmed technology transfer and adoption strategies for sustainable LDC growth. *Communications of the ACM*, 48 (12), 111-116.

- [13] Mercado, L. s.f. *Logística inversa*. Extraído el 1 de abril del 2010 desde http://www.unicordoba.edu.co/revistas/vieja_industrialaldia/documentos/ed.1/logistica_inversa.pdf.
- [14] Monroy, N. y Ahumada, M.C. (2006, Mayo). *Logística Reversa*: “Retos para la Ingeniería Industrial”. Obtenido el 16 de marzo del 2010 de la base de datos EBSCOhost Academic Search complete.
- [15] Montoya, O. y Rueda, L. (2002, Abril) Aprendizaje Tecnológico, capital intelectual y competitividad. *Revista SCIENTIA ET TECHNICA*, Año VIII, No. 18, p. 135-140.
- [16] Phaál, R. (2003). Strategic roadmapping: Linking technology resources to business objectives. *International Journal of Technology Management*, 26 (1), 1183-1195.
- [17] Probert, D. (2004). *Linking technology to future markets: development and application of technology road mapping*. Cambridge: Centre for Technology Management, University of Cambridge, Horizon R&D Management Seminar.
- [18] Restrepo, G. (2000). El concepto y alcance de la gestión tecnológica. *Revista de la Facultad de Ingeniería*, 21, 178-185.
- [19] Rubio, S. y Bañegil, T. (s.f.) *El Diseño de la Función Inversa de la Logística: Aspectos Estratégicos, Tácticos y Operativos*.
- [20] Witzeman, S. et al. (2006). Harnessing external technology for innovation. *Research Technology Management*, 49 (3), 19-27.

PRODUCCIÓN DE XILITOL A PARTIR DE HIDROLIZADO DE ASERRÍN EMPLEANDO *CANDIDA*

TROPICALIS

Sebastián Lemaître Dahl

Área: Gestión

RESUMEN

El xilitol es un edulcorante alternativo con características similares a la sacarosa con valor agregado debido a su tolerancia por los diabéticos. Su síntesis química es costosa y genera subproductos no deseados, mientras que en años recientes el proceso biotecnológico, empleando levaduras, se ha posicionado como una alternativa viable de producción. En este estudio, se empleo *Candida tropicalis* para producir xilitol a partir de un hidrolizado de aserrín. Las condiciones de pH, temperatura, y concentración de sustrato se ajustaron para optimizar el rendimiento de xilitol. La evaluación de producción de xilitol se realizó por HPLC y se obtuvieron rendimientos bajos de $Y_{p/s} = 0.5181$ g/g y $Y_{x/s} = 0.6583$ g/g, a pesar de haber neutralizado para ajustar el pH del hidrolizado y haberle realizado un tratamiento con carbón activado para remover compuestos inhibidores. La presencia de inhibidores en el hidrolizado condiciona el rendimiento de xilitol.

INTRODUCCIÓN

El incremento de la diabetes en el mundo, de acuerdo con las estadísticas suministradas por la Federación Internacional de la Diabetes, en 1985 había 30 millones de personas diabéticas a nivel global; en 1998, la cifra se incrementó a 143 millones, ahora en el 2009 la cifra asciende a 246 millones; y de seguir la situación en esas condiciones se calcula que para el 2025 la cifra puede llegar a los 380 millones de personas que padecerán la enfermedad^[6].

Cada año 7 millones de personas desarrollan la patología y anualmente se le atribuyen 3.8 millones de muertes^[6]. Se estima que para el año de 2025, el mayor aumento en personas con diabetes se dará en países en desarrollo, incluyendo a Colombia^[6].

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que la mortalidad por la diabetes y todas las enfermedades vinculadas a esta (principalmente las enfermedades cardiovasculares), cuestan más de 1000 millones de dólares al año, solo en China valen 250 millones de dólares anuales, 225 millones en Rusia y 210 millones de dólares en la India^[6].

Junto con la fructosa, el xilitol es el azúcar que se recomienda para pacientes diabéticos. El xilitol es un poliol, con una capacidad para endulzar similar a la sacarosa, encontrado en frutas y vegetales. Su valor agregado y el creciente mercado para el xilitol han impulsado investigaciones rigurosas acerca de sus propiedades alimentarias y tecnológicas^[12].

La tolerancia del xilitol por los diabéticos yace en que los dos caminos por los cuales puede ser metabolizado por seres humanos (absorción directa, principalmente en el hígado, y metabolismo indirecto por bacteria intestinal) no son mediados por insulina. El xilitol causa un incremento limitado en los niveles de glucosa e insulina en la sangre en comparación con los cambios causados por la sacarosa y la glucosa^[12]. De la misma manera, el xilitol puede usarse para corregir desordenes catabólicos (lipólisis periférica, estimulación de gluconeogénesis y degradación de proteínas musculares) y contribuir a los efectos anabólicos^[12].

Este compuesto no se somete a la reacción Maillard, responsable de la reducción en el valor nutricional de las proteínas debido a la ausencia de grupos carbonilos^[9]. Las propiedades anticariogénicas del xilitol poseen implicaciones comerciales importantes relacionadas con su habilidad de inhibir el crecimiento de bacterias orales (reduciendo la formación de placa dental) ya que estas son incapaces de metabolizarlo^[9].

En la actualidad el xilitol se produce químicamente a escala industrial mediante la hidrogenación catalítica de la D-xilosa. Sin embargo, este proceso es costoso, ya que es necesario emplear altas temperaturas y presiones, como también la purificación de materia prima. Debido a lo anterior, el uso de un proceso biotecnológico optimizado podría ser una manera más económica de producir xilitol, y los procesos fermentativos proporcionan una alternativa interesante a la síntesis química^[12].

En este estudio se empleara *Candida tropicalis* para producir xilitol a partir de D-xilosa, presente en hidrolizado de aserrín. El pH, la temperatura y la concentración de la fuente de carbono (D-xilosa) se ajustaran para obtener la combinación adecuada para optimizar la producción y los rendimientos de xilitol.

MATERIALES Y MÉTODOS

Aislamiento, selección e identificación de microorganismo. El microorganismo de trabajo fue la levadura *Candida tropicalis*, debido a su utilización en estudios previos. La *C. tropicalis* tiene la facultad de transformar xilosa en xilitol, su mantenimiento no requiere de condiciones especiales y es de fácil adquisición.

La *Candida tropicalis* se obtuvo del cepario de la Universidad Pontificia Bolivariana, se repico en cajas de petri, empleando Agar Saboraud como medio de cultivo. Se incubó y se almacenó durante 24 horas a 25°C.

Caracterización del aserrín de *Pinus patula*. El aserrín se obtuvo como residuo en el municipio de El Retiro en el departamento de Antioquia, Colombia. Este se tamizó empleando tamices de la serie Tyler desde el tamiz de malla número 16 hasta la malla número 270.

Se determinó la humedad de la muestra sometiéndola a calentamiento en el horno a temperatura constante (200°C) durante 4 horas. Se le efectuó una digestión ácida a la muestra para poder determinar el contenido de calcio, potasio, magnesio y zinc. Se tomó 1 gr de muestra y se llevó a un erlenmeyer de 25 mL y se le adicionaron 5 mL de HClO₄ y 15 mL de HNO₃, se calentó lentamente con agitación sin dejar secar y se filtró en un matraz de 100 mL y luego se aforó con agua destilada a 100 mL. Se realizaron las respectivas curvas de calibración para el calcio, potasio, magnesio y zinc.

Obtención y caracterización del hidrolizado. El aserrín obtenido como subproducto de la industria maderera fue sometido a un proceso de hidrólisis con el objetivo de romper las moléculas de xilano en unidades monoméricas de xilosa. El aserrín se puso en contacto con una solución de H₂SO₄ 1% (v/v) a razón de 1 g de biomasa por cada 10 mL de solución de ácido. La hidrólisis se llevó a cabo en una autoclave (All American 25X-1) durante 1 hora y se dejó enfriar durante 2 horas y posteriormente fue filtrada.

Debido a la formación de compuestos inhibitorios orgánicos del metabolismo celular como el ácido acético y el furfural y a la disolución de la lignina durante la hidrólisis, la solución se trató con 2.5% (p/v) de carbón activado. El

procedimiento se efectuó durante 1 hora a 200 rpm en un shaker a temperatura ambiente (25°C). Luego, el hidrolizado se filtro al vacío y el pH se ajustó a 6.8 mediante la adición de lentejas de NaOH 2N.

Preparación del inóculo. Se prepararon 50 mL de medio de cultivo en un erlenmeyer de 100 mL. La concentración del medio selectivo empleado en porcentaje p/v fue: xilosa 47%, extracto de levadura 16%, peptona 31%, K₂HPO₄ 1.0%, KH₂PO₄ 1.0%, MgSO₄ 7H₂O 1.0% y (NH₄)₂SO₄ 3%.

El medio se inóculo con *Candida tropicalis* proveniente de la caja de petri y se incubó durante 24 horas en un shaker rotatorio a 145 rpm y temperatura ambiente (25°C).

Preparación del inóculo adaptado para la producción de xilitol. Se llevó a cabo una etapa de adaptación del microorganismo para garantizar el óptimo desempeño de este para la producción de xilitol. El ciclo de adaptación se preparó en un erlenmeyer de 250 mL. Para esta solución se tomaron 50 mL de hidrolizado y 50 mL del medio de cultivo nutritivo inicial. La concentración de los compuestos que componían este medio en porcentaje p/v fue: extracto de levadura 27%, peptona 54%, K₂HPO₄ 3.0%, KH₂PO₄ 3.0%, MgSO₄ 7H₂O 3.0% y (NH₄)₂SO₄ 10%. Esta solución se incubó durante 24 horas en un shaker a 145 rpm y 25°C.

El medio de fermentación se preparó en un erlenmeyer de 500 mL. Para ello se utilizaron 300 mL de hidrolizado y se suplementó con los compuestos en porcentaje p/v siguientes: extracto de levadura 27%, peptona 54%, K₂HPO₄ 3.0%, KH₂PO₄ 3.0%, MgSO₄ 7H₂O 3.0% y (NH₄)₂SO₄ 10%.

Se inóculo empleando el ciclo de adaptación y se incubó sobre un shaker rotatorio a 145 rpm y 25°C.

Cinética de la fermentación. La fermentación se llevó a cabo en un bioreactor de 500 mL a temperatura ambiente (25°C), con una velocidad de agitación de 145 rpm, para la inoculación se emplearon células adaptadas.

Para hallar la cinética de la fermentación se procedió a tomar muestras de 10 mL cada 2 horas durante 60 horas. Cada muestra se sometió a centrifugación y se separó el sobrenadante del precipitado.

El precipitado se resuspendió en 10 mL de agua destilada y se centrifugó nuevamente para eliminar azúcares disueltos. Posteriormente se tomó 1 mL de precipitado y se diluyó en 9 mL de agua destilada y se cuantificó la concentración de biomasa mediante espectrofotometría UV-VIS (Shimadzu UV1200) previa calibración del comportamiento absorbancia – concentración de células a una longitud de onda de 640 nm.

Identificación del xilitol. Las muestras fueron analizadas por HPLC para cuantificar el contenido de xilosa y xilitol. El equipo consta básicamente de una columna shodex con detector IR.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El aserrín de *Pinus patula* se tamizó y se obtuvo un diámetro de partícula promedio de 0.00627 mm y una humedad del 12.45%. Al efectuarle la digestión ácida para cuantificar metales (calcio, zinc, magnesio y potasio) se encontró que el

sustrato contenía 1123.33 ppm de calcio, 1.29 ppm de zinc, el cual es un inhibidor según Acosta^[1], 55.10 ppm de magnesio y 1.19 ppm de potasio.

La fermentación se realizó en 300 mL de medio de cultivo previamente tratado con carbón activado para remover posibles inhibidores como los furfurales y el ácido acético principalmente, este procedimiento lo realizaron Diz^[5], Liaw^[9] y Parajo^[15] obteniendo altos valores de rendimiento de xilitol. Sin embargo, Acosta^[1] recomienda emplear resinas iónicas sobre el carbón activado ya que estas cuentan con mayor selectividad para adsorber el ácido acético.

El medio se inoculó con células de *C. tropicalis* adaptadas y además se le ajustó el pH a 6.7, (el cual no fue controlado) ya que la *C. tropicalis* trabaja en un rango óptimo de pH de 5.5 a 6.5 según Kwon y Park^{[8], [17]} lo ajustamos a un pH mayor debido a que este tiende a bajar durante la fermentación de acuerdo con los estudios realizados por Acosta^[1]. La fermentación se realizó a 25°C y 145 rpm durante 48 horas. En la Fig. 1 se observa las curvas de producción de xilitol, biomasa y el consumo de azúcares en el tiempo.

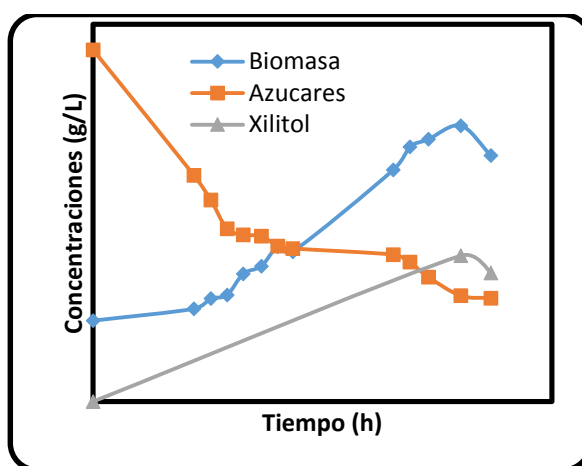


Figura 1. Producción de xilitol, biomasa y consumo de azúcares en el tiempo.

La *Candida tropicalis* previamente adaptada presentó una etapa de adaptación de aproximadamente 12 horas, debido al cambio de condiciones del medio fermentativo tan pronunciado. Para futuros experimentos se recomienda realizar una mayor cantidad de etapas de adaptación para optimizar el tiempo de crecimiento celular^[19].

El metabolismo de la xilosa se direccionó principalmente hacia el crecimiento celular de biomasa y no hacia la producción de xilitol ($Y_{P/S} = 0.5181$ g/g y $Y_{X/S} = 0.6653$ g/g). La explicación para esto es la alta concentración de oxígeno disuelto en el medio y la presencia de sustancias tóxicas producidas en la hidrólisis que interfieren con el metabolismo microbiano^[19].

La velocidad específica de crecimiento celular en la fermentación fue de 0.064 h^{-1} , similar a la obtenida por Vandeska^[24] y la constante de saturación del medio de 0.4217 g/L.

La concentración de xilitol a las 48 horas fue de 0.307 g/L, mientras que la concentración a las 46 horas fue de 0.348 g/L. Se demostró que la producción de xilitol está ligada de manera directa con la concentración de biomasa en el medio, como se observa en la Fig. 1. El tiempo óptimo del proceso fermentativo para obtener el máximo rendimiento ($Y_{P/S \text{ MAX}} = 0.5873$ g/g) de xilitol son 46 horas, que concuerda con la concentración máxima de biomasa en el medio (0.6583 g/L).

Después de las 46 horas, la producción de xilitol disminuye debido a una disminución en el pH del medio, en experimentos realizados por Silva^[19] se demuestra que esto ocurre debido al consumo de ácido acético por medio de la *C. tropicalis*.

También se presenta una disminución de xilosa, resultando en la formación de otros subproductos ya que posiblemente la *C. tropicalis* al no contar con el sustrato óptimo, consumía otros compuestos del caldo, seguramente glucosa y arabinosa^[5], diluyendo la concentración de xilitol en el medio. Además, es posible que se haya dado una inhibición por parte del xilitol, ya que en estudios previos realizados por Liaw^[9], se demostró.

Es posible que la temperatura y la agitación del medio fermentativo hayan condicionado los rendimientos ya que en estudios previos se recomienda una temperatura de 30°C y una agitación superior a 250 rpm para favorecer la concentración de oxígeno disuelto en el caldo de cultivo^{[7], [5]}.

CONCLUSIONES

El aserrín de *Pinus patula* es un sustrato potencial, renovable y de bajo costo para la producción de xilitol por fermentación, debido a que el hidrolizado obtenido de la fracción hemicelulósica es rica en azúcares fermentables, especialmente la xilosa.

Se demostró el potencial del hidrolizado hemicelulósico de aserrín de *Pinus patula* como sustrato para la producción de xilitol empleando *Candida tropicalis*.

El proceso de fermentación de hidrolizado desarrollado en un reactor por lotes de 500 mL permitió la obtención de un rendimiento de 0.5181 g/g a las 48 horas, un rendimiento máximo a las 46 horas de 0.5873 g/L y un rendimiento de biomasa de 0.6583 g/g luego de 48 horas.

El tratamiento con carbón activado puede reducir, hasta cierto punto, los compuestos inhibidores presentes en el hidrolizado de *Pinus patula*, verificando la viabilidad del hidrolizado para la bioconversión de xilosa a xilitol.

Se recomienda que para la producción de xilitol a escala industrial a partir de este sustrato, es necesario desarrollar métodos alternos para remover los compuestos tóxicos del hidrolizado y optimizar los parámetros de fermentación de este bioproceso.

BIBLIOGRAFIA

[1] ACOSTA, Ernesto. Downstream process for xylitol produced from fermented hydrolysate. En: Enzyme and Microbial Technology. Vol. 40, (2007); p.1193–1198.

[2] ASOCIACION COLOMBIANA DE DIABETES < Disponible en: <http://www.asodiabetes.org/cms/Default.asp?Page=88>> (consulta : 2 Mar. 2009).

- [3] <Disponible en: <http://caerxon.com/pdf/ACOS-ProcesoPasznerTechnologies.pdf>> {Consulta : 5 Mar. 2009}.
- [4] <Disponible en: <http://caerxon.com/pdf/ACOS-ProyectoRefineria-CalculoFinanciero-2008.pdf>> {Consulta : 5 Mar. 2009}.
- [5] DIZ, Jose y otros. Xylitol production from *Eucalyptus* wood hydrolysates in low-cost fermentation media. En: Food Technology Biotechnology. Vol. 40, No.3, (2002); p.191–197.
- [6] INTERNATIONAL DIABETES FEDERATION <Disponible en: <http://www.idf.org/home/index.cfm?node=6>> (consultado: 2 Mar. 2009).
- [7] IKEUCHI, T.; AZUMA, M. y KATO, J. Screening of microorganisms for xylitol production and fermentation behavior in high concentrations of xylose. En: Biomass and Bioenergy. Vol.16, (1999); p.333-339.
- [8] KWON, S.G.; PARK, S.W. y OH, D.K. Increase of xylitol productivity by cell-recycle fermentation of *Candida tropicalis* using submerged membrane bioreactor. En: Journal of Bioscience and Bioengineering. Vol. 101, No. 1 (2006); p. 13–18.
- [9] LIAW, W.C. y otros. Xylitol production from rice straw hemicellulose hydrolyzate by polyacrylic hydrogel thin films with immobilized *Candida subtropicalis* WF79. En: Journal of Bioscience and Bioengineering. Vol. 105, No. 2 (2008); p.97–105.
- [10] MIYAFUJI, Hisashi y otros. Detoxification of wood hydrolysates with wood charcoal for increasing the fermentability of hydrolysates. En: Enzyme and Microbial Technology. Vol. 32, (2003); p.396–400.
- [11] OOSHIMA, H.; IKEUCHI, T. y AZUMA, M. Screening of microorganisms for xylitol production and fermentation behavior in high concentrations of xylose. En: Biomass and Bioenergy. Vol. 16, (1999); p.333-339.
- [12] PARAJO, J.C.; DOMINGUEZ, H. y DOMINGUEZ, J.M. Biotechnological production of xylitol. Part 1: Interest of xylitol and fundamentals of its biosynthesis. En: Bioresource Technology. Vol. 65, (1998); p.191-2111.
- [13] PARAJO, J.C.; DOMINGUEZ, H. y DOMINGUEZ J.M. Biotechnological Production of xylitol. Part 2: Operation in culture media made with commercial sugars. En: Bioresource Technology. Vol. 65, (1998); p.203-212.
- [14] PARAJO, Juan Carlos; DOMINGUEZ, Herminia y DOMINGUEZ, Jose Manuel. Biotechnological productcion of xylitol. Part 3: Operation in culture media made from lignocellulose hydrosylates. En: *Bioresource Technology*. Vol. 66, (1998); p.25-40.
- [15] PARAJO, Juan Carlos; DOMINGUEZ, Herminia y DOMINGUEZ, José Manuel. Xylitol production from *Eucalyptus* wood hydrolysates extracted with organic solvents. En: Process Biochemistry. Vol. 32, No. 7, (1997); p.599-604.

- [16] SAMPAIO, Fabio C. y otros. Influence of temperature and pH on xylitol production from xylose by *Debaryomyces hansenii* UFV-170. En: Process Biochemistry. Vol. 41, (2006); p.675–681.
- [17] SANTOS, Diego T. y otros. Use of sugarcane bagasse as biomaterial for cell immobilization for xylitol production. En: Journal of Food Engineering. Vol. 86, (2008); p.542–548.
- [18] SILVA, S. y otros. Acid hydrolysis of *Eucalyptus grandis* chips for microbial production of xylitol. En: Process Biochemistry. Vol. 33, No. 1, (1998); p.63-67.
- [19] SREENIVAS, R. Xylitol production from corn fiber and sugarcane bagasse hydrolysates by *Candida tropicalis*. En: Bioresource Technology. Vol. 97 (2006); p.1974-1978.
- [20] SOLEIMANI, M.; TABIL, L. y PANIGRAHI, S. Bio-production of a polyalcohol (xylitol) from lignocellulosic resources: A review.
- [21] SUOMALAINEN, Y.; LONDESBOROUGH, J. y KORHOLA, M. En: Journal of General Microbiology. Vol. 135, (1989); p.1537-1545.
- [22] TAMBURINI, Elena y otros. Xylitol production from d-xylose by a hyperacidophilic *Candida tropicalis*. En: Journal of Biotechnology. Vol. 136S, (2008); p. S290–S344.
- [23] UENG, P. P. y GONG, C. S. En: Enzyme Microbiology Technology, Vol. 4, (1982); p.169-171.
- [24] VANDESKA, E. y otros. Fed-Batch Culture for xylitol production by *Candida boidinii*. En: Process Biochemistry. Vol. 31, No. 3 (1996); p.265-270.
- [25] Revista Entrepreneur Connect en español, Edición Enero del 2005.
- [26] VILLAREAL, M.L.M. y otros. Detoxification procedures of *Eucalyptus* hemicellulose hydrolysate for xylitol production by *Candida guilliermondii*. En: Enzyme and Microbial Technology. Vol. 40, (2006); p.17–24.

ESTRATEGIAS DE INNOVACION EN EMPRESAS LATINOAMERICANAS

Vanessa Montero Ruiz

Docente: Bibiana Arango

Área: Gestión

RESUMEN

El propósito del artículo es exponer, relacionar y sintetizar algunos planteamientos que pueden ser útiles para la creación y diseño de una estrategia de innovación, teniendo en cuenta, que al ser la innovación un proceso empresarial complejo donde confluyen conocimientos científicos y tecnológicos, su éxito o fracaso depende de la estructura organizativa de la empresa que se propone desarrollar la innovación, de las características del empresario o directivo y de la aceptación en el mercado del cambio introducido.

INTRODUCCIÓN

Vivimos en un mundo cada vez más global y cada día cobra una mayor importancia alinear todos los recursos de la empresa para ser más eficientes y consecuencia de esto más competitivos. Ha llegado un momento en que parece que todo deba tener una estrategia, pero ¿y la innovación? ¿Debe tener una estrategia? ¿Se le pueden poner objetivos a la innovación? ¿Se debe encauzar la innovación? ¿Son las empresas que han formulado estrategias de innovación más eficientes que aquellas que carecen de ellas? Sin duda son preguntas a las que se les debe dar respuesta, y que se proponen para futuros trabajos científicos (Camarasa, 2008).

De esta forma, el presente artículo pretende generar conciencia en las pequeñas y medianas empresas actuales del mercado, sobre la importancia que tiene la adopción de prácticas de innovación dentro de su actividad cotidiana, tomando como base estrategias que han llevado al éxito y fracaso a empresas latinoamericanas.

Para lograr este objetivo, se deben analizar los problemas que se presentan de las estrategias de innovación, teniendo en cuenta las distintas opiniones científicas actuales, y la forma en que son aplicadas por diferentes empresas latinoamericanas para realizar sus procesos de innovación, todo con el fin de garantizar la obtención de los beneficios económicos en los actuales mercados fuertes y competitivos.

REVISION BIBLIOGRAFICA

La innovación se ha convertido en una importante variable empresarial estratégica. La necesidad de adaptarse a los cambios, e incluso generarlos a través de una política agresiva de innovación, la han convertido en una actividad determinante para la obtención de importantes ventajas competitivas. Esta circunstancia ha obligado a las organizaciones a introducir dicha variable dentro de sus planes estratégicos, de forma que permita la consecución de la necesaria competitividad para operar en el contexto actual (González, Jiménez y Sáez, 1997).

(González y cols, 1997) consideran que aunque las empresas son conscientes de la necesidad de innovar, muchas de ellas encuentran grandes barreras al desarrollo de este tipo de actividades. Esta situación se agrava en el caso de las

pequeñas empresas, con reducida capacidad financiera y escaso personal cualificado para acometer el proceso innovador.

Como consecuencia de lo anterior, se busca presentar una visión estratégica de la innovación empresarial, estableciendo las definiciones correspondientes a los principales conceptos de innovación, estrategias de innovación y los diferentes tipos, abordando comentarios de las estrategias de innovación propiamente dichas y dando a conocer lecciones aprendidas, caso de éxito y fracaso, ciertas estrategias y metodologías empleadas por empresas grandes para desarrollar la innovación en pequeñas y medianas empresas de América Latina, en procesos, productos y servicios para el mejoramiento de la competitividad, la internacionalización y los negocios.

Concretamente, se presentan distintas definiciones de innovación, estrategias de innovación, los distintos tipos de innovación, las cuales fueron aportadas por científicos de la materia a lo largo de esta última década y algunos de ellos se mencionarán a continuación:

(Schumpeter, 1934, citados en Gallegos & Reyes, 2008) definió innovación en un sentido general y tuvo en cuenta diferentes casos de cambio para ser considerados como una innovación. Estos son: la introducción en el mercado de un nuevo bien o una nueva clase de bienes; el uso de una nueva fuente de materias primas (ambas innovación de producto); la incorporación de un nuevo método de producción no experimentado en determinado sector o una nueva manera de tratar comercialmente un nuevo producto (innovación de proceso), o la llamada innovación de mercado que consiste en la apertura de un nuevo mercado en un país o la implantación de una nueva estructura de mercado.

Según (Bello, Cervantes y Gómez, 1992) a través del tiempo el concepto de innovación ha ido evolucionando, dicho término es fundamental para determinar la competitividad de cualquier empresa que tiene como objetivo el consolidarse y mantener una posición dentro del mercado. (Vesga, 2006) considera que ésta es la concepción moderna de la innovación, la que aplican las empresas de primer orden en el mundo, desde Microsoft hasta Procter & Gamble y BMW. Este mismo enfoque se está practicando en la actualidad en empresas colombianas como Alpina, Andercol, Proceplast y muchas otras, que ya tienen una tradición de aprendizaje sobre los procesos necesarios para concebir y lanzar productos innovadores al mercado. Ahora, se necesita que más empresas colombianas aprendan estas prácticas de innovación y que, a partir de ellas, apunten al logro de posiciones destacadas en los mercados globales. La innovación es una “obligación de las empresas”, como lo expresa una de las conclusiones centrales del World Economic Forum.

Es claro, que cualquier tipo de empresa puede elegir su estrategia de innovación entre múltiples posibilidades, según su recurso, su organización y su grado de aceptación del riesgo, jugando la creatividad y la actitud financiera al cambio de sus directivos un papel decisivo en este proceso (Bello y cols, 1992). De esta forma, el estudio de estas estrategias aportará, en un sentido amplio, elementos de análisis para valorar la importancia que tienen las fuentes internas y externas de conocimiento en los procesos de innovación empresarial (Fernández de-Lucio, Vega y Gutierrez, 2006).

Los cambios que se dan en el mercado o en la tecnología, incluyendo los avances de sus propios competidores los obligan a participar y seguir en la carrera de alguna manera. (Freeman, 1974). Freeman en el mismo año analiza en su libro “La teoría económica de la innovación industrial”, las diferentes estrategias que pueden adoptar las empresas ante la innovación. Las cuales son la estrategia innovadora ofensiva, defensiva, imitativa, dependiente, la tradicional y la oportunista o de nicho.

Estrategia innovadora ofensiva según (Freeman, 1974, citado en Gallegos y cols, 2008) esta estrategia es aquella que pretende conseguir el liderazgo técnico y de mercado posicionándose primero frente a sus competidores, llevando la delantera en la introducción de nuevos productos o servicios (que incluye nuevos procesos). Las empresas que tienen

esta estrategia son intensivas en investigación, dependen en gran medida de la investigación y desarrollo que ellas mismas produzcan. (Tarrago, 2006) afirma que es una estrategia innovadora en sentido estricto.

Estrategia innovadora defensiva Según (Aranda, 2005) es un líder económico en el mercado, y tiene como objetivo cubrir los mercados que los primeros han creado, pero que no satisfacen de forma adecuada, de esta manera, evita los riesgos de la innovación tecnológica radical y explota la experiencia que posee la empresa en funciones como marketing, producción, I+D o finanzas.

Estrategia innovadora imitativa Este tipo de estrategia no tiene como objetivo pasar a las demás, ni siquiera mantenerse en el juego, si no que se conforma con estar atrás de las líderes. Freeman (citado en Gallegos y cols, 2008) afirma que son aquellas empresas con un grado de innovación mínimo, pero son competitivas, al tener una protección natural en las actividades productivas.

Estrategia innovadora dependiente Freeman, (citado en Gallegos y cols 2008) menciona que la estrategia innovadora dependiente tiene un papel de seguidor en relación a las firmas que son más fuertes, este tipo de estrategia no intenta iniciar o imitar cambios en su producto, a menos que sus consumidores o directores se lo demanden.

Estrategia innovadora tradicional Freeman, (citado en Gallegos y cols 2008) menciona que en este tipo de estrategia el producto cambia poco o simplemente no cambia nada, el producto de la firma tradicional no ve motivo para cambiar su producto, porque el mercado no lo pide y la competencia no la obliga a hacerlo. Propia de sectores artesanales donde el diseño y la moda son elementos fundamentales (Tarrago, 2006).

Estrategia innovadora oportunista o de nicho Freeman (citado en Gallegos y cols 2008), considera que este tipo de estrategia se da cuando un empresario identifica una oportunidad en el mercado que le permite encontrar un nicho importante y ofrecer un producto o servicio que los consumidores necesitan, que nadie más había pensado en satisfacerlo.

(San Pedro, 2007) menciona que, impulsar la innovación en las empresas requiere habilidades de gestión diferentes a las necesidades para gestionar los negocios o las operaciones. Una estrategia de innovación implica, identificar qué conocimientos o tecnologías no serán foco de atención, cuáles conviene manejar por sí, con cuáles es necesario vincularse, con qué conocimientos vigilar y prospectar, como también, estructurar la demanda, identificar problemas tecnológicos, áreas de mejoras, iniciativas diferenciadoras nichos no cubiertos, etc.

(Feeney & Veiga, 2006) mencionan que, el siglo XXI en el que vivimos es la sociedad del conocimiento, dominada por las tecnologías de la información, la generación acelerada de nuevos conocimientos científicos y la superabundancia de fuentes y modos de acceso a la información.

Por tanto, las empresas latinoamericanas en vez de intentar copiar las estrategias de las empresas de países desarrollados de alta tecnología que normalmente no son sostenibles dado la abismal distancia en la infraestructura científica, o plantearse estrategias defensivas de limitarse a la compra de equipamiento para la modernización de sus plantas, deben centrarse en estrategias de agregación de valor y atacar nichos de mercado de alto valor relativo pero no apetecibles por las grandes empresas. Así, se pueden idear algunas posibles estrategias de innovación para empresas latinoamericanas como las siguientes:

- A. Adaptar una idea original a las necesidades idiosincráticas de los mercados locales. Por ejemplo, Voxiva de Perú que adapta las tecnologías de internet para hacer más accesible los servicios de consulta médica en las poblaciones remotas. También está el caso de Submarino, que es el Amazon de Brasil, o americanas que está orientado al e-commerce de productos de consumo en Brasil. El adaptar un producto tecnológicamente complejo, con muchos atributos y caro, en uno más simple y barato es una típica estrategia en este sentido.
- B. Asignar nuevas tecnologías como inputs de negocios existentes que permita potencializar la concepción de largo plazo de modelo estratégico de la empresa. En este caso se tienen los ejemplos de Cemex en la industria del cemento en México y de Codelco en el negocio del cobre en Chile. Cemex introdujo el Sistema Gestión Integral del Negocio de Concreto (GINCO), que le permite transformar su negocio de la provisión de cemento en el de servicios vinculado a la construcción. En el caso de Codelco, esta empresa minera introdujo el Biosigma, un microorganismo para separar cobre de impurezas en combinación con empresas japonesas para aumentar el valor de los minerales o regenerar las reservas a través de la utilización de la biotecnología.
- C. Apuntar a llenar un mercado de nicho global de bajo atractivo para empresas líderes mundiales. En este caso los ejemplos son de dos empresas argentinas. La primera, Biosidus, que apoyándose en técnicas de biotecnología animal ha producido el primer clon transgénico de Latinoamérica. La segunda empresa es Rosembusch, que produce etiquetas inteligentes para cortes de carnes trazadas que permite a los consumidores leer la información biológica de la carne que compra y aumentar el valor del producto.
- D. Establecerse como mercado de prueba de nuevas tecnologías para empresas de alta tecnología. Por ejemplo, la empresa uruguaya dedicada a pruebas de tecnologías electrónicas satelitales para empresas israelitas, o empresas de bio-tecnología en la ciudad de Rosario, Argentina, que hacen pruebas de genes para empresas suizas.

Las condiciones vigentes en las relaciones económicas, comerciales, políticas y tecnológicas que caracterizan a los principios del siglo XXI exigen a las pequeñas y medianas empresas (PYMES) modificar sus estrategias de penetración y permanencia en los mercados actuales, si desean no solo sobrevivir sino convertirse en una fuente importante de empleo. Las PYMES exitosas de este siglo son aquellas capaces de interpretar los cambios en el ambiente socioeconómico y aprovechar las oportunidades que la apertura comercial ofrece. La creatividad, innovación, la gestión del conocimiento y calidad son las claves que garanticen su éxito empresarial (Arce, 2009).

Por lo tanto, los atributos que deben caracterizarlas son los siguientes: Inteligencia que les permita la capacidad de observar y aplicar en su provecho las condiciones cambiantes del entorno; creatividad para ser capaces de ofrecer a sus clientes productos nuevos o diferenciados, cultura de la calidad y respeto al medio ambiente en todas las actividades, productos y servicios ofrecidos y valorar el talento de su gente, sus saberes, historia y patrimonio cultural y la capacidad de convertirlo en capital intelectual, ya que entre más se incremente el capital intelectual más competitiva es la organización (Arce, 2009).

Según (García, 2007), actualmente las principales estrategias de innovación desarrolladas por las PYMES consisten en copiar o trabajar para grandes corporaciones, siendo proveedores o maquiladores, olvidando utilizar por sí misma el diseño para desarrollar y ofrecer nuevos productos al mercado internacional. El diseño depende de las decisiones estratégicas, lo que limita su margen de maniobra ya que debe contar con objetivos financieros, producción, cultura empresarial, etc. El impacto estratégico del diseño será más importante siempre que exista un formal compromiso directivo (gerente general/propietario).

Luego de hacer un diagnóstico de la estrategia del diseño, según las debilidades, fortalezas y necesidades encontradas, se deberá aplicar la estrategia a nivel corporativo, de procesos, de empaques y de productos. Por último, se concluye que la prosperidad de una empresa depende en gran medida de su capacidad para innovar y de su habilidad para introducir nuevos productos o rediseños al mercado.

Entre las sugerencias aportadas para innovar, señala las siguientes; vigilar que está haciendo la competencia, indagar en las necesidades del cliente, conocer las actividades y avances en ferias y revistas especializadas en el producto y crear equipos de trabajo que generen ideas. Las empresas consiguen ventajas competitivas mediante innovaciones. Por tanto, hay que competir en innovación, hay que invertir en I+D; pero esto debe asumirse en la empresa como una actividad más a realizar y no como una actividad aislada, para llegar a la innovación. En el entorno latinoamericano lo anterior es más fácil mediante la vinculación universidad – empresa (García, 2007).

CASO DE ÉXITO

Ahora, para tener mayor claridad de las estrategias adoptadas por empresas latinoamericanas, se presenta un caso de éxito, como lo es la empresa líder tecnológica Intel, la cual adopta estrategias de prolongación de beneficios a lo largo del ciclo de vida del producto, donde es posible identificar algunas decisiones estratégicas relacionadas con la gestión de la innovación que favorecieron claramente su éxito empresarial.

Concretamente en este caso, se observa como a través de la combinación de distintas actuaciones de protección de su propiedad intelectual y de aceleración tecnológica, la empresa consiguió mantener un prolongado dominio del mercado. Es claro que los ejecutivos de esta empresa supieron gestionar acertadamente las situaciones que se presentaron en las distintas etapas del ciclo de vida de sus productos.

Intel inventó el microprocesador en 1972 y a finales de los años setenta comenzó a conceder licencias de su tecnología a los fabricantes de semiconductores más reconocidos, tal como AMD y NEC. Es más, no sólo permitió que su innovación fuera replicada, sino que además formó alianzas estratégicas con las principales empresas del sector. Su objetivo era el de crear una sólida base de suministro y soporte técnico que permitiese el desarrollo y penetración de su producto; el microprocesador.

Como resultado de esta estrategia, en 1980 la multinacional de la informática IBM eligió el microprocesador de Intel para la fabricación de sus ordenadores personales, por la existencia de una red de suministro de componentes, cuyos precios además eran bastante asequibles. Como además el PC de IBM fue clonado por la mayor parte de fabricantes de ordenadores, el microprocesador de Intel se convirtió en el estándar de utilización en el mercado de la informática. De esta forma la posición estratégica que adoptó Intel cuando su producto era aún joven, le ayudó a conseguir el diseño dominante en el mercado.

Una vez conseguido el liderazgo en el diseño del producto, Intel decidió cerrar el acceso a las posteriores evoluciones de su microprocesador, persiguiendo legalmente a todas las empresas que violasen su copyright, incluyendo también en el bloqueo a sus antiguos aliados. Con el fin de que las autoridades declarasen patentable el micro-código de sus procesadores, Intel invirtió grandes sumas de dinero en acciones legales, lo cual supuso una barrera infranqueable para que sus competidores pudieran replicar su poder de innovación (Sánchez, 2002).

CASO DE FRACASO

Esta situación se presenta en las pyme españolas de Castilla y León.

De los estudios empíricos en los últimos años se ha desprendido la evidencia de que, en general, la empresa española ha dedicado poca atención a los procesos de innovación, si bien en los últimos años la tendencia se viene modificando y ha surgido con fuerza las estrategias innovadoras, una mayor asignación presupuestaria a I+D y unos apoyos más decididos por parte del poder público.

El conjunto de investigaciones describen unas características que tipifican de forma general la situación de la innovación de la empresa (véase Bueno Campos y otros, 1989), en las que se destaca:

- Dependencia tecnológica con el exterior bastante elevada.
- Escasez presupuestaria para el fomento de la innovación.
- Entorno social poco favorable para potenciar la innovación.
- Falta de infraestructura científica y tecnológica.
- Atomización de la empresa española, con una dimensión media menor que la de los países industrializados.
- Escasa demanda del estado de tecnología nacional, con casos flagrantes de prioridades técnicas de tipo multinacional, con rechazo de alternativas propias, al menos de similar nivel tecnológico.
- Divorcio entre los centros de investigación universitaria y la sociedad.
- Falta de mentalidad investigadora.
- Desconocimiento de los cauces de acceso a la innovación tecnológica existente.

A partir de estos datos, sólo cabe concluir que el panorama empresarial, frente a la innovación tecnológica, no es más adecuado para una situación crítica como la que se atraviesa.

Una función tradicional de la empresa, es generar el cambio tecnológico, desarrollar innovaciones y de la información disponible no se deduce que, en general, se esté produciendo (Bello y cols, 1992).

CONSIDERACIONES

- Las empresas deben considerar la dinámica del cambio, como una estrategia que conduce al mejoramiento por medio de acciones y pasos que permiten interpretar, actuar y dar respuesta a las exigencias del entorno, que cada día es más exigente.
- Las PYME realizan actividades encaminadas a la incorporación de novedades, tanto en el interior de la organización como en el entorno en el que desarrollan su actividad. Sin embargo, se puede concluir que aunque las PYME poseen debilidades y fortalezas comunes, derivadas de su menor tamaño, no todas ellas presentan un comportamiento homogéneo a la hora de acometer las innovaciones.
- En este artículo se ha analizado el efecto que ejercen diferentes estrategias de innovación adaptadas por empresas latinoamericanas sobre el desempeño innovador de las pequeñas y medianas empresas, teniendo en cuenta que la estrategia de innovación varía en función del tipo de innovación adaptada.

REFERENCIAS

- Aranda Ogáyar, M. (2005). Gestión estratégica de la tecnología, extraído el 12 de marzo de 2010 <http://www4.ujaen.es/~mogayar/documentos/tema2.pdf>
- Arce Castro, Bertha Alicia, (2009). Características que distinguen a las pequeñas y medianas empresas exitosas en los principios del siglo XXI. Número 6, Extraído el 10 de marzo de 2010 desde <http://www.eumed.net/rev/tecsistecat/n6/baac.pdf>.
- Bello, Acebron L, Cervantes, Blanco M, Gómez Arias, J (1992). Estrategias para el desarrollo de la innovación en las Pymes de Castilla y León. Área de comercialización e investigación de mercados. Universidad de León. Segovia. Extraído el 10 de marzo de 2010. http://www.jcyl.es/jcyl/cee/dgeae/congresos_ecoreg/CERCL/331242.PDF
- Camarasa Gómez, R. (2008). Estrategias y Control de la Innovación. Revista de la Agrupación Joven Iberoamericana de Contabilidad y Administración de Empresas Nº. 2 Universidad de Valencia. Extraído el 18 de marzo de 2010. http://www.elcriterio.com/revista/ajoica/contenidos_2/camarasa_gomez.pdf.
- Feeney, R, Veiga, L. (2006) .Estrategias de innovación en Uruguay, son posibles?. Extraído el 18 de marzo de 2010. http://socrates.ieem.edu.uy/articulos/archivos/30_estrategias_de_innovacion.pdf.
- Fernández-de-Lucio I, Vega-Jurado, J, Gutiérrez-Gracia, A. 2006. Estrategias de innovación de las empresas manufactureras españolas. España. Extraído el 14 de marzo de 2010. <http://digital.csic.es/bitstream/10261/10028/1/Articulo%20economistas.pdf>
- Gallegos Paz, V. Reyes Camacho, J. (2008). Innovación Disruptiva: Análisis del caso “Salinas Motors” Cholula, Puebla, México. Extraído el 13 de marzo de 2010. http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lmk/gallegos_p_va/capitulo2.pdf
- González, A. Jiménez, J.J. Sáez, F.J. (1997). Comportamiento innovador de las pequeñas y medianas empresas. Extraído el 10 de marzo de 2010. <http://www.aedem-virtual.com/articulos/iedee/v03/031093.pdf>

San Pedro, M. (2007).Gestion de la innovación y la Vinculación Tecnológica, una perspectiva del sector productivo. Extraído el 14 de marzo de 2010 <http://www.secyt.unc.edu.ar/oit/index.php?Tipo=nota&idNota=65>

Sánchez Novoa, E, (2002). Visión estratégica de la innovación empresarial, Número 12. Extraído el 18 de marzo de 2010. <http://www.madrimasd.org/revista/revista12/aula/aulas1.asp>

Tarrago Colominas, J. (2006).La investigación y las nuevas tecnologías como elementos estratégicos de competitividad. Extraído el 17 de marzo de 2010. <http://www.agro-alimentarias.coop/ficheros/doc/01400.pdf>

Vesga, R, La innovación llego para quedarse. Aussintech, 2006. Extraído el 13 de marzo de 2010. http://www.aussintech.com/Files/Innovacion_llego_para_quedarse_DINERO.pdf

FORMULACIÓN DE UN PLAN DE NEGOCIO PARA LA APERTURA DE UN GIMNASIO DE ESCALADA

Julián Eduardo Aristizabal Ramírez

María Claudia Castaño Posada

Docente: Juan Carlos Botero

Área: Gestión

RESUMEN

Los deportes son un mecanismo para mantener un equilibrio mente – salud, por lo que es importante preocuparse por nuevas formas deportivas. La escalada siendo un deporte considerado que demanda esfuerzo físico y concentración, ha comenzado a tener una gran acogida en los deportistas, por lo que es importante tenerlo en cuenta para el desarrollo de las personas.

Al ser la escalada un deporte en crecimiento, es indispensable tener lugares que permitan el óptimo desarrollo de este, lo que hace pertinente estudiar la viabilidad de estos centros de entrenamiento y práctica, donde se cuente con todos los elementos necesarios para practicarlo; es por esto que se usará el plan de negocio como herramienta para conocer si es factible o no su implementación.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la escalada deportiva ha venido creciendo en Colombia de forma acelerada, siendo una forma deportiva de gran interés para niños, jóvenes y adultos, que encuentran en esta la manera de estar en buen estado físico y mental, integrando estos dos elementos que ayudan a la armonía del cuerpo.

Muchos escaladores han buscado de diferentes formas, como fortalecer el deporte, creando federaciones y grupos que les permita mantenerse activos en esta actividad, pero se encuentran con dificultades de espacios. En Medellín solo se cuenta con dos espacios en los que se puede entrenar y al salir de la ciudad se pueden encontrar lugares naturales como el Peñol que sirve como entrenamiento para otra modalidad de este deporte..

Es por esto que la búsqueda de espacios se hace cada vez más necesario, convirtiéndose en una oportunidad de negocio la incorporación de lugares que permitan de forma integral a los deportistas desarrollar su actividades y adicionalmente sirve de escenarios para competencias no solo nacional sino internacional y así construir un bloque de deportistas de alto rendimiento en el país.

PROBLEMÁTICA

La escalada es un deporte que ha crecido en los últimos años por esta razón se hace necesario crear espacios adecuados para el desarrollo de los deportistas que se dedican a su práctica para que se logre alcanzar un nivel competitivo tanto a nivel nacional como internacional.

En la ciudad de Medellín existen actualmente cuatro rocódromos o espacios artificiales para practicar la escalada, pero solo dos de ellos cuentan con condiciones de seguridad e infraestructura para el desarrollo de deportistas prometedores que logren un nivel competitivo a nivel nacional, sin embargo los lugares son muy pequeños con enfoques diferentes, es decir que no se cuenta con un gimnasio en el que puedan realizarse conjuntamente escalar en altura y escalada en bloque, además no cuentan con un espacio adecuado para realizar las actividades complementarias del deporte como es el calentamiento, estiramiento y el trabajo de la parte cardiovascular, ya que la escalada es un deporte netamente anaeróbico, lo que ha generado una gran desventaja ante otros deportistas.

La falta de espacios con infraestructura adecuada se vuelve también una limitación para la realización de competencias a nivel nacional e internacional puesto que la inversión para un escenario apropiado es muy alta.

JUSTIFICACIÓN Y BENEFICIOS

La formulación y ejecución de un plan de negocios es el principio de toda empresa, pues con este plan se identifican todas las oportunidades, fortalezas y debilidades que puede tener una futura empresa, y le facilita crear estrategias para surgir en mercados competitivos.

La planeación de un proyecto es quizás lo que pueda llevarlo al éxito, debido a esto usar como instrumento el plan de negocios, le permitirá conocer y evaluar todas las variables internas y externas que puedan afectar el negocio y así tener claras las características del proyecto.

Según los “vieja guardia”, en Colombia nunca se han realizado estudios sobre este deporte, ya que hasta hace algunos años era considerado un deporte peligroso y que ponía en juego la integridad de quienes lo practicaban, pero poco a poco se va fortaleciendo, este y algunos otros deportes “extremos”.

La escalada es un deporte con un alto crecimiento a nivel mundial, con un crecimiento estimado en el 300% en los últimos años; la cantidad de escaladores en Colombia se ha incrementado en los últimos años en un 30% según entrevista realizada a los dueños de los gimnasios de escalada más importantes para cada ciudad (Bogotá, Zona de Bloque y Gran Pared; Medellín, El Muro), sin embargo se hace notable que la ciudad de Colombia con mayor número de escaladores es Bogotá, no solo sobrepasa a Medellín en número de personas sino también en calidad y nivel, y no es extraño, en Bogotá se tienen las mejores plazas para desarrollarse como deportista tanto naturales como artificiales, contando con el gimnasio más grande a nivel nacional y más de cinco (5) parques de roca natural a menos de una hora de la ciudad, esto ha generado que los escaladores colombianos destacados en el exterior sean en su mayoría Bogotanos o entrenados en allí.

Medellín es una ciudad con buen potencial de escalada, el dueño de El Muro y entrenador allí mismo, Jerson Areiza, participó en varios panamericanos quedando dentro del podio, sin embargo, las plazas de entrenamiento no son las adecuadas, los gimnasios que existen son muy pequeños y específicos, uno para altura y otro para bloque además los parques naturales son solo dos y quedan muy alejados de la ciudad, de esta forma los escaladores no alcanzan un crecimiento íntegro que pueda encaminarlos a tener el nivel necesario para competir a nivel mundial, es por esta razón que se hace necesario tener un espacio que cumpla con las condiciones necesarias para desarrollarse en todos los tipos

de escalada y que puedan formarse deportistas fuertes a nivel competitivo, que puedan representar a la región y al país en campeonatos nacionales, panamericanos y mundiales.

MARCO TEÓRICO

La Escalada

A finales del siglo XV se empieza a generar un interés por llegar a la cumbre de montañas que parecían inalcanzables, en 1492 Antoine De Ville alcanza la cumbre del Mont Aiguille en Francia y a partir de esto, se genera un mayor interés por alcanzar la cima. Esta actividad solo es reconocida como deporte a finales del siglo XX, para esta época la meta se vuelve, además de su objeto principal, lograr la cima por vías cada vez más complejas y exigentes, de esta forma la escalada tiene sus inicios en el montañismo, cuando se presentan en la ruta paredes demasiado empinadas, ya sean de roca o hielo, que requieren del uso de las cuatro extremidades del cuerpo además de otros elementos.

Los gimnasios de escalada son estructuras artificiales por medio de las cuales se simulan las diferentes estructuras que se encuentran en la roca y nacen por la necesidad de realizar entrenamiento previo a los ascensos en roca, en estos gimnasios se realizan trabajos específicos de fuerza, resistencia y potencia que brindan al deportista las bases necesarias para enfrentar mayores retos en las rocas. A la escalada en gimnasios se le llama escalada en resina, ya que las presas o agarres son hechos en ese material.

La escalada es un deporte que consiste en el ascenso por paredes de alta pendiente exigiendo el uso de las cuatro extremidades del cuerpo y la fuerza física y mental, que ha ido evolucionando y se ha hecho cada vez más complejo y debido a esta evolución se ha hecho necesaria la utilización de zapatos especiales hechos de materiales específicos para incrementar la adherencia a las superficies y con una forma especialmente diseñada para lograr concentrar toda la fuerza aplicada a los pies en un solo punto, estos zapatos se llaman pie de gato, además de esto se hace uso de un elemento que ayuda a mantener las manos libres de sudor y de esta forma evitar deslizamientos, este elemento es llamado magnesio, por su composición o tiza, por su traducción del inglés (chalk).

Este deporte es considerado mundialmente un deporte extremo o de alto riesgo, pero las personas que lo practican hacen años afirman lo contrario, según Jerson Areiza, dueño de El Muro, “la escalada no es un deporte extremo, es un deporte de aventura siempre y cuando se conozcan y se cumplan las normas de seguridad”. El conocimiento de las normas y técnicas de seguridad y la responsabilidad con que se usen son la base para la buena práctica de este deporte, pues de estas depende la integridad física del deportista.

Existen varias modalidades de escalada, entre las más importantes se pueden mencionar la escalada en bloque (boulder), escalada en altura y el psicoblock.

Modalidades de escalada

Escalada en bloque. Se define de esta forma la escalada practicada en alturas no mayores a los 4 metros y se utilizan como elementos de seguridad los crashpad, además requiere del acompañamiento de un compañero quien se encarga de estar pendiente de una posible caída para acomodar el cuerpo del escalador, actividad a la que comúnmente se le llama “hacer espalda”, y de esta forma conseguir una buena posición al momento de caer. El bloque puede realizarse en roca y en resina.

Escalada en altura. Es aquella que supera los 4 metros de altura y que, por consiguiente, requiere de una mayor cantidad de elementos de protección y mayor entrenamiento en su uso. Este tipo de escalada requiere de la participación de dos personas, el escalador que realiza el ascenso y el asegurador o cordada, y línea de vida es la cuerda, de ésta forma, el escalador está atado a uno de los extremos de la cuerda y a medida que realiza el ascenso pasa la cuerda por los seguros o anclajes y el otro extremo de la cuerda es manejado por el asegurador, por medio del sistema de seguridad.

Existen varios tipos de escalada en altura y dependiendo del tipo que se practique se requieren de elementos de seguridad diferentes, aunque comparten algunos básicos. Se profundizará en la escalada deportiva y la escalada clásica.

Elementos de seguridad básicos utilizados en la escalada en altura

Arnés de cintura

Cuerda dinámica

Sistema de seguridad (ATC, GRIGRI)

Cinta express

Mosquetón de seguridad

- Escalada deportiva: Este tipo de escalada se practica en vías con anclajes fijos llamados chapas que se colocan previamente en la roca mediante sistemas mecánicos de expansión (similar a los chazos) o resinas, de forma que el escalador escala con mayor seguridad puesto que no debe ir protegiendo la ruta y puede poner más atención a los movimientos y técnica de ascenso. Se puede realizar tanto en roca como en resina.
- Escalada clásica: Consiste en el ascenso por vías sin previa protección, el escalador debe instalar los anclajes a medida que realiza el ascenso, este tipo de escalada se realiza generalmente en vías con grietas, en las cuales son ubicados los seguros o anclajes. Existen varios tipos de seguros para colocar en grietas y se utilizan dependiendo del tipo de roca o del tamaño de la fisura que se está protegiendo, entre los más conocidos se encuentran los friends, fisureros, stoppers, y cuerdas o cordinos anudados. Este tipo de escalada es muy poco común en resina.

Psicoblock. Esta modalidad de la escalada no tiene restricciones de altura y se utiliza como sistema de seguridad el agua, es decir, en el evento de una caída el escalador cae directamente en el agua.

Plan de Negocios

El desarrollo de toda idea de negocio requiere de la elaboración de un plan de negocios, que de soporte a todo lo que involucra la consolidación de una empresa, evidenciando las posibilidades de llevar a buen término la estructura de la idea y los factores que afectan la ejecución del plan, permitiendo mostrarle a quien lo elabora una clara idea del negocio que se está planeando. "... Tú necesitas un business plan (plan de negocios) para crear unas bases sólidas sobre las que edificar tu castillo en el aire" [6] de esta forma señala Joanne Eglash, en su libro Como preparar un plan de negocios .com, la importancia de la buena estructuración de un plan de negocios y de esta forma adquirir las herramientas necesarias para aprovechar las situaciones que se le presenten y mostrarlo de forma clara ante otras personas.

Según Jorge Bachs, María del Pilar López y otros en su libro Internet, comercio exterior y plan de negocio [3], “Un plan de negocio es, en definitiva, un documento formal, donde se plasman los análisis efectuados sobre una serie de cuestiones que se especificaran en el contenido del plan y que, bajo la prisma de evaluar la conveniencia o no de un proyecto, establece y valora su viabilidad.”

Un plan de negocios pretende determinar la viabilidad de la empresa, definiendo viable como “lo que reúne las condiciones necesarias para realizarse o llevarse a cabo” [5], sumándole la espera de resultados positivos para el proyecto, por lo que es importante tener en cuenta todos los factores internos y externos que puedan influir en el desarrollo de este y pueden afectar el cumplimiento de los objetivos de la empresa; y además tener claramente definidos las estrategias de cada una de las áreas de esta.

Para definir la viabilidad del proyecto se deben analizar cinco componentes (mercadeo, operativo, financiero, administrativo y legal) en las que se centra la formulación del plan de negocio.

Componentes del plan de negocio

Cada componente del plan de negocios debe relacionarse y no manejarse de forma independiente para así lograr una buena planificación y formulación del plan.

Para la formulación de este plan de negocio se estudiaron diferentes estructuras propuestas entre las que están las propuestas diseñadas por la Fundación Corona [9], el Sena [7], entre otros, por lo que se decidió tomar elementos de estas estructuras y crear un modelo propio donde se tienen en cuenta los siguientes partes.

- Resumen ejecutivo. En este resumen se debe contar de forma breve y clara de que trata el proyecto, y busca captar la atención del lector por lo que debe mostrar información sobre el producto o servicio, el mercado, las operaciones, lo esperado financieramente y demás cosas que permiten visualizar la ventaja competitiva del proyecto.
- Componente de mercadeo. En esta componente se debe realizar un análisis minucioso del sector al que se pretende entrar donde se evidencie el crecimiento, las tendencias, la participación en el mercado, los productos del sector.

También es importante conocer de la competencia los productos que ofrecen, sus precios y la forma como se ofrecen.

Se debe hacer una buena segmentación de los clientes, siendo el elemento que mantendrá vivo el negocio, para así conocer el mercado que consumirá el producto o servicio del proyecto.

Todo esto para poder identificar el mercado potencial del producto o servicio.

En esta componente se debe describir además, el producto o servicio desde sus características, su calidad, su precios, descuentos planeados, formas de distribución o prestación.

- Componente operativo. Este componente ayuda a visualizar todos los elementos técnicos que se requieren para el proceso productivo o la prestación del servicio, en donde se encuentran elementos como fichas técnicas, diagramas de proceso, diseño de planta, equipos y maquinarias requeridas, y la forma de distribución del producto o prestación del servicio, para la puesta en marcha de la empresa.

- **Componente financiero.** Las finanzas son los signos vitales de las empresas por lo que se hace necesario hacer proyecciones que permitan conocer el desempeño del negocio y evaluar su potencial económico.

Para este componente se debe conocer las fuentes de financiación, las inversiones necesarias para así construir elementos que permitan concluir sobre la factibilidad del negocio como lo son el balance general, el estado de resultados, el flujo de caja, punto de equilibrio, el valor presente neto, la tasa interna de retorno y otros elementos que facilitan el análisis del riesgo del proyecto.

- **Componente administrativo.** Está conformado por el direccionamiento estratégico de la empresa, donde se puede encontrar hacia donde va la empresa y lo que desea ilustradas en la misión, la visión y las políticas organizacionales. También se puede encontrar el diseño organizacional que permite conocer como está estructurada la empresa desde el punto de vista de cargos y lograr identificar las tareas que al personal le corresponde, además muestra los procesos administrativos.
- **Componente legal.** Acta de constitución, registro en la cámara de comercio, permisos, y demás, son algunos documentos necesarios para el correcto funcionamiento legal y buena constitución de la empresa, lo que lleva a esta componente a ser no menos importante para la optima planeación del negocio.

PROPUESTA

Al formular el plan de negocios para la apertura de un gimnasio de escalada se espera conocer la factibilidad de este proyecto en términos financieros, administrativos, legales y de mercado por lo que se plantearon unos objetivos que permitan guiar la planeación de este negocio.

OBJETIVOS

Objetivo general

Formular un plan de negocios para la apertura de un gimnasio de escalada en la ciudad de Medellín.

Objetivos específicos

- Realizar un estudio de mercado y un plan de mercadeo por medio del cual se determine el público objetivo y el portafolio de servicios del negocio.
- Establecer las características específicas de los productos y/o servicios y determinar la infraestructura e insumos necesarios para el funcionamiento adecuado del negocio asociando el costo de cada uno de ellos.
- Formular el plan estratégico y el diseño organizacional para el negocio.
- Determinar la viabilidad del proyecto mediante un análisis financiero.
- Realizar un estudio de la normatividad relacionada con la creación del negocio y determinar un plan legal para el mismo.

ALCANCE

El proyecto se desarrollara desde la identificación del problema, pasando por en análisis de cada uno de los componentes de un plan de negocios (mercadeo, operativo, financiero, administrativo y legal), hasta el estudio de la viabilidad del proyecto.

METODOLOGÍA

La metodología que se usara para la elaboración del plan de negocios será conforme a las exigencias del proyecto donde se iniciara con una investigación profunda sobre la escalada, se realizara un levantamiento de información y posteriormente se formularan las componentes necesarias para la elaboración del plan de negocios.

En las componentes se definirán diferentes elementos como:

- Componente de mercadeo: Se analizara el sector entendiendo el comportamiento de este en términos de crecimiento, tendencias económicas, sociales y culturales; además se definirá claramente los servicios que se ofrecerán, definiendo precios y promociones que permitan hacer un análisis competitivo frente a la competencia. También se hará plan de mercadeo donde se identifiquen las fortalezas y debilidades del negocio.
- Componente operativo: Se definirá la caracterización de cada uno de los servicios que se prestaran y todo lo necesario para el funcionamiento del negocio como los requerimientos en infraestructura y equipos, además del costo de todos los implementos necesarios para la prestación del servicio.
- Componente financiero: Se consolidara la información financiera (costos de inversión, punto de equilibrio, entre otros) del negocio que permita hallar la tasa interna de retorno y así definir su viabilidad financiera.
- Componente administrativo: en este punto se tendrá en cuenta el direccionamiento estratégico que mostrara la misión, visión y valores de la empresa, además de la cultura organizacional. También se hará el diseño organizacional donde se tendrán los cargos con sus perfiles y roles, los manuales de funciones.
- Componente Legal: Se analizaran los elementos necesarios para la constitución del negocio y diferentes permisos que el deporte de la escalada lo requieren. Además se formularan los formatos pertinentes se exigirán a los afiliados para la práctica del deporte (exoneración de accidentes, voluntad de practicar el deporte, entre otros).
- Adicionalmente se mostrara la forma como se hará la selección y contratación del personal que estará vinculado al negocio.

Y finalmente se hará un resumen ejecutivo donde se muestre de una forma general el planteamiento del plan de negocios para el gimnasio de escalada.

De esta forma se determinara la viabilidad del proyecto relacionando todos los aspectos que permiten su óptimo funcionamiento.

CONCLUSIONES

El plan de negocio es una forma de integrar varios aspectos que involucran la ingeniería industrial, siendo esto una forma de fortalecer y complementar los conocimientos adquiridos en a lo largo de la carrera profesional.

Formular un proyecto permite hacer un seguimiento minucioso a cada una de las partes que lo afectan, desde la concepción de la idea hasta decidir si el proyecto es viable o no, lo permite afrontar diferentes situaciones que ayudan al emprendedor en su desarrollo profesional.

La escalada es un deporte que ha ido surgiendo poco a poco, y hoy en día a tomado gran fuerza a nivel nacional, por esto es una buena oportunidad para integrar la ingeniería con los deportes, siendo esto visto desde el punto de vista de empresa.

REFERENCIAS

AGUDELO BUILES, Natalia Andrea; Elaboración del plan de negocio para la apertura en Colombia de la sede de la Empresa Peruana Ebiz Latin América; Medellín: Biblioteca Universidad Pontificia Bolivariana; 2009.

Autor; Historia de la escalada. [En línea]<Disponible en: www.taringa.net/posts/info/2495949/Historia-de-la-Escalada-Deportiva.html> (Consulta: 30 de Abril)

BACHS FERRER, Jorge; LOPEZ JURADO-GONZALEZ, María del Pilar y otros. Internet, comercio electrónico y plan de negocio. Ediciones DEUSTO, 2002. p. 160.

CLUB PLANETA. Resumen Ejecutivo [En línea] <http://www.trabajo.com.mx/resumen_ejecutivo.htm> (Consulta: 10 de Mayo de 2010)

DICCIONARIO BÁSICO DE LA LENGUA ESPAÑOLA, “viable”. Editorial LAROUSSE. p. 618.

EGLASH, Joanne. Como preparar un plan de negocios.com. Ediciones GESTIÓN 2000, SA, 2001. p. 15.

FONDO EMPRENDER. Plan de negocio, Fondo emprender, Servicio nacional de aprendizaje SENA [En línea] <http://www.fondoemprender.com/bancomedios/documentos%20office/guia_plan_de_negocio.xls> (Consulta: 8 de Mayo de 2010)

HOFFMAN, Michael. Manual de escalada. Ediciones Desnivel. 1997.

UNIVERSIA. Premio Santander Emprendimiento, Ciencia e Innovación, Colombia 2009: Modelo de plan de negocio. [En línea] <Disponible en: http://www.universia.net.co/dmdocuments/2009_08_04_modelo_plan_de_negocio.pdf> (Consulta: 8 de Mayo de 2010)

SIMULACION DE UN PROBLEMA DE COLAS BASADO EN DATOS SUPUESTOS DEL METRO DE MEDELLIN

Andrés Álzate

Mónica Ángel

Lorena Ramos.

Docente: Javier Darío Fernández Ledesma

Área: Optimización

RESUMEN

Las compañías prestadoras de servicio generalmente experimentan largas colas con clientes esperando para ser atendidos. Por lo que es importante tener en cuenta un sistema que permita identificar las variables que se deben manipular para lograr mayor eficiencia en los procesos. En este caso el sistema de colas que se simula es un modelo de espera en la estación del Metro a la hora de comprar los tickets para acceder a este servicio. En ciertas horas, el número de personas que requieren de este sistema de transporte se incrementa, generando mayor número de personas en cola, contando solamente con un sujeto encargado de prestar el servicio.

Al llevar a cabo la simulación de este modelo por medio de Promodel, se pretendía conocer los porcentajes de utilización de las locaciones del modelo (cola de entrada, cola de salida y taquilla), tiempos de atención de cada locación, tiempo promedio de un cliente en la cola y en el sistema, y por último y muy importante, el total de personas no atendidas. El total de personas atendidas al día fue de 862, con un tiempo promedio total en el sistema de 1335.63seg, es decir, 22.26mins, lo que deja ver que se presenta alta congestión, además de que 525 personas no fueron atendidas. Teniendo en cuenta estos datos y la necesidad de mejorar el sistema se llevo a cabo un segundo modelo incrementándose la eficiencia del trabajador de la taquilla, es decir disminuyéndose el tiempo de atención, lo que conllevó a una disminución de el tiempo promedio del cliente en la cola y por supuesto en número de personas en ella, logrando que las ganancias se incrementen proporcionalmente.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día la simulación se ha convertido en una herramienta de gran utilidad en el campo empresariales, en procesos de fabricación para el diseño y toma de decisiones, contribuyendo en la mejora de procesos logísticos en general, como es el caso de la

Gestión de inventarios en un almacén, en el diseño de redes de transporte, en la simulación de los procesos administrativos y de negocio de una empresa o servicios públicos.

Con este trabajo se pretende simular un sistema de colas que se produce en El Metro teniendo solo un punto de servicio. La importancia de este estudio radica en que permite determinar algunas de las posibles variables que están incidiendo en las largas colas, que se forman para comprar los tickets de acceso al Metro, igualmente permitirá generar propuestas en función de solventar esta situación para disminuir las incomodidades causadas a los usuarios y aumentar la eficiencia del servicio.

MARCO TEÓRICO

Según [1] La simulación se define como una técnica numérica utilizada para representar un proceso o fenómeno mediante otro más simple que permite analizar sus características.

Esta técnica emplea relaciones matemáticas y lógicas que son necesarias para describir el comportamiento y estructura de sistemas complejos del mundo real a través de períodos de tiempo prolongado. Comúnmente, para realizar lo anterior se utilizan programas computacionales, en los que se utilizan estimaciones de las variables del sistema real.

La finalidad de esta técnica no consiste en optimizar, sino que comparar distintos escenarios, modificando el valor de las variables, para así encontrar posibles mejoras que se puedan implementar en el sistema real. Asimismo permite estudiar la sensibilidad del sistema respecto a cada una de las variables que lo definen.

A pesar de que la simulación no está enfocada a la optimización de los procesos, son muchos los beneficios o ventajas que se pueden obtener a través de ésta, como por ejemplo: permite analizar el efecto que pequeños cambios en las variables pueden provocar sobre el rendimiento global del sistema, mediante el análisis del sistema es posible inferir algunas mejoras para el sistema real, y detectar las variables que más influyen sobre él, permite disminuir el riesgo en la toma de decisiones sobre el sistema. Sin embargo, es importante resaltar que una simulación es sólo una representación aproximada de la realidad, por lo cual las soluciones que se obtienen de ésta no son exactas, y existe el riesgo de tomar malas decisiones basadas en simulaciones que no han sido o verificados correctamente.

Teoría de colas

Según [2] Las colas son un aspecto de la vida moderna que se encuentra continuamente en actividades diarias. En el contador de un supermercado, accediendo a Internet o en un banco, el fenómeno de las colas surge cuando unos recursos compartidos necesitan ser accedidos para dar servicio a un elevado número de trabajos o clientes.

El estudio de las colas es importante porque proporciona tanto una base teórica del tipo de servicio que podemos esperar de un determinado recurso, como la forma en la cual dicho recurso puede ser diseñado para proporcionar un determinado grado de servicio a sus clientes.

- Modelo básico

Un sistema de colas puede dividirse en dos componentes principales:

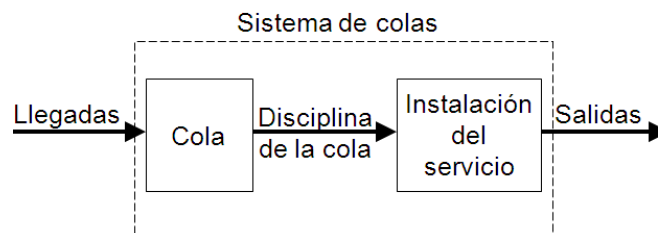
- La cola
- La instalación del servicio

Los clientes o llegadas vienen en forma individual para recibir el servicio

Los clientes o llegadas pueden ser:

- Personas
 - Automóviles
 - Máquinas que requieren reparación
 - Documentos
 - Entre muchos otros tipos de artículos
- Si cuando el cliente llega no hay nadie en la cola, pasa de una vez a recibir el servicio Si no, se une a la cola.
 - Es importante señalar que la cola no incluye a quien está recibiendo el servicio
 - Las llegadas van a la instalación del servicio de acuerdo con la disciplina de la cola.
 - Generalmente ésta es *primero en llegar, primero en ser servido*. Pero puede haber otras reglas o colas con prioridades.

Sistemas de colas: modelo básico



Sistemas de colas: Las llegadas

- El tiempo que transcurre entre dos llegadas sucesivas en el sistema de colas se llama tiempo entre llegadas
- El tiempo entre llegadas tiende a ser muy variable
- El número esperado de llegadas por unidad de tiempo se llama tasa media de llegadas (λ)
- El tiempo esperado entre llegadas es $1/\lambda$
- Por ejemplo, si la tasa media de llegadas es $\lambda = 20$ clientes por hora
- Entonces el tiempo esperado entre llegadas es $1/\lambda = 1/20 = 0.05$ horas o 3 minutos
- Además es necesario estimar la distribución de probabilidad de los tiempos entre llegadas
- Generalmente se supone una distribución exponencial

- Esto depende del comportamiento de las llegadas

Sistemas de colas: Las llegadas – Distribución exponencial

- La distribución exponencial supone una mayor probabilidad para tiempos entre llegadas pequeños
- En general, se considera que las llegadas son aleatorias
- La última llegada no influye en la probabilidad de llegada de la siguiente

Sistemas de colas: Las llegadas - Distribución de Poisson

- Es una distribución discreta empleada con mucha frecuencia para describir el patrón de las llegadas a un sistema de colas
- Para tasas medias de llegadas pequeñas es asimétrica y se hace más simétrica y se aproxima a la binomial para tasas de llegadas altas

Sistemas de colas: La cola

- El número de clientes en la cola es el número de clientes que esperan el servicio
- El número de clientes en el sistema es el número de clientes que esperan en la cola más el número de clientes que actualmente reciben el servicio
- La capacidad de la cola es el número máximo de clientes que pueden estar en la cola
- Generalmente se supone que la cola es infinita
- Aunque también la cola puede ser finita
- La disciplina de la cola se refiere al orden en que se seleccionan los miembros de la cola para comenzar el servicio
- La más común es PEPS: primero en llegar, primero en servicio
- Puede darse: selección aleatoria, prioridades, UEPS, entre otras.
- El servicio puede ser brindado por un servidor o por servidores múltiples
- El tiempo de servicio varía de cliente a cliente
- El tiempo esperado de servicio depende de la tasa media de servicio (μ)
- El tiempo esperado de servicio equivale a $1/\mu$
- Por ejemplo, si la tasa media de servicio es de 25 clientes por hora
- Entonces el tiempo esperado de servicio es $1/\mu = 1/25 = 0.04$ horas, o 2.4 minutos
- Sistemas de colas: El servicio
- Es necesario seleccionar una distribución de probabilidad para los tiempos de servicio
- Hay dos distribuciones que representarían puntos extremos:

- La distribución exponencial ($\sigma = \text{media}$)
- Tiempos de servicio constantes ($\sigma = 0$)
- Una distribución intermedia es la distribución Erlang

ANALISIS Y DISCUSION

Simulación de un problema de colas.

Se ha planteado un problema de colas en el cual la fila de una taquilla para la compra de tickets para ingresar al Metro de Medellín, se toma como modelo a simular con las siguientes especificaciones:

1. Locaciones y entidades

Se definen tres locaciones: Cola de entrada, taquilla y cola de salida, que representan el recorrido de un cliente a través del sistema.

Se define una entidad: Cliente.

2. Demanda.

Se supone una atención continua de 18 horas, empezando desde las 5am hasta las 11pm. Con volúmenes de demanda distribuidos de la siguiente manera:

Hora	Cantidad	Hora	Cantidad
1	50	10	50
2	200	11	100
3	200	12	100
4	50	13	200
5	50	14	200
6	50	15	50
7	50	16	50
8	100	17	50
9	100	18	50

Tabla 1. Demanda por hora de llegada a la fila.

3. Distribución de las llegadas a la cola.

En cada hora, las llegadas presentan una distribución diferente : $e(50)$ $e(100)$ y $n(200,20)$ Exponencial o Normal, según los volúmenes de demanda.

4. Capacidad de la cola.

Pueden presentar hasta 40 clientes en cola.

5. Abandono de la cola.

Si un cliente llega a la cola cuando hay en ésta 40 personas, el cliente se retira.

6. Costo de oportunidad.

Se estima que el costo de oportunidad por cada cliente que abandona la cola es de \$1600.

7. Tiempo de atención.

El tiempo promedio de atención a un cliente en la taquilla es de 0.5mins (30seg) con una distribución normal y desv. estándar de 0.083 mins (5seg).

8. Sueldo del trabajador de la taquilla.

20000\$/día. Correspondientes a un trabajador. El modelo presenta un total de 18 hrs de operación por día, las cuales se reparten entre dos trabajadores en taquilla, siendo entonces el horario individual de cada trabajador, 9hrs diarias. Esta consideración de cambio de turno se hace para acercar a la realidad las actividades dadas en el modelo, pero no se tiene en cuenta en la simulación.

El problema planteado busca conocer los porcentajes de utilización de las locaciones del modelo (cola de entrada, cola de salida y taquilla), tiempos de atención de cada locación, tiempo promedio de un cliente en la cola y en el sistema, y por último y muy importante, el total de personas no atendidas.

Para crear la simulación del problema planteado, se utilizó el *software* Promodel en el cual, luego de la creación del *background* donde se apreciará la simulación, se ingresaron las especificaciones previamente dadas.

Las estadísticas arrojadas por el *software* se muestran a continuación:

Locaciones

Name	Avg Time Per Entry (SEC)	Avg Contents	% Utilization
COLAE	1209.69	16.09	40.23
TAQUILLA	29.94	0.40	39.83
COLAS	36.00	0.48	0.00

Tabla 2. Locaciones. Tiempo promedio por entrada y porcentaje de utilización.

En la tabla 2 puede observarse el tiempo promedio por entrada, que dura un cliente en la cola de entrada, la taquilla y la cola de salida, siendo estos de 1209.69seg, 29.94seg, y 36 seg, es decir,

20.16mins, 0.49mins y 0.6mins, respectivamente. El valor del tiempo total en la cola de entrada es significativamente alto, probablemente debido a los altos volúmenes de demanda que están llegando al sistema que hacen demorar el flujo en esta locación.

Estado de las locaciones.

Name	Scheduled Time (MIN)	% Empty	% Part Occupied	% Full
COLAE	1080,00	25,67	59,97	14,37
COLAS	1080,00	52,11	47,89	0,00

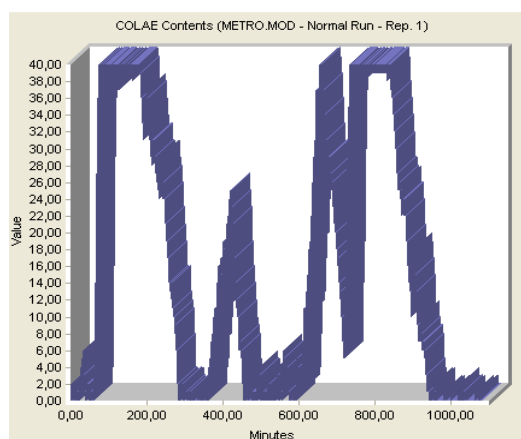
Tabla 3. Estados de las locaciones cola de entrada y cola de salida. Tiempo total de operación, porcentaje de locación vacía, ocupada y llena.

El programa arroja el tiempo total trabajado por cada locación el cual es igual a 1080mins, es decir, 18 hrs, tal como se había planteado el problema en su primera parte. Igualmente, se aprecian los porcentajes de ocupación de cada locación, siendo mayor el de la cola de entrada con un 59.97%, lo cual indica un gran congestión en ésta debido posiblemente, a su capacidad y tiempos de atención en taquilla que podrían influir en el movimiento de esta locación, corroborando el bajo porcentaje de 25.67 % de cola vacía.

Name	Scheduled Time (MIN)	% Operation	% Setup	% Idle	% Waiting	% Blocked
TAQUILLA	1080,00	39,83	0,00	60,17	0,00	0,00

Tabla 4. Estados de las locación salida. Porcentaje de operación.

La taquilla por su parte, presenta un porcentaje de operación del 39.83%, equivalente a un tiempo ocioso de 60.17%, el cual esta representado por los bajos volúmenes de demanda que se dan en mayor número de horas que en la de alta demanda, tal como se ve en la siguiente gráfica.



Gráfica 1. Valores clientes en cola de entrada.

Clientes atendidos.

Name	Total Exits	Avg Time In System (SEC)	Avg Time Waiting (SEC)
CLIENTE	862,00	1335,63	1133,38

Tabla 5. Clientes atendidos.

El total de personas atendidas al día fue de 862, con un tiempo promedio total en el sistema de 1335.63seg, es decir, 22.26mins. Lo anterior evidencia la congestión, ya mencionada, que se presenta en el sistema en general.

Este total de personas atendidas significa un ingreso total diario de \$1.379.200.

Llegadas fallidas.

Entity Name	Location Name	Total Failed
CLIENTE	COLAE	525,00

Tabla 6. Llegadas fallidas.

Se puede observar que del total de llegadas, 525 de ellas no fueron atendidas, lo cual significa una pérdida de ingreso evaluado por el costo de oportunidad por cada cliente que abandona la fila. Esto hace que en el modelo planteado y bajo las condiciones dadas, la empresa Metro de Medellín, este dejando de obtener ingresos equivalentes a \$840.000, lo cual resulta de multiplicar el total de personas no atendidas por su costo de oportunidad (525 personas no atendidas * \$1.6000).

Basándose en esta observación es posible afirmar que la empresa necesitaría incrementar su eficiencia de operación, principalmente en la taquilla para asegurar que se atiendan el número máximo de llegadas y disminuir así el monto de ingresos perdidos.

Porcentaje de espera y operación del cliente.

Name	% Waiting	% In Operation
CLIENTE	84,86	6,73

Tabla 7. Porcentaje de espera y operación cliente.

Se presenta un porcentaje total de espera de 84.86% el cual es significativamente alto comparado con el porcentaje de operación en cual es sólo de 6.73%, lo cual indica la deficiencia en el servicio que hace que el cliente deba esperar por grandes cantidades de tiempo para ser atendido.

Según lo datos arrojados por el programa, se evidencia la necesidad de mejorar el sistema de la cola del Metro, por lo cual se ha considerado el planteamiento de un nuevo sistema en donde se incrementa la eficiencia del trabajador de taquilla, para asegurar un mayor valor total de personas atendidas y aumento de los ingresos.

Al analizar entonces la situación actual se observa que la empresa obtiene un ingreso total de \$1.379.200, de los cuales deben ser restados los salarios diarios de los dos trabajadores de \$20.000 cada uno con un total de \$40.000 en salarios diarios. Por lo tanto:

Ingreso total: $(862 \text{ personas atendidas} * \$1600 / \text{persona atendida}) = \$1.379.200$

Salarios diarios: $(\$20.000 / \text{trabajador} * 2 \text{ trabajadores}) = \40.000

Ganancia¹ = $\$1.379.200 - \$40.000 = \$1.339.200$.

Para analizar la conveniencia de contratar a un trabajador con un nivel de eficiencia mayor, se hace la comparación de costos y ganancia arrojado por otro modelo, el cual conserva las mismas locaciones, llegadas y capacidad de la cola, pero varía el tiempo de atención el cual se basa en una Distribucion Normal de media de 15 seg y una desviacion de 3 seg, como se observa es una trabajador mas rápido que tiene un costo de oportunidad de 24.000 pesos una jornada de 9 horas continuas.

Las estadísticas arrojadas por el *software* se muestran a continuación:

Locaciones.

Name	Avg Time Per Entry (MIN)	Avg Contents	% Utilization
COLAE	13,19	11,64	29,10
TAQUILLA	0,25	0,22	22,05
COLAS	0,60	0,53	0,00

Tabla 9. Locaciones opcion2

Como se observa en la Tabla 9 el tiempo promedio del cliente en la cola se ha disminuido con respecto al problema 1 y ha pasado a 13,19 minutos, esto por supuesto conlleva a que en la cola haya menos personas pasando de aproximadamente 16 a 11,64 en promedio y esto a su vez hace que el tiempo ocioso del trabajador aumente ya que el % de utilizacion de la taquilla disminuyó, todo lo anterior es explicado a la mayor rapidez que presenta el trabajador del problema 2.

Tiempo promedio en el sistema

¹ Se considera como ganancia, la resta entre el ingreso menos el costo. En este caso el costo, representa solamente el de mano de obra, es decir, salarios.

Name	Total Exits	Avg Time In System (MIN)	Avg Time Waiting (MIN)
CLIENTE	953,00	15,04	12,20

Tabla 10. Tiempo en el sistema-2

Como era de esperarse bajo considerablemente, pasando de casi 22 min a tan solo 15, esto hace tambien que se presente menos impaciencia en la cola y que se retiren menos personas como se evidencia en la Tabla 11. Llegadas fallidas-2, en este orden de ideas la capacidad del sistema aumenta y con un trabajador mas rapido se pueden atender 91 personas más, pasando de 862 a 953

METROR.MOD (Normal Run - Rep. 1)		
Entity Name	Location Name	Total Failed
CLIENTE	COLAE	434,00

Tabla 11. Llegadas fallidas.

Así para este sistema el total de ingresos esta dado por: $\$1.600 \times 953 = \$1.524.800$, menos el salario, que es $\$24.000 \times 2$ (son dos personas que atienden 9 horas cada uno) $= \$1.476.800$, estos ingresos son mayores que los simulados en el primer problema, sin embargo aun se están dejando de atender 434 personas, las cuales representan \$ 694.400 pesos.

CONCLUSIONES

- La simulación es una herramienta muy poderosa que permite analizar información fundamental para una organización sin tener que implementar las posibles soluciones de manera previa, esto hace que sea una herramienta competitiva y ayuda a reducir costos.
- Lo más importante a la hora de realizar una buena simulación es tener datos de entrada verídicos y manejar en el modelo la menor cantidad posible de supuestos, ya que de esta manera la información que arroje el análisis tendrá una mayor validez.
- Muchos de los modelos matemáticos para la toma de decisiones, tales como Teoría de colas, manejo de inventarios y toda la Investigación de Operaciones en general son muy complejos de aplicar en la industria sin la ayuda de una herramienta informática, Promodel y otros software solucionan este problema, y este se reduce a la interpretación de resultados.

REFERENCIAS

BLANCO RIVERO Luis Ernesto. Simulación con Promodel casos de producción y logística, Segunda Edición.

https://www.u-cursos.cl/ingenieria/2008/1/IN44A/2/material_docente/objeto/176710. Lunes 24 de mayo, 10 AM.

http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:4WfFSECXi_QJ:www.auladeeconomia.com/L%C3%ADneas%2520de%2520Espera.ppt+simulacion+de+colas&cd=3&hl=es&ct=clnk&gl=co. Lunes 24 de mayo, 10 AM.

MODELO DE SIMULACION EN UN CALL CENTER

Luisa Fernanda Peláez

David Tabares Moreno

Adriana Padilla Espinosa

Docente: Javier Darío Fernández Ledesma

Área: Optimización

RESUMEN

En este trabajo simulamos por medio de promodel un problema de colas específicamente en un *call center* aplicado al outsourcing prestado por la compañía ALLUS GLOBAL BPO CENTER donde se atienden n número de clientes para ayudar a resolver sus inquietudes.

Se definieron las variables de entrada que son las llamadas de clientes, variables de estado la duración de la llamada y las variables de salida el número de clientes atendidos; gracias al programa se obtienen datos sobre las llamadas atendidas, el tiempo de espera de los clientes en la cola y el total de llamadas recibidas, al igual que las llamadas no atendidas. Sirviendo de esta manera el modelo como una buena base para la toma de decisiones dentro de la organización.

INTRODUCCION

Según [1] un Call Center es un centro de servicio telefónico que tiene la capacidad de atender altos volúmenes de llamadas, con diferentes objetivos. Su principal enfoque es el de la generación de llamadas de Salida (Llamadas de Outbound) y la recepción de llamadas (Llamadas de Inbound), cubriendo las expectativas de cada una de las campañas implementadas”

Para estas empresas en concreto es muy importante conocer datos de la calidad y la cantidad de llamadas efectuadas o atendidas, la razón es muy sencilla, el principal negocio de estas empresas se centra en la realización y recepción de llamadas con lo cual el control de la información que hace referencia a las llamadas es de vital importancia para valorar el negocio y beneficio de estas compañías.

En esta información se valoran datos de las llamadas y de los agentes, número de llamadas recibidas, número de llamadas realizadas, duración de las llamadas, tiempos medios, tiempos de respuesta, disponibilidad de agentes, etc. Esta información es la que ofrece nuestro programa de una forma sencilla y eficaz gracias a la simulación en promodel.

Con todos estos datos se puede conocer si se esta realizando bien o no el trabajo y cuáles son los puntos críticos en el caso de que los haya para así tomar las medidas correctivas necesarias, para lograr que el servicio prestado sea optimo y de la mejor calidad y así traiga como resultado obtener clientes satisfechos.

ALLUS GLOBAL BPO CENTER

Según [2] Allus Global es la compañía líder en América Latina en la provisión de soluciones BPO. Brinda servicios de valor y excelencia a una vasta gama de industrias convirtiéndose en una extensión de la empresa del cliente, atendiendo sus procesos a través de la innovación, la creatividad y el conocimiento.

Ventajas competitivas de alta diferenciación la posicionan como la compañía world class líder de la región. Una red global con presencia en Argentina, Colombia, Estados Unidos, España y Perú, desde donde atiende con costos competitivos y eficacia operacional a los mercados de Europa y América.

Esta compañía es experta en la provisión de servicios *outsourcing* alineados con los objetivos del cliente y flexibles a sus requerimientos con más de diez años de experiencia. Su foco en la atención de diferentes sectores industriales en varios mercados del mundo les permite consolidar un *expertise* propio con conocimiento profundo de cada industria inmersa tanto en el entorno local como en el escenario global, atendiendo las particularidades que cada contexto requiera.

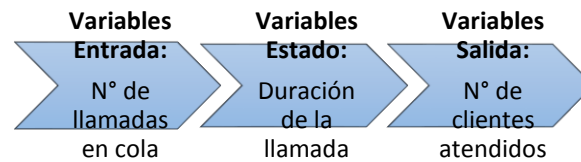
DEFINICION DEL PROBLEMA

En Colombia Allus ingresa al mercado al momento de la absorción de una empresa denominada Multitenlace, la cual se desempeñaba como outsourcing Call center para algunas compañías dentro del país.

De esta manera Allus trabaja como la nueva herramienta de outsourcing para diferentes compañías de atención al cliente como puede ser el caso de Almacenes Éxito, El Metro de Medellín, Bancolombia, entre otros. El proceso es muy simple, la compañía interesada acuerda con la prestadora del servicio el número de asesores que considere necesarios para desempeñarse durante sus horarios de atención al cliente, de esta manera, la empresa representada debe brindar una capacitación al personal de Allus, aclarando el comportamiento y el perfil de la empresa en cuanto a su línea de atención, para ello definen un guion el cual facilita la gestión y le da mayor seguridad a los asesores para responder una posible pregunta de los clientes.

Una vez estas capacitaciones son ejecutadas, se comienza con el proceso de recepción de llamadas, de esta manera se pueden presentar diferentes tipos de problemas, uno de ellos es la saturación de las líneas, lo cual suele suceder en casos de alta estacionalidad por ejemplo, para ello las compañías tiene establecidos algunos de estos estándares, sin embargo la predicción de estos consta de un margen de error estadístico lo cual hace que los métodos no sean cien por ciento seguros sino que tan solo den soporte a una reducción de la incertidumbre.

Por ello pretendemos simular el comportamiento de un call center para medir su nivel de eficacia identificando las siguientes variables:



De esta manera en nuestro trabajo comenzamos a ejecutar la simulación a través de Promodel comenzando por crear la interfaz o el layout de la simulación donde a través de Build-Background Graphics- Front of Grid, definimos el entorno donde se va a realizar la simulación, obteniendo como resultado una sala que va a ser las veces de la compañía donde se encuentren los operadores del call center.

Una vez definido el entorno debemos crear las locaciones es decir los puntos por donde se van a desenvolver los procesos indicados una vez se corra la simulación, para nuestro caso como vamos a simular un asesor que atiende varias llamadas durante el día definimos una cola de entrada, un asesor (al que definimos en el programa como Cajero), y una cola de salida. La cola de entrada la definimos como Queue pues con esto le indicamos que es por donde ingresan las entidades, de igual manera le damos que aparezca como una línea y que sea invisible durante la simulación. Así mismo definimos la cola de salida como una línea, invisible durante la simulación y de tipo converso, es decir que es por donde salen las entidades.

De esta misma manera, a través de Build-Locations agregamos un escritorio para darle forma a nuestro entorno y ponemos una marca de X para indicarle al programa que ahí deben llegar las entidades una vez se corra la simulación.

Ahora bien, ya tenemos un layout es decir una “organización”, tenemos los lugares donde se ejecutan los procesos (Locations), ahora definimos las Entidades que son las que van a recibir el servicio dentro de cada proceso, es decir son los clientes que realicen las llamadas dentro del sistema. En nuestro caso simbolizaremos una llamada con un Cliente y un grafico de una persona, para definir las entidades entramos por Build-Entities y definimos un cliente seleccionando su grafico correspondiente, de igual forma definimos un segundo grafico donde visualicemos una mujer para lograr así ver una aleatoriedad de género en cuanto al orden de las llamadas. Esto lo hacemos solo para efectos visuales.

Una vez definidas las entidades que van a recibir el servicio, es decir los clientes, debemos ejecutar la forma en que lleguen estas entidades al servicio es decir a las locations, por lo tanto ingresamos por Build-Arrivals y designamos a Cliente como entidad que llega a la Location Cola_cajero; para definir la cantidad de personas o el flujo de personas que llegan lo hacemos mediante un ciclo, ya que nuestra demanda es variable en el tiempo según el horario de atención, pues como decíamos

previamente la demanda es estacionaria. Para ello ingresamos a través de Build-More elements-Arrival Cycles e identificamos el Ciclo 1 en cantidades y le definimos la tabla de demanda donde indicamos la hora y la cantidad de Entidades que llegarán al servicio. Comenzamos por el numero 1 hasta el 24 indicando las 24 horas del día, y tendremos en cuenta las 6am como hora inicial, es decir que 1 representa la hora entre las 6 y las 7.

La demanda la definimos según los parámetros establecidos por nuestro texto guía pues eran consecuentes con la información suministrada por nuestra fuente dentro del call center. Una vez definimos este ciclo de llegada según la demanda, volvemos a las llegadas del sistema en Arrivals y terminamos por agregar la cantidad cada Ciclo 1 pues es el ciclo que ya definimos. Ahora bien para determinar la aleatoriedad visual de la que hablamos previamente entre hombre y mujer, le definimos una lógica programada de la siguiente manera:

```
WRITELINE demanda, CALHOUR()  
IF id=1 THEN  
{ begin graphic 2 id=0 end }  
ELSE  
{ begin graphic 1 id=1 end }
```

Con lo que estamos programando la simulación para alternar los gráficos que definimos en las entidades de hombre y mujer, reconociendo que la variable “id” (que definiremos posteriormente) pertenece a un comando binario donde 1 representa hombre y 0 representa una mujer.

Así pues terminamos de definir las llegadas de las entidades es decir los clientes o las llamadas recibidas dentro del sistema a cada una de las locaciones que prestaran el servicio. Por lo tanto debemos definir cuál es el proceso que se realizara dentro de cada locación; para ello ingresamos a través de Build-Processing, donde encontramos básicamente tres procesos que debemos definir, el momento cuando ingresa la llamada, el momento durante la atención, y el momento en que sale la llamada del cliente satisfecho.

Aquí determinamos tres renglones donde cada uno representará la entidad que se trasladará durante el proceso, el lugar donde lo ejecute, la operación que desarrolle, qué sale después del proceso (output), hacia donde sale (Que proceso continua) y definimos la velocidad por defecto para promodel con Move for 0.5.

Por ello definimos una operación principal que es el momento de la prestación del servicio, es decir en la entidad Cajero programamos la siguiente operación:

```
INC Llamadas_atendidas  
INT min_ent  
INT min_sal
```

```

min_ent=CALMIN()
WRITE Cliente_atendidos, CALHOUR()
WRITE Cliente_atendidos, min_ent
WAIT 3
min_sal=CALMIN()
WRITE Cliente_atendidos, min_sal
WRITELINE Cliente_atendidos, min_sal-min_ent
min_sal=CALMIN()

```

Con la cual estamos definiendo que cada vez que llegue una entidad a la locación Cajero, incremento la variable Llamadas atendidas, le decimos que nos escriba en un archivo de texto llamado clientes atendidos la hora, el minuto de entrada de la entidad, que espere dos minutos y vuelva a escribir el minuto, definiéndolo como minuto de salida. De igual forma le indicamos que calcule la diferencia entre el minuto de entrada y el minuto de salida y que la escriba en este mismo archivo.

El comando de esperar tres minutos para que vuelva a tomar el tiempo definiéndolo como minuto de salida, es porque estamos estipulando una duración de servicio de tres minutos.

También para controlar las llamadas en espera definimos la siguiente operación indicando los comandos:

```

INC Total_llamadas

Llamadas_espera=Total_llamadas-Llamadas_atendidas

IF Llamadas_espera=16 THEN
{begin INC No_atendidos end}

WRITE Llamadas, Total_llamadas
WRITE Llamadas, Llamadas_atendidas
WRITE Llamadas, Llamadas_espera
WRITELINE Llamadas, No_atendidos

```

Así, cada vez que llegue una llamada a la cola, se incrementara en 1 la variable Total llamadas, y le definimos las llamadas en espera como la diferencia entre las llamadas atendidas y el total de las llamadas que entren al sistema.

Ahora bien, para determinar cuántas llamadas no logran entrar al sistema, pues la cola solo tiene capacidad para 15 llamadas, entonces definimos que si contaba 16 llamadas en espera entonces incrementara la variable de los no atendidos en 1.

Una vez programamos estas operaciones, debemos definir las variables a través de Build-Variables donde incorporamos al sistema las variables que ya hemos nombrado como son Llamadas atendidas, id, Total llamadas, Llamadas en espera y No atendidos. A cada una de estas variables les activamos un contador para que vaya aumentando acorde a la programación establecida dentro del proceso.

Para que nos aparezcan los títulos de las variables podemos ingresarlas dentro del layout a través de Build-Background Graphics-Front of Grid e incorporamos un cuadro de texto donde marquemos cada contador de las variables.

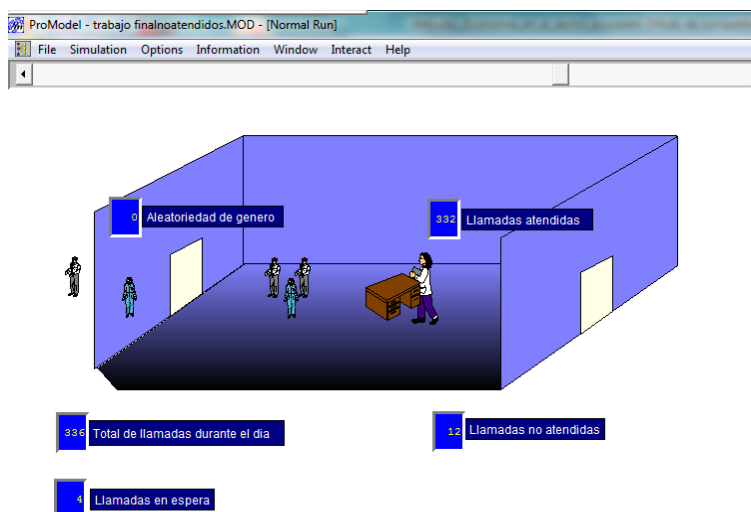
También debemos importar los archivos de texto donde vayan a quedar grabados los resultados de la simulación, es decir tenemos que darle una ruta a los comandos que procesamos dentro de las operaciones al momento de definir los Write. Por lo tanto creamos tres archivos de texto: Clientes atendidos, Demanda y Llamadas, a demás de esto ingresamos a través de Build-More elements-External Files y definimos el ID de cada uno de los archivos lo identificamos de tipo General Write (Escritura) y le damos la ruta donde se encuentra el archivo.

Llegando al final de la programación, a través de Build-General Information damos clic en Initialization Logic y determinamos el siguiente comando:

```
RESET demanda
reset Cliente_atendidos
WRITE CLIENTE_ATENDIDOS, "Horas"
WRITE CLIENTE_ATENDIDOS, "Min_entrada"
WRITE CLIENTE_ATENDIDOS, "Min_salida"
WRITELINE CLIENTE_ATENDIDOS, "Tiempo Ocupado"
reset Llamadas
WRITE LLAMADAS, "Total llamadas"
WRITE LLAMADAS, "Llamadas atendidas"
WRITE LLAMADAS, "Llamadas espera"
WRITELINE LLAMADAS, "No atendidos"
```

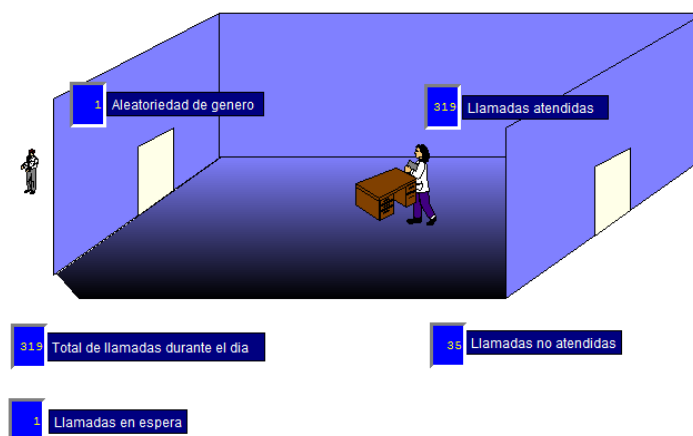
De esta manera estamos diciéndole al programa que cada vez que se corra al simulación borre los archivos de texto para dejarlos limpios nuevamente para ingresar los nuevos datos, además que escriba los títulos para cada columna dentro de cada archivo, es decir Hora, Minuto de entrada, Minuto de Salida, Tiempo Ocupado, etc.

Por último ingresamos a través de Simulation-Options y definimos Calendar date para correr la simulación durante 24 horas. Así pues, terminamos por dar clic sobre RUN y observamos como corre nuestra simulación dentro del call center.



RESULTADOS

Con toda la información suministrada obtenemos los siguientes resultados que fueron consignados en los archivos .txt que creamos y ligamos dentro de la simulación:



Cientes atendidos.txt

horas	min_entrada	min_salida	tiempo ocupado
0	1	4	3
0	5	8	3
0	8	11	3
0	12	15	3
0	15	18	3
0	19	22	3
0	22	25	3
0	26	29	3
0	29	32	3
0	33	36	3
0	36	39	3
0	40	43	3
0	43	46	3
0	47	50	3
0	50	53	3
0	54	57	3
0	57	0	-57
1	1	4	3
1	4	7	3
1	8	11	3
1	11	14	3
1	15	18	3

Llamadas.txt

Total llamadas	llamadas atendidas	Llamadas espera	no atendidos
1	0	1	0
2	0	2	0
3	1	2	0
4	1	3	0
5	2	3	0
6	3	3	0
7	3	4	0
8	3	5	0
9	3	6	0
10	5	5	0
11	5	6	0
12	5	7	0
13	6	7	0
14	6	8	0
15	6	9	0
16	7	9	0
17	7	10	0
18	7	11	0
19	7	12	0
20	7	13	0
21	7	14	0
22	8	14	0
23	8	15	0
24	8	16	1
25	10	15	1

Así podemos ver que contando con un tiempo de servicio de tres minutos cuando estamos en la hora 19 es decir entre las 12am y la 1am se han recibido un total de 319 llamadas durante el día para el minuto 32 en los cuales podemos identificar 318 llamadas que ya han sido atendidas, contando con

solo 1 llamada en espera, sin embargo encontramos que para este momento 35 llamadas no fueron atendidas durante el día, es decir a estas personas se les dejo de prestar el servicio, lo que indica perdida de dinero para la compañía, sin tener en cuenta la insatisfacción de los clientes y su desfavorecimiento en su good will.

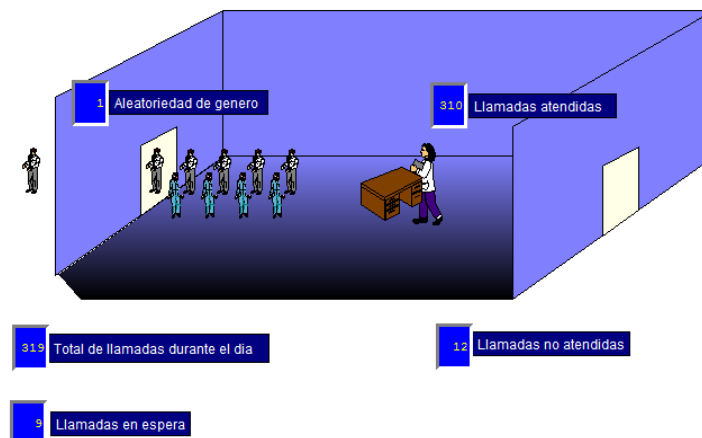
Cabe resaltar también, que en las horas de alta demanda se llega a ocupar toda la cola, es decir el sistema no es capaz de recibir una sola llamada mas, por lo que se denotan hasta 15 llamadas en espera por ser atendidas por el asesor. Al momento de contar 16 llamadas incrementa en uno el valor de las llamadas no atendidas.

También podemos ver que a medida que aumenta la frecuencia de llegada de las llamadas según la tasa de demanda, es posible visualizar como va aumentando el número de llamadas en espera así el tiempo de servicio sea el mismo, es decir que a medida que aumentan las llamadas en espera, las llamadas atendidas acumuladas son las mismas, debido al tiempo de llegada de la alta demanda.

MEJORA

Ahora bien, en la búsqueda de mejorar el servicio y disminuir el número de llamadas no atendidas, pensamos que teniendo en cuenta que nuestra simulación es para un sistema de colas M/M/1, no aplica una solución en cuanto agregar más asesores, pues se estaría cambiando a un problema de tipo M/M/n. Por lo tanto una solución válida seria la disminución en el tiempo de servicio, teniendo en cuenta que a los asesores se les hace la salvedad que deben sostener una llamada mínimamente por 2 minutos.

De esta manera disminuimos el tiempo de servicio a 2 minutos por llamada y obtuvimos los siguientes resultados:



Clientes atendidos.txt

horas	min_entrada	min_salida	tiempo ocupado
0	1	3	2
0	4	6	2
0	6	8	2
0	9	11	2
0	11	13	2
0	14	16	2
0	16	18	2
0	19	21	2
0	21	23	2
0	24	26	2
0	26	28	2
0	29	31	2
0	31	33	2
0	34	36	2
0	36	38	2
0	39	41	2
0	41	43	2
0	44	46	2
0	46	48	2
0	49	51	2
0	51	53	2
0	54	56	2
0	56	58	2
0	59	1	-58
1	1	3	2

Llamadas.txt

Total llamadas	llamadas atendidas	Llamadas espera	no atendidos
1	0	1	0
2	0	2	0
3	1	2	0
4	1	3	0
5	3	2	0
6	3	3	0
7	4	3	0
8	4	4	0
9	5	4	0
10	6	4	0
11	6	5	0
12	7	5	0
13	8	5	0
14	8	6	0
15	9	6	0
16	9	7	0
17	9	8	0
18	10	8	0
19	10	9	0
20	10	10	0
21	10	11	0
22	10	12	0

De esta manera podemos observar que disminuyendo el tiempo de servicio se presentan muchos beneficios, empezando por que para obtener un nivel de 319 llamadas atendidas durante el día, basta

con llegar a la hora 13 en el minuto 28, mientras que con un minuto de más (Tiempo de servicio de tres minutos), habría que esperar 6 horas más.

De igual forma podemos observar que mientras que anteriormente contábamos con 35 llamadas que no fueron atendidas, con estas condiciones solo tenemos 12 llamadas, contando con 310 llamadas atendidas y 9 llamadas en espera debido a la tasa de demanda pues el horario es diferente al de la primera simulación.

Esta es la mejor solución encontrada para la situación del call center establecido como un problema de colas de M/M/1 donde el tiempo de servicio fijado en 2 minutos representa la tasa de servicio optima para disminuir las llamadas que no pueden entrar al sistema debido a la congestión de llamadas.

CONCLUSIONES

- La implementación de Promodel como software para la simulación se hace muy útil al momento de pensar no solo en casos, como situaciones de logística, o producción, sino también líneas de atención, inversión o transporte, convirtiéndose en una herramienta muy útil dentro de aplicaciones para la ingeniería.
- Promodel se convierte en un paquete fácil y agradable para manejar a través de su entorno para la ejecución de diferentes simulaciones, pues permite mediante su configuración, un lenguaje de programación simple y entendible el cual se hace accesible para las personas que pretendan correr cualquier tipo de simulación.
- Al hablar específicamente del caso aplicado para nuestra simulación, la duración del servicio se disminuye a dos minutos por cliente, pues al realizar comparaciones en cuanto a la simulación con un tiempo de servicio de tres minutos, obtenemos una mayor tasa de clientes atendidos dentro de un menor lapso de tiempo.
- De igual manera con un tiempo promedio de servicio de dos minutos, se logra reducir en 23 llamadas el número de clientes no atendidos una vez se alcance el mismo nivel de llamadas (319). Por lo que se hace claro que al llegar al mismo nivel horario el nivel de llamadas no atendidas sería muchísimo menor que en el primer caso, además de que el número de llamadas atendidas sobrepasaría ridículamente el número de llamadas.
- Con la mejora establecida, se logra obtener un nivel de llamadas de 319 personas tan solo en la hora 13, mientras que en la situación actual para llegar a este mismo nivel de atención se debe esperar hasta casi el final del día en la hora 19.

- También es importante resaltar que el nivel de servicio mejora notoriamente pues aunque es un problema M/M/1 el número de llamadas atendidas aumenta notoriamente haciendo así que mediante el nivel de demanda establecida solo para la hora 13 donde se alcanza el punto de corte fijado para la comparación, la demanda es alta, haciendo que se esperen aun mas llamadas gracias al sistema planteado.
- Como dijimos con anterioridad en la búsqueda de mejorar el servicio y disminuir el número de llamadas no atendidas, pensamos que teniendo en cuenta que nuestra simulación es para un sistema de colas M/M/1, no aplica una solución en cuanto agregar más asesores, pues se estaría cambiando a un problema de tipo M/M/n.
- Al disminuir notoriamente el número de llamadas no atendidas se promueve el good will de la compañía en cuanto a su nivel de servicio, ya que es menor el numero personas a las que se les dejo de prestar el servicio, lo que indica un aumento de utilidad para la compañía, sin dejar de lado la satisfacción de los clientes.

BIBLIOGRAFÍA

Cia. Andicel de Colombia. Obtenido el 20 de Mayo de 2010 desde <http://www.gestiopolis.com/canales/demarketing/articulos/61/callcenter.htm>

Allus Global BPO Center. Innovación, creatividad y conocimiento para la nueva economía del mundo Fedesarrollo. Extraído el 20 de Mayo de 2010 desde <http://www.allus.com/compania.php>

Blanco Rivero, Luis Ernesto. Fajardo Piedrahita Iván Darío; Marzo de 2003. Simulación con Promodel Casos de Producción y Logística, Colección desarrollo empresarial, Editorial Escuela Colombiana de Ingeniería

Notas de Clase y Asesorías por Javier Darío Fernández. Simulación 2010-01, Ingeniería Industrial. Universidad Pontificia Bolivariana.

COMPARACION DE PROBLEMAS EN DOS HERRAMIENTAS DE PROGRAMACION

LINEAL ENTERA

Sandra Londoño Velez

Ana Maria Lotero

Docente: Javier Darío Fernández Ledesma

Área: Optimización

RESUMEN

En el presente artículo se mostrara la solución a diferentes problemas de Programación Lineal entera aplicando Solver, Winqsb, y Lingo, Para luego comparar los resultados obtenidos y así concluir cual es la mejor herramienta a implementar en los ejercicios de programación lineal entera.

INTRODUCCION

Cuando las variables de decisión en los problemas de Programación Lineal son restringidas asumiendo solo valores enteros, estamos en presencia de problemas de Programación Lineal entera.

Muchas situaciones que se presentan en las industrias necesitan soluciones enteras como es el caso de asignación de personal.

Actualmente se cuenta con la ayuda de herramientas informáticas que simplifican el método de solución a los problemas de programación lineal como Winqsb, solver, lingo, gams, lindo entre otros.

Algunos de estos paquetes presentan un mejor modelo de solución y una forma sencilla de introducir los problemas, así mismo llegan a la solución óptima en menor tiempo.

MARCO CONCEPTUAL

[1] Lingo es un lenguaje de programación que lleva incorporado Macromedia Director, un programa de autoría. Permite integrar con relativa facilidad texto, imágenes, sonidos y video digital, siendo una alternativa a lenguajes más tradicionales, como el C/C++, porque el desarrollo de la aplicación es mucho más rápido y flexible.

[2] WinQSB es un sistema interactivo de ayuda a la toma de decisiones que contiene herramientas muy útiles para resolver distintos tipos de problemas en el campo de la investigación operativa.

Utiliza los mecanismos típicos de la interface de Windows, es decir, ventanas, menús desplegables, barras de herramientas, etc. Por lo tanto el manejo del programa es similar a cualquier otro que utilice el entorno Windows.

[3] Solver es una herramienta para resolver y optimizar ecuaciones mediante el uso de métodos numéricos.

Solver se puede utilizar para optimizar funciones de una o más variables, sin o con restricciones. Microsoft Excel Solver utiliza diversos métodos de solución, dependiendo de las opciones que se seleccionen. Para los problemas de programación lineal utiliza el método Simplex, para problemas lineales enteros utiliza "Branch and Bound y para problemas no lineales utiliza el código de optimización no lineal

METODO Y RESULTADOS

La metodología utilizada para la solución de problemas de variables enteras, variables binarias y la gran M fue desarrollada en herramientas como solver, Winqsb y Lingo.

Se tiene un problema de asignación de personal en una compañía dedicada a la recepción y distribución de encomiendas en EEUU, esta tiene varios centros de operación en los aeropuertos de la mayoría de las ciudades, donde se reciben las encomiendas para luego ser llevadas a su destino final; se pretende encontrar la asignación más efectiva de los trabajadores con el fin de reducir costos.

Función objetivo:

$$\text{MIN } Z = 680x_1 + 705x_2 + 705x_3 + 705x_4 + 705x_5 + 680x_6 + 655x_7$$

Sujeto a:

Trabajadores requeridos para el domingo

$$(0 \cdot X_1) + (1 \cdot X_2) + (1 \cdot x_3) + (1 \cdot x_4) + (1 \cdot x_5) + (1 \cdot x_6) + (0 \cdot x_7) \geq 18$$

Trabajadores requeridos para el lunes

$$(0 \cdot X_1) + (0 \cdot X_2) + (1 \cdot x_3) + (1 \cdot x_4) + (1 \cdot x_5) + (1 \cdot x_6) + (1 \cdot x_7) \geq 27$$

Trabajadores requeridos para el martes

$$(1 \cdot X_1) + (0 \cdot X_2) + (0 \cdot x_3) + (1 \cdot x_4) + (1 \cdot x_5) + (1 \cdot x_6) + (1 \cdot x_7) \geq 22$$

Trabajadores requeridos para el miércoles

$$(1 \cdot X_1) + (1 \cdot X_2) + (0 \cdot x_3) + (0 \cdot x_4) + (1 \cdot x_5) + (1 \cdot x_6) + (1 \cdot x_7) \geq 26$$

Trabajadores requeridos para el jueves

$$(1 \cdot X_1) + (1 \cdot X_2) + (1 \cdot x_3) + (0 \cdot x_4) + (0 \cdot x_5) + (1 \cdot x_6) + (1 \cdot x_7) \geq 25$$

Trabajadores requeridos para el viernes

$$(1 \cdot X_1) + (1 \cdot X_2) + (1 \cdot x_3) + (1 \cdot x_4) + (0 \cdot x_5) + (0 \cdot x_6) + (1 \cdot x_7) \geq 21$$

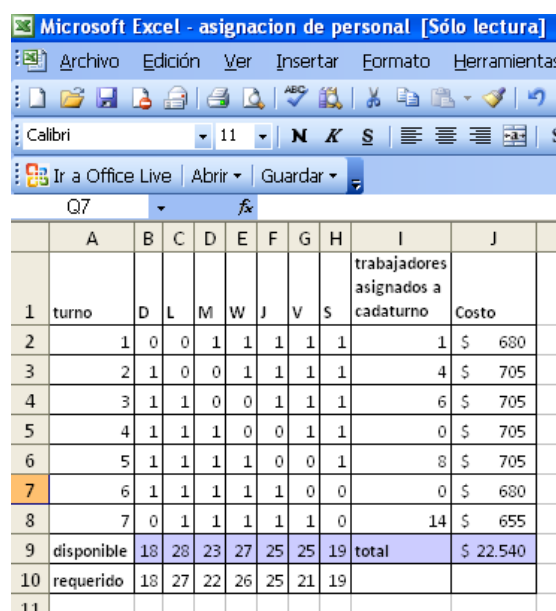
Trabajadores requeridos para el sábado

$$(1 \cdot X_1) + (1 \cdot X_2) + (1 \cdot x_3) + (1 \cdot x_4) + (1 \cdot x_5) + (0 \cdot x_6) + (0 \cdot x_7) \geq 19$$

$$X_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7 \geq 0$$

Todas las X_i deben ser enteras.

Analizando el problema con Solver se obtuvo el siguiente resultado:



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	turno	D	L	M	W	J	V	S	trabajadores asignados a cadaturno	Costo
2	1	0	0	1	1	1	1	1	1	\$ 680
3	2	1	0	0	1	1	1	1	4	\$ 705
4	3	1	1	0	0	1	1	1	6	\$ 705
5	4	1	1	1	0	0	1	1	0	\$ 705
6	5	1	1	1	1	0	0	1	8	\$ 705
7	6	1	1	1	1	1	0	0	0	\$ 680
8	7	0	1	1	1	1	1	0	14	\$ 655
9	disponible	18	28	23	27	25	25	19	total	\$ 22.540
10	requerido	18	27	22	26	25	21	19		
11										

Imagen 1. Asignación de personal solver. Fuente propia

En la imagen 1 se puede observar la asignación de personal de cada turno durante todos los días de la semana, con 0 representando que no fue asignado personal para el día, y 1 que si se asigna personal para el día de la semana.

Con esta asignación se llega a la solución óptima, mostrando que el costo mínimo alcanzado es de \$22540.

Al analizar el problema con Winqsb se obtiene el siguiente resultado:

Iteration 33						
05-11-2010 10:45:48	Decision Variable	Lower Bound	Upper Bound	Solution Value	Variable Type	Status
1	X1	0	5,0000	5,0000	Integer	Yes
2	X2	0	0	0	Integer	Yes
3	X3	0	6,0000	6,0000	Integer	Yes
4	X4	0	M	0	Integer	Yes
5	X5	0	M	8,0000	Integer	Yes
6	X6	0	M	4,0000	Integer	Yes
7	X7	0	M	10,0000	Integer	Yes
Current		OBJ(Minimize) = 22.540,0000 >= ZU = 22.540,0000 Not better!!				

Imagen 2. Ultima iteración (33) Winqsb. Fuente propia

Al solucionar el problema usando Winqsb se debe hacer iteración a iteración para observar el desarrollo del problema hasta llegar a la solución óptima, en este caso específico se necesitaron 33 iteraciones para encontrar el valor que minimiza los costos.

10:37:08				Tuesday	May	11	2010
	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status	
1	X1	5,0000	680,0000	3,400,0000	655,0000	at bound	
2	X2	1,0000	705,0000	705,0000	655,0000	at bound	
3	X3	5,0000	705,0000	3,525,0000	0	basic	
4	X4	0	705,0000	0	0	basic	
5	X5	8,0000	705,0000	5,640,0000	0	basic	
6	X6	4,0000	680,0000	2,720,0000	0	basic	
7	X7	10,0000	655,0000	6,550,0000	0	basic	
Objective		Function	(Min.) =	22,540,0000			
Constraint		Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price	
1	C1	18,0000	>=	18,0000	0	25,0000	
2	C2	27,0000	>=	27,0000	0	655,0000	
3	C3	27,0000	>=	22,0000	5,0000	0	
4	C4	28,0000	>=	26,0000	2,0000	0	
5	C5	25,0000	>=	25,0000	0	0	
6	C6	21,0000	>=	21,0000	0	0	
7	C7	19,0000	>=	19,0000	0	25,0000	

Imagen 3. Solución final Winqsb. Fuente propia

La asignación óptima del personal requiere 5 personas en el turno 1, 1 persona en el turno 2, 5 personas en el turno 3, 0 personas en el turno 4, 8 personas en el turno 5, 4 personas en el turno 6, y 10 personas en el turno 7; reduciendo los costos a \$22540

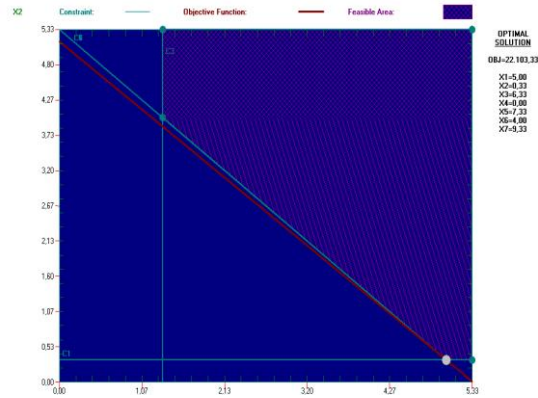


Imagen 4. Solución grafica Winqsb. Fuente propia

La imagen 4 muestra la región factible en la cual se encuentra el punto óptimo que minimiza los costos.

Posteriormente se utilizó Lingo para analizar el problema de asignación de personal y se obtuvo el siguiente resultado:

```
!Costos a Minimizar;
MIN= (680*x1)+(705*x2)+(705*x3)+(705*x4)+(705*x5)+(680*x6)+(655*x7);
!sujeto a;
!Trabajadores requeridos para el domingo;
(0*x1)+(1*x2)+(1*x3)+(1*x4)+(1*x5)+(1*x6)+(0*x7)>=18;
!Trabajadores requeridos para el lunes;
(0*x1)+(0*x2)+(1*x3)+(1*x4)+(1*x5)+(1*x6)+(1*x7)>=27;
!Trabajadores requeridos para el martes;
(1*x1)+(0*x2)+(0*x3)+(1*x4)+(1*x5)+(1*x6)+(1*x7)>=22;
!Trabajadores requeridos para el miercoles;
(1*x1)+(1*x2)+(0*x3)+(0*x4)+(1*x5)+(1*x6)+(1*x7)>=26;
!Trabajadores requeridos para el jueves;
(1*x1)+(1*x2)+(1*x3)+(0*x4)+(0*x5)+(1*x6)+(1*x7)>=25;
!Trabajadores requeridos para el viernes;
(1*x1)+(1*x2)+(1*x3)+(1*x4)+(0*x5)+(0*x6)+(1*x7)>=21;
!Trabajadores requeridos para el sabado;
(1*x1)+(1*x2)+(1*x3)+(1*x4)+(1*x5)+(0*x6)+(0*x7)>=19;

@gin(x1);
@gin(x2);
@gin(x3);
@gin(x4);
@gin(x5);
@gin(x6);
@gin(x7);
```

Imagen 5. Planteamiento problema Lingo. Fuente propia

Solution Report - asignacion personal entetro		
Global optimal solution found.		
Objective value:		22540.00
Objective bound:		22540.00
Infeasibilities:		0.000000
Extended solver steps:		0
Total solver iterations:		66
Variable	Value	Reduced Cost
X1	2.000000	680.0000
X2	4.000000	705.0000
X3	6.000000	705.0000
X4	0.000000	705.0000
X5	7.000000	705.0000
X6	1.000000	680.0000
X7	13.000000	655.0000
Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	22540.00	-1.000000
2	0.000000	0.000000
3	0.000000	0.000000
4	1.000000	0.000000
5	1.000000	0.000000
6	1.000000	0.000000
7	4.000000	0.000000
8	0.000000	0.000000

Imagen 6. Solución optima Lingo. Fuente propia

Con esta herramienta se llego a la solución óptima de una manera rápida, encontrando que el valor mínimo que alcanzan los costos es de \$22540

Cuando se presenta un problema de inversión de capital pueden ocurrir varios casos, en el siguiente ejemplo se quiere determinar cuál de los proyectos de inversión se debe seleccionar para alcanzar el máximo VPN.

La compañía recibió 18 propuestas de ingenieros e identifico 6 proyectos potenciales, sin embargo la compañía no tiene los fondos suficientes para llevar a cabo los 6 proyectos es por esto que debe escoger aquellos proyectos que le generen la máxima utilidad.

Función objetivo:

MAX

$$Z=141X_1+187X_2+121X_3+83X_4+ 265X_5+127X_6$$

Sujeto a:

CAPITAL DE INVERSION AÑO 1

$$(75*X_1)+ (90*X_2)+ (60*X_3)+ (30*X_4)+ (100*X_5)+ (50*X_6) \leq 250$$

CAPITAL DE INVERSION AÑO 2

$$(25*X_1)+ (35*X_2)+ (15*X_3)+ (20*X_4)+ (25*X_5)+ (20*X_6) \leq 75$$

CAPITAL DE INVERSION AÑO 3

$$(20 \cdot X_1) + (0 \cdot X_2) + (15 \cdot X_3) + (10 \cdot X_4) + (20 \cdot X_5) + (10 \cdot X_6) \leq 50$$

CAPITAL DE INVERSION AÑO 4

$$(15 \cdot X_1) + (0 \cdot X_2) + (15 \cdot X_3) + (5 \cdot X_4) + (20 \cdot X_5) + (30 \cdot X_6) \leq 50$$

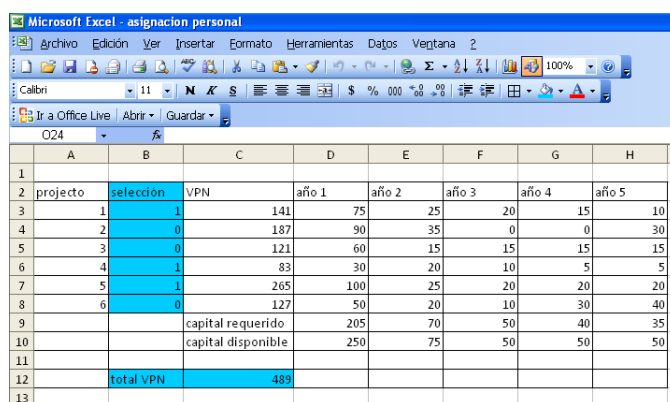
CAPITAL DE INVERSION AÑO 5

$$(10 \cdot X_1) + (30 \cdot X_2) + (15 \cdot X_3) + (5 \cdot X_4) + (20 \cdot X_5) + (40 \cdot X_6) \leq 50$$

$X_i = 1$ si el proyecto es seleccionado

$X_i = 0$ si el proyecto no es seleccionado

Analizando el problema con solver se obtuvo el siguiente resultado:



	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2	proyecto	seleccion	VPN	año 1	año 2	año 3	año 4	año 5
3	1	1	141	75	25	20	15	10
4	2	0	187	90	35	0	0	30
5	3	0	121	60	15	15	15	15
6	4	1	83	30	20	10	5	5
7	5	1	265	100	25	20	20	20
8	6	0	127	50	20	10	30	40
9			capital requerido	205	70	50	40	35
10			capital disponible	250	75	50	50	50
11								
12		total VPN	489					
13								

Imagen 7. Inversión de capital Solver.

Fuente propia.

Los proyectos en los cuales invertiría la compañía serían el 1, 4, 5 para alcanzar un valor presente neto de \$489.

Al escoger estos proyectos de inversión se requiere menos capital del que se dispone generando una utilidad máxima.

Cuando se analiza el problema con Winqsb se obtiene el siguiente resultado:

Variable →	X1	X2	X3	X4	X5	X6	Direction	R. H. S.
Maximize	141	187	121	83	265	127		
C1	75	90	60	30	100	50	<=	250
C2	25	35	15	20	25	20	<=	75
C3	20	0	15	10	20	10	<=	50
C4	15	0	15	5	20	30	<=	50
C5	10	30	15	5	20	40	<=	50
LowerBound	0	0	0	0	0	0		
UpperBound	1	1	1	1	1	1		
VariableType	Binary	Binary	Binary	Binary	Binary	Binary		

Imagen 8. Planteamiento problema Winqsb.
Fuente propia.

	19:21:15		Wednesday	May	19	2010
	Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status
1	X1	1,0000	141,0000	141,0000	141,0000	at bound
2	X2	0	187,0000	0	187,0000	at bound
3	X3	0	121,0000	0	-77,7500	at bound
4	X4	1,0000	83,0000	83,0000	83,0000	at bound
5	X5	1,0000	265,0000	265,0000	0	basic
6	X6	0	127,0000	0	-5,5000	at bound
	Objective Function		(Max.) =	489,0000		
	Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price
1	C1	205,0000	<=	250,0000	45,0000	0
2	C2	70,0000	<=	75,0000	5,0000	0
3	C3	50,0000	<=	50,0000	0	13,2500
4	C4	40,0000	<=	50,0000	10,0000	0
5	C5	35,0000	<=	50,0000	15,0000	0

Imagen 9. Solución final Winqsb. Fuente propia

Con esta herramienta se encontró que en los proyectos en los cuales se debe invertir son el 1, 4,5 obteniendo una utilidad máxima de \$489.

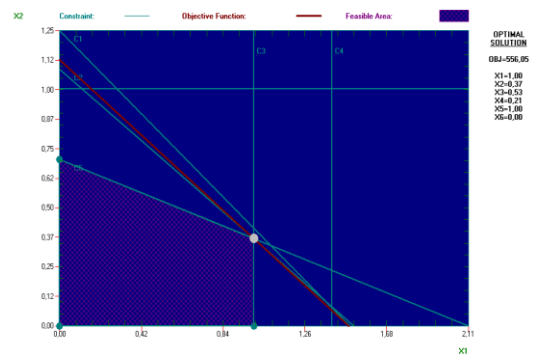


Imagen 10. Solución Grafica Winqsb. Fuente propia

La imagen 10 muestra la región factible en la cual se encuentra el punto óptimo que maximiza la utilidad.

Cuando se utiliza Lingo se obtiene el siguiente resultado:

```
!FUNCION OBJETIVO QUE MAXIMIZA LA INVERSION;
MAX= (141*X1)+(187*X2)+(121*X3)+(83*X4)+(265*X5)+(127*X6);
!SUJETO A;
!CAPITAL DE INVERSION AÑO 1;
(75*X1)+(90*X2)+(60*X3)+(30*X4)+(100*X5)+(50*X6)<=250;
!CAPITAL DE INVERSION AÑO 2;
(25*X1)+(35*X2)+(15*X3)+(20*X4)+(25*X5)+(20*X6)<=75;
!CAPITAL DE INVERSION AÑO 3;
(20*X1)+(0*X2)+(15*X3)+(10*X4)+(20*X5)+(10*X6)<=50;
!CAPITAL DE INVERSION AÑO 4;
(15*X1)+(0*X2)+(15*X3)+(5*X4)+(20*X5)+(30*X6)<=50;
!CAPITAL DE INVERSION AÑO 5;
(10*X1)+(30*X2)+(15*X3)+(5*X4)+(20*X5)+(40*X6)<=50;
@BIN (X1);
@BIN (X2);
@BIN (X3);
@BIN (X4);
@BIN (X5);
@BIN (X6);
```

Imagen 11. Planteamiento problema Lingo. Fuente propia

Para obtener la solución de este tipo de problemas se hace necesario definir las variables como binarias y esto se logra dando la connotación “@BIN” a cada variable de decisión.

Global optimal solution found.		
Objective value:		489.0000
Objective bound:		489.0000
Infeasibilities:		0.000000
Extended solver steps:		0
Total solver iterations:		33

Variable	Value	Reduced Cost
X1	1.000000	-141.0000
X2	0.000000	-187.0000
X3	0.000000	-121.0000
X4	1.000000	-83.00000
X5	1.000000	-265.0000
X6	0.000000	-127.0000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	489.0000	1.000000
2	45.00000	0.000000
3	5.000000	0.000000
4	0.000000	0.000000
5	10.00000	0.000000
6	15.00000	0.000000

Imagen12. Solución optima Lingo. Fuente propia

La solución optima para este ejercicio de inversión de capital es tomar los proyectos 1, 4,5 obteniendo una utilidad máxima de \$489.

Otro tipo de problemas de programación lineal entera se pueden resolver por el método de la gran M, facilitando llegar a la solución cuando se trabaja con cantidades colosales.

En el siguiente problema se pretende encontrar el número de unidades a producir teniendo restricciones de capacidad

Función objetivo:

$$\text{MAX} = (48 \cdot x_1) + (55 \cdot x_2) + (50 \cdot x_3) - (1000 \cdot Y_1) - (800 \cdot Y_2) - (900 \cdot Y_3)$$

Sujeto a:

Restricción de Producción

$$(2 \cdot x_1) + (3 \cdot x_2) + (6 \cdot x_3) \leq 600;$$

Restricción de Molienda

$$(6 \cdot x_1) + (3 \cdot x_2) + (4 \cdot x_3) \leq 300;$$

Restricción de Ensamblado

$$(5 \cdot x_1) + (6 \cdot x_2) + (2 \cdot x_3) \leq 400;$$

Restricciones de Enlace

$$(x_1) - (50 \cdot Y_1) \leq 0;$$

$$(x_2) - (67 \cdot Y_2) \leq 0;$$

$$(x_3) - (75 \cdot Y_3) \leq 0;$$

Yi deben ser binarias.

$$X_i \geq 0, i=1,2,3$$

Analizando el problema con solver se obtuvo el siguiente resultado:

A	B	C	D	E	F	G
	Producto 1	Producto 2	Producto 3			
Unidades a producir	0	56	32			
Costo unitario	48	55	50			
Costo	1000	800	900	Total	2980	
Recursos	Horas requeridas			Usado	Disponible	
Producción	2	3	6	360	600	
Molienda		6	3	4	296	
Ensamble		5	6	2	400	
Variables binarias	1,6222E-12	1	1			
Restricciones de enlace	-9,1108E-11	-10,6666667	-43			

Imagen 13.Gran M Solver.

Fuente propia

La planeación de la producción óptima se da al producir 0 unidades del producto 1, 56 unidades del producto 2 y 32 unidades del producto 3, alcanzando una utilidad máxima de \$2980

Cuando se analiza el problema con Winqsb se obtiene el siguiente resultado:

16:02:30		Saturday	May	22	2010
Decision Variable	Solution Value	Unit Cost or Profit c(j)	Total Contribution	Reduced Cost	Basis Status
1 X1	0	48,0000	0	-77,0000	at bound
2 X2	56,0000	55,0000	3,080,0000	-95,0000	at bound
3 X3	32,0000	50,0000	1,600,0000	0	basic
4 X4	0	-1,000,0000	0	-1,000,0000	at bound
5 X5	1,0000	-800,0000	-800,0000	-800,0000	at bound
6 X6	1,0000	-900,0000	-900,0000	-900,0000	at bound
Objective Function		(Max.) =	2,980,0000		
Constraint	Left Hand Side	Direction	Right Hand Side	Slack or Surplus	Shadow Price
1 C1	360,0000	<=	600,0000	240,0000	0
2 C2	296,0000	<=	300,0000	4,0000	0
3 C3	400,0000	<=	400,0000	0	25,0000
4 C4	0	<=	0	0	0
5 C5	-11,0000	<=	0	11,0000	0
6 C6	-43,0000	<=	0	43,0000	0

Imagen 14.Gran M Winqsb.

Fuente propia

Se deben producir 56 unidades del producto 2 y 32 unidades del producto 3, para obtener una ganancia de \$2980.

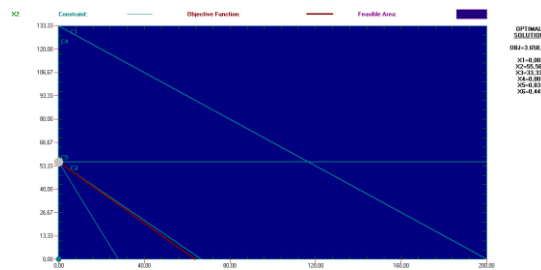


Imagen 15. Solución gráfica Gran M Winqsb.

Fuente propia.

La imagen 15 muestra la región factible en la cual se encuentra el punto óptimo que maximiza las ganancias.

En la solución grafica no se tiene en cuenta que las variables deben tomar valores enteros, por lo que la solución optima es \$3658, se debe tener en cuenta que esta no es la solución más optima del problema.

Al aplicar la herramienta Lingo se obtiene el siguiente resultado:

```
!Funcion objetivo a maximizar;
MAX=(48*x1)+(55*x2)+(50*x3)-(1000*Y1)-(800*Y2)-(900*Y3);
!sujeto a;
!restriccion de Produccion;
(2*x1)+(3*x2)+(6*x3)<=600;
!Restriccion de Molienda;
(6*x1)+(3*x2)+(4*x3)<=300;
!restriccion de Ensamblado;
(5*x1)+(6*x2)+(2*x3)<=400;
!Restricciones de Enlace;
(x1)-(50*Y1)<=0;
(x2)-(67*Y2)<=0;
(x3)-(75*Y3)<=0;
@BIN (Y1);
@BIN (Y2);
@BIN (Y3);
@GIN(x1);
@GIN(x2);
@GIN(x3);
```

Imagen 16. Planteamiento problema Lingo. Fuente propia

Para la solución del problema es necesario definir las variables binarias Yi con la connotación @BIN, Y las variables enteras Xi como @GIN.

```
Global optimal solution found.
Objective value:                2980.000
Objective bound:                2980.000
Infeasibilities:                0.000000
Extended solver steps:          0
Total solver iterations:        32
```

Variable	Value	Reduced Cost
X1	0.000000	-48.00000
X2	56.00000	-55.00000
X3	32.00000	-50.00000
Y1	0.000000	1000.000
Y2	1.000000	800.0000
Y3	1.000000	900.0000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	2980.000	1.000000
2	240.0000	0.000000
3	4.000000	0.000000
4	0.000000	0.000000
5	0.000000	0.000000
6	11.00000	0.000000
7	43.00000	0.000000

Imagen17. Solución optima Lingo. Fuente propia

Se deben producir 56 unidades del producto 2 y 32 unidades del producto 3, para obtener una ganancia óptima de \$2980.

CONCLUSIONES

Al utilizar las diferentes herramientas se encontró que las soluciones a problemas de programación lineal se dan de una manera efectiva y rápida.

Cuando se utilizó solver se encontró que ingresar los datos iniciales al sistema es fácil pero se torna arduo cuando los problemas que se presentan son muy grandes, aunque la solución que da es acertada y precisa; dependiendo del tipo de problema y número de restricciones que se tengan se aumenta la dificultad al ejecutar el programa, ya que hay que programar las celdas en Excel para que la utilización del solver sea exitosa.

Aplicando Lingo se encuentra una solución rápida y precisa, esta herramienta tiene una interfaz fácil de manejar pero la introducción del problema a esta es algo tediosa y toma mucho tiempo, además al definir el tipo de variables con las que se trabaja debe tenerse un conocimiento previo acerca del comando a utilizar,

Cabe resaltar que siendo Lingo un lenguaje de programación no se necesita un conocimiento avanzado para tener acceso a esta herramienta y poder utilizarla.

Al emplear Winqsb se encontró que es una herramienta fácil de manejar, solo basta con digitar el número de variables y restricciones, el tipo de problema se está trabajando y los datos numéricos del ejercicio para obtener la solución.

Esta herramienta cuenta con la opción de desarrollar el problema iteración a iteración, dando la posibilidad de analizar los cambios que se presentan para llegar a la solución óptima; además tiene la opción de una solución gráfica en la cual se pueden observar las restricciones y la región factible del problema a solucionar.

Cuando se trabaja programación lineal entera se facilita el proceso de solución empleando la herramienta Winqsb por la facilidad de ingreso de los datos y no solo la solución analítica que presenta sino también su solución gráfica y la posibilidad de ver iteración a iteración la evolución del problema.

Cuando se requiere de una solución inmediata WinQSB cuenta también con la opción de llegar de una forma veloz utilizando una de las opciones de la barra de herramientas obteniendo una tabla resumen de los valores que toman las variables y de la solución óptima general.

BIBLIOGRAFIA

[1] <http://es.wikipedia.org/wiki/Lingo> [Citado mayo 22 de 2010, en línea]

[2] <http://www.uv.es/martinek/material/WinQSB2.0.pdf> [Citado mayo 22 de 2010, en línea]

[3] <http://www2.ubu.es/econapli/profesores/jfalegre/archivos/textos/uso%20de%20solver.pdf>
[Citado mayo 22 de 2010, en línea]

PROGRAMACION NO LINEAL POR MEDIO DE SOLVER Y LINGO

Andrés Álzate Ríos

Mónica Ángel Pineda

Docente: Javier Darío Fernández Ledesma

Área: Optimización

RESUMEN

A la hora de formular un problema de programación no lineal virtualmente se da el mismo proceso que un problema de programación lineal. En ambos casos se debe identificar la variable, sin embargo los procedimientos matemáticos en ambos casos son muy diferentes y es de vital importancia entender cuáles son las diferencias para poder entender las dificultades que se pueden encontrar a la hora de resolver problemas de programación no lineal.

Existen diferentes herramientas para resolver problemas de programación no lineal, cada una lleva un proceso determinado, con opciones y requerimientos distintos. Excel y Lingo son dos opciones que son de gran utilidad en este tipo de problemas, sin embargo es indispensable asegurarse que los datos con que se cuenta y los tipos de resultados o informes de los que precisamos, para tomar una decisión respecto a cuál es el más adecuado. Excel es una herramienta familiar y muy optima cuando se trata de problemas sin muchas restricciones y sin necesidad de un análisis demasiado profundo, pero cuando se trata de problemas complejos con varias restricciones lingo será una mejor opción.

INTRODUCCION

Hoy en día el uso de funciones lineales es bastante apropiado para tomar decisiones en diferentes problemas de optimización, sin embargo constantemente nos encontramos con problemas con una función objetivo y restricciones que no pueden ser modelados adecuadamente, estos problemas son llamados problemas de programación no lineal. Este tipo de problemas de problemas se puede resolver mediante diferentes procedimientos, por lo que por medio de este trabajo se darán a conocer algunos para que así se cuenten con diferentes opciones de acuerdo a los requerimientos que plantea el problema.

OBJETIVO GENERAL

Entender el concepto de programación no lineal y realizar una comparación entre algunas herramientas para su resolución.

MARCO TEORICO

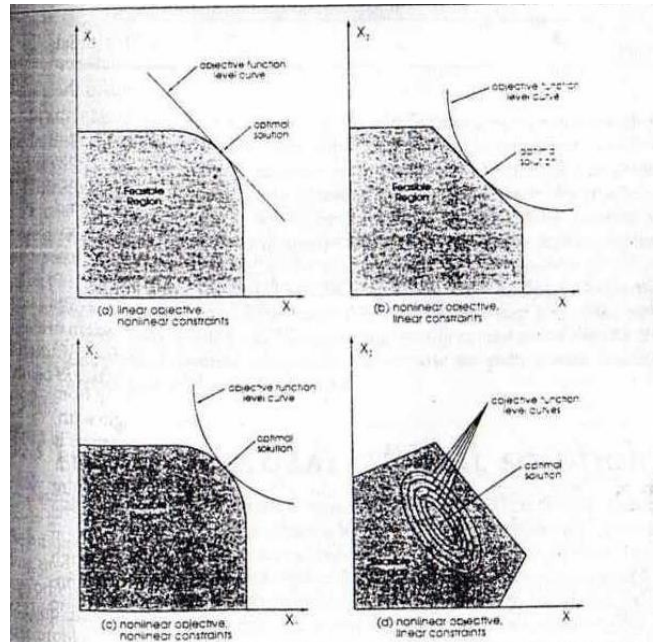
Naturaleza de programación de problema no lineales

En la siguiente figura se puede observar que en la grafica (a) se presenta un problema con una función objetivo lineal y una región factible no lineal. Teniendo en cuenta que las líneas límite de la región factible no son rectas, se puede deducir que al menos una de las restricciones en este problema debe ser no lineal, esta curva que se presenta hace que la única solución óptima no se encuentre en un punto de una esquina de la región factible.

En la segunda grafica (b), se muestra un problema con una función objetivo no lineal y con restricciones lineales. Debido a la naturaleza de la función objetivo, las curvas de nivel asociadas con el objetivo también son no lineales, por lo que en el grafico se puede observar que las FO no lineales pueden causar que una solución optima a un problema de programación no lineal ocurra en un punto que no es la esquina de la región factible aunque todas las restricciones sean lineales.

En el tercer grafico (c), se muestra un problema con una FO y restricciones no lineales y se observa otra vez que la solución óptima a este problema de programación no lineal ocurre en una solución que no es el punto de la esquina de una solución factible.

Finalmente en el cuarto grafico (d), se observa otro problema con FO no lineal y restricciones lineales. La solución óptima de este problema ocurre en un punto en el interior de la región factible.



Los anteriores gráficos ilustran la mayor diferencia entre problemas de programación lineal y no lineal. Una solución optima de un problema lineal, siempre ocurre en los puntos de la esquina de su región óptima, pero esto no se aplica a problemas de programación no lineal. La solución optima a problemas no lineales pueden no ocurrir en el límite de la región factible, por lo que la estrategia de

búsqueda de los puntos de la esquina de la región factible utilizado por el método simplex para resolver problemas lineales no funcionara para programación de problemas no lineales, por esta razón es necesario acudir a otra estrategia como GENERALIZED REDUCE GRADIENT (GRG).

METODOLOGIA

Se resolverán problemas de programación no lineal clásicos como el de la localización y problemas financieros por medio de dos herramientas para este fin, solver y LINGO, se analizarán las ventajas y desventajas de cada una de ellas.

DESARROLLO Y DISCUSION

Problema de localización-EXCEL

Se resolverá un NLP en la herramienta de Excel (Solver), explicando los pasos más relevantes, a continuación el enunciado del problema.

Una compañía eléctrica desea ubicar una nueva torre en determinada área, la idea es que esté lo más cerca posible de las ya existentes y que no se encuentre a más de 40 millas de cada una de ellas.

Como datos solo se tienen las coordenadas X y Y de cada torre, así:

TORRE	X	Y
Cleveland	5	45
Akron	12	21
Youngstown	52	21
Canton	17	5

Para la solución, se debe tener presente la ecuación que representa la distancia entre dos puntos de un plano cartesiano

$$d = \sqrt{(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2} \quad (\text{Ec 1})$$

Se procede al planteamiento de la función objetivo y sus restricciones

Minimizar:

$$\sqrt{(5 - X)^2 + (45 - Y)^2} + \sqrt{(12 - X)^2 + (21 - Y)^2} + \sqrt{(52 - X)^2 + (21 - Y)^2} + \sqrt{(17 - X)^2 + (5 - Y)^2}$$

Sujeto a:

$$\sqrt{(5 - X)^2 + (45 - Y)^2} \leq 40$$

$$\sqrt{(12 - X)^2 + (21 - Y)^2} \leq 40$$

$$\sqrt{(52 - X)^2 + (21 - Y)^2} \leq 40$$

$$\sqrt{(17 - X)^2 + (5 - Y)^2} \leq 40$$

Donde $X, Y \geq 0$

X: Representa la coordenada en X de la nueva torre

Y: Representa la coordenada en Y de la nueva torre

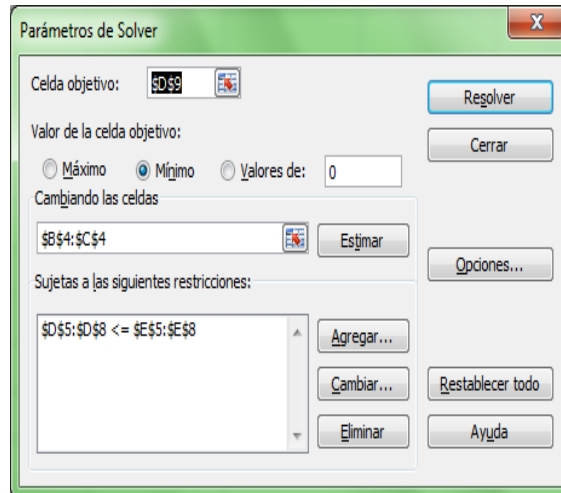
Para resolver este problema por medio de solver se hace necesario traducir la función objetivo y las restricciones a relaciones entre celdas en Excel de la siguiente forma:

	A	B	C	D	E
1					
2					
3	TORRE	X	Y	Distancia	Maxima
4	Nueva	0	0	a la Nueva	permitida
5	Cleveland	5	45	=RAIZ((B5-\$B\$4)^2+(C5-\$C\$4)^2)	40
6	Akron	12	21	=RAIZ((B6-\$B\$4)^2+(C6-\$C\$4)^2)	40
7	Youngstown	52	21	=RAIZ((B7-\$B\$4)^2+(C7-\$C\$4)^2)	40
8	Canton	17	5	=RAIZ((B8-\$B\$4)^2+(C8-\$C\$4)^2)	40
9			Total	=SUMA(D5:D8)	

Grafico 1. Problema de localización- formulas.

De la celda D5 hasta la D8 están las distancias de cada una de las torres con respecto a la torre Nueva; allí se aplicó la fórmula de la ecuación 1 mostrada anteriormente; así que la matriz D5:E8 ayudará a construir las restricciones y la celda D9 es la función objetivo, la cual se minimizará, todo está en términos de las celdas B4 y C4 las cuales representan los valores a hallar, es decir las coordenadas de la torre Nueva (están en 0 porque a partir de este valor empezará la iteración).

El siguiente paso es abrir la ventana de solver y asignar la función objetivo y las restricciones.



Grafica 2- Solver-localización

El resultado se puede observar en la hoja de cálculo en las celdas B4 y C4

	A	B	C	D	E
1					
2					
3	TORRE	X	Y	Distancia	Maxima
4	Nueva	12	21	a la Nueva	permitida
5	Cleveland	5	45	25,05674523	40
6	Akron	12	21	0,200027249	40
7	Youngstown	52	21	39,79997275	40
8	Canton	17	5	16,7044808	40
9			Total	81,76122604	
10					

Grafica 3. Resultado final – localización

Además la herramienta cuenta con la opción de realizar informes adicionales como de límites y sensibilidad, esto se puede realizar luego de hacer clic en el botón resolver de la grafica 2. Estos informes quedan resueltos en hojas a partes.

Microsoft Excel 12.0 Informe de sensibilidad
 Hoja de cálculo: [EOQ.xlsx]Locaciones
 Informe creado: 19/05/2010 8:50:05

Celdas cambiantes

Celda	Nombre	Valor Igual	Gradiente reducido
\$B\$4	Nueva X	12,20002725	0
\$C\$4	Nueva Y	20,99999814	0

Restricciones

Celda	Nombre	Valor Igual	Multiplicador de Lagrange
\$D\$5	Cleveland a la Nueva	25,05674523	0
\$D\$6	Akron a la Nueva	0,200027249	0
\$D\$7	Youngstown a la Nueva	39,79997275	0
\$D\$8	Canton a la Nueva	16,7044808	0

Grafica 4. Informe sensibilidad-locación

Además si se requiere se pueden cambiar algunas opciones, tales como modificar el tiempo máximo, el número de iteraciones, la precisión del modelo, la convergencia y se puede elegir entre el método de la tangente y la cuadrática para realizar los cálculos.

Problema financiero-EXCEL

El problema consiste en hallar la tasa mínima a la cual año tras año se pueda pagar una prima, tal como muestra la tabla.

año	prima
1	423
2	457
3	489
4	516
5	530
6	558
7	595
8	618
9	660

10	716
----	-----

Además se tiene que el impuesto anual es de 28% sobre las ganancias y que la cantidad inicial invertida son 600.

Ahora plasmando la información anterior a la herramienta de Excel se tiene lo siguiente.

	A	B	C
1			
2			
3		cantidad invertida	6000
4		impuesto	0,28
5		retorno nominal trimestral	
6			
7	año	balance inicial	ganancias
8	1	=C3	=B8*(1+\$C\$5/4)^4-B8
9	2	=F8	=B9*(1+\$C\$5/4)^4-B9
10	3	=F9	=B10*(1+\$C\$5/4)^4-B10
11	4	=F10	=B11*(1+\$C\$5/4)^4-B11
12	5	=F11	=B12*(1+\$C\$5/4)^4-B12
13	6	=F12	=B13*(1+\$C\$5/4)^4-B13
14	7	=F13	=B14*(1+\$C\$5/4)^4-B14
15	8	=F14	=B15*(1+\$C\$5/4)^4-B15
16	9	=F15	=B16*(1+\$C\$5/4)^4-B16
17	10	=F16	=B17*(1+\$C\$5/4)^4-B17

Grafica 5. Financiero-formulas

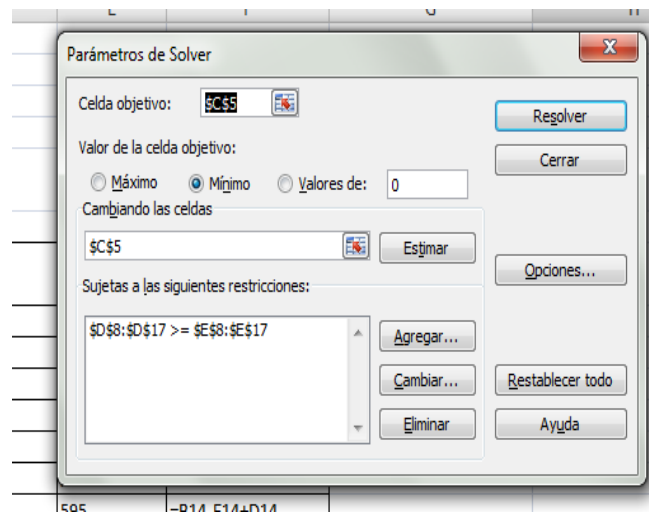
En la columna 4 se paso la tasa nominal a efectiva anual y se multiplicó a la cantidad invertida y se tiene en cuenta solo la ganancia, la cantidad inicial de un año es la final del anterior.

D	E	F
ganancias despues de impuestos	prima	balance final
$=(1-SC\$4)*C8$	423	$=B8-E8+D8$
$=(1-SC\$4)*C9$	457	$=B9-E9+D9$
$=(1-SC\$4)*C10$	489	$=B10-E10+D10$
$=(1-SC\$4)*C11$	516	$=B11-E11+D11$
$=(1-SC\$4)*C12$	530	$=B12-E12+D12$
$=(1-SC\$4)*C13$	558	$=B13-E13+D13$
$=(1-SC\$4)*C14$	595	$=B14-E14+D14$
$=(1-SC\$4)*C15$	618	$=B15-E15+D15$
$=(1-SC\$4)*C16$	660	$=B16-E16+D16$
$=(1-SC\$4)*C17$	716	$=B17-E17+D17$

Grafica 6. Financiero-formulas 2

En la columna D se le resta el 28% a las ganancias y en la columna F se pone el saldo final teniendo en cuenta que se debe pagar la prima.

Ahora, para resolver el problema por medio de solver se hace lo siguiente, como muestra la grafica



Grafica 7. Solver- problema financiero.

Los resultados se pueden visualizar así en la siguiente grafica.

	A	B	C	D	E	F
1						
2						
3		cantidad	6000			
4		impuest	28%			
5		retorno nominal	13%			
6						
	año	balance inicial	ganancias	ganancias despues de impuestos	prima	balance final
8	1	6000	837,8	603,2	423,0	6180,2
9	2	6180,208	863,0	621,3	457,0	6344,5
10	3	6344,534	885,9	637,8	489,0	6493,4
11	4	6493,379	906,7	652,8	516,0	6630,2
12	5	6630,189	925,8	666,6	530,0	6766,8
13	6	6766,753	944,9	680,3	558,0	6889,0
14	7	6889,047	961,9	692,6	595,0	6986,6
15	8	6986,635	975,6	702,4	618,0	7071,0
16	9	7071,035	987,3	710,9	660,0	7121,9
17	10	7121,919	994,4	716,0	716,0	7121,9

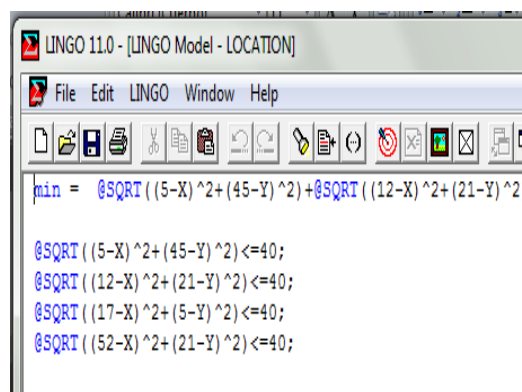
Grafica 8. Solución-problema financiero

Así la tasa mínima a que este proyecto es rentable es del 13% nominal trimestral y los flujos de caja de cada año se muestran en la grafica.

Problema de localización-LINGO

El planteamiento del problema es el mismo que el anterior, lo único que cambia es la herramienta por medio de la cual se resolverá el problema.

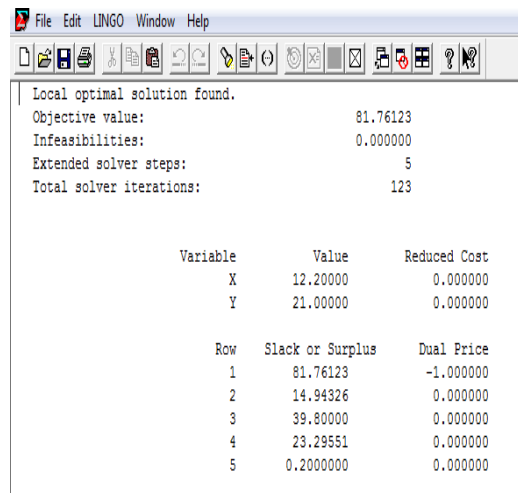
En lingo es más sencillo plasmar el problema, ya que solo basta escribir su planteamiento en el layout del programa teniendo en cuenta el lenguaje propio del programa, el cual es simple.



Grafica 9. Localización-lingo

El primer renglón está incompleto y falta parte de la función objetivo, sin embargo lo mostrado es suficiente para entender cómo se ingresan los problemas a este programa, todos los renglones deben finalizar con “;”.

Para ver la solución se hace clic en el menú de arriba LINGO-solve y a continuación aparece información general del problema como el tiempo de demora, el número de restricciones, la memoria usada, etc., se hace clic en el cuadro close y se pueden ver los resultados así:



Variable	Value	Reduced Cost
X	12.20000	0.000000
Y	21.00000	0.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	81.76123	-1.000000
2	14.94326	0.000000
3	39.80000	0.000000
4	23.29551	0.000000
5	0.2000000	0.000000

Grafica 10- Resultados localización LINGO

Los resultados arrojados son los mismos hallados anteriormente por medio de solver, pero además por medio del menú LINGO- solution se puede ver la solución grafica y además se problema dual.

Para problemas no lineales cuyas funciones objetivo o restricciones tengan una forma poco usual, LINGO, por medio del menú Edit- Paste Function se pueden ingresar numerosas funciones internas del programa como matemáticas, financieras, de probabilidad, etc. y además trae la opción de programar sus propios algoritmos y también extraer datos externos de otros programas, como por ejemplo bases de datos.

CONCLUSION

Si se posee un problema de optimización donde la función objetivo sea relativamente sencilla al igual que sus restricciones de tal forma que no haya mayor problema de “ plasmarlas” en Excel , donde no se cuenten con muchas restricciones ni variables, no se haga indispensable análisis de dualidad, ni análisis grafico, la mejor herramienta para resolverlo es por medio de solver ya que es un lenguaje muy familiar en todo el entorno industrial y es fácil de interpretar, por otro lado si se trata de problemas complejos con funciones mas no tan familiares y donde el tiempo, la precisión y la eficiencia sea un factor indispensable para resolver el modelo ,o sencillamente plasmar las ecuaciones en Excel es sumamente dispendioso, LINGO es la herramienta más adecuada para ello.

BIBLIOGRAFIA

Cliff T. Ragsdale. Modeling and Solving LP Problems in a Spreadsheet. 2007 Applications. Spreadsheet modeling & decision analysis. A practical introduction to management science. Quinta Edición.

MODELACIÓN Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE PL MEDIANTE SOLVER Y LINGO

David Tabares Moreno

Lorena Ramos Pacheco

Docente: Javier Darío Fernández Ledesma

Área: Optimización

RESUMEN

La implementación de software que simplifique la obtención de soluciones óptimas para problemas de programación lineal, resulta ser beneficioso a la hora de tomar decisiones acertadas dentro de una empresa garantizando el cumplimiento de objetivos planteados y la cercanía de los datos obtenidos a la realidad.

En este artículo se explica la modelación y solución de problemas de programación lineal aplicables a distintos contextos dentro de la industria. Se desarrollaron tres ejemplos de problemas, a los cuales se les ha dado solución a través de las herramientas Solver y Lingo, y se analizó la veracidad de los resultados obtenidos para generar conclusiones sobre lo modelado.

INTRODUCCIÓN

Son muchas las incertidumbres presentes dentro de las empresas las cuales tienen como posible solución, la creación de un modelo de programación lineal donde se definan las variables involucradas, sus relaciones y objetivo final.

Dentro de un modelo de **Programación Lineal (PL)** se considera que las variables de decisión presentan un comportamiento lineal en la función objetivo y en las restricciones del problema.

La programación lineal debido a su simplicidad, se ha convertido en una de las herramientas más utilizadas en la Investigación Operativa debido a que por su naturaleza se facilitan los cálculos y en general permite una buena aproximación de la realidad.

Para simplificar el desarrollo de estos problemas es ventajoso el uso de herramientas o software que proporcionen resultados acertados luego del planteamiento.

Una de las herramientas útiles para la solución de este tipo de problemas es LINGO: (LINEar Generalize Optimizer) cuyo resultados proporcionan datos exactos de optimización tales como la ganancia más alta, o el costo más bajo. Igualmente, con este software es posible trabajar problemas lineales y no lineales, incrementando así los beneficios que brinda, además de expresar un lenguaje muy similar a la notación matemática, lo cual facilita su implementación e interpretación.

Igualmente, gracias a su simplicidad y acertamiento en la entrega de datos, se emplea la herramienta Solver de Excel para modelar y solucionar los problemas presentados a continuación.

MODELACIÓN Y SOLUCIÓN

Un problema de escasez de recursos: Fabricar vs Comprar.

Muchas de las empresas deben tomar decisiones sobre la fabricación o compra de sus productos debido a múltiples razones. Una de ellas es la escasez de recursos para la fabricación de dichos productos, lo cual genera problemas como disminución de la productividad, pérdida de mercado, ineficiencia, entre otros. Se trabajó un caso hipotético donde la escasez de recursos de materia prima de una compañía fabricante de anillos deslizadores², estableció la necesidad de fabricar los productos con la capacidad que poseía de la empresa y de decidir las cantidades óptimas de anillos faltantes que se deberían comprar de manera que se cumplan los requerimientos del cliente al mínimo costo posible.

El problema consiste en una empresa líder a nivel mundial llamada Electro-Poly la cual recientemente recibió una orden de US \$750.000 para distintas cantidades de tres tipos de anillos. Cada anillo requiere cierta cantidad de tiempo para fabricar su alambrado y arnés. Los datos de los requerimientos son los siguientes:

	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
Cantidad demandada	3000	2000	900
Horas alambrado	2	1.5	3
Horas arnés	1	2	1

Tabla1. Make vs. Buy Decisions. Modeling and Solving LP Problems in a Spreadsheet; Capítulo 3 pág 63.

La empresa cuenta con tiempo insuficiente para cumplir con los plazos de entrega de la orden recibida, contando con una capacidad de solamente 10.000 horas para las actividades fabricación del alambrado de los anillos y 5.000 horas para las actividades de arnés. Sin embargo, la empresa ha considerado comprar las cantidades de anillos faltantes para poder cumplir la orden establecida. En la tabla siguiente se especifican los costos.

² Un anillo deslizador es un dispositivo de acoplamiento eléctrico que permite que la corriente pase a través de una conexión giratoria.

	Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3
Costo de fabricar	\$50	\$83	\$130
Costo de comprar	\$61	\$97	\$145

Tabla2. Make vs. Buy Decisions. Modeling and Solving LP Problems in a Spreadsheet; Capítulo 3 pág 63.

Es éste un problema de programación lineal en el cual se quiere determinar el número de anillos que se deben fabricar y el número de anillos que se deben comprar para satisfacer la demanda, garantizando el menor costo posible.

Para dar solución al problema, en primer lugar se han planteado las siguientes variables:

F_i = Número de anillos tipo i que se fabricaran.

$i = 1, 2, 3.$

C_j = Número de anillos tipo j a comprar

$j = 1, 2, 3.$

La función objetivo se definió de la siguiente manera:

$$\text{MIN} = 50 \cdot F_1 + 83 \cdot F_2 + 130 \cdot F_3 + 61 \cdot C_1 + 97 \cdot C_2 + 145 \cdot C_3$$

Teniendo en cuenta la capacidad limitada de la empresa en horas de fabricación disponibles y la demanda existente, se plantearon las siguientes restricciones:

$$2 \cdot F_1 + 1.5 \cdot F_2 + 3 \cdot F_3 \leq 10.000 \quad \text{Restricción horas de alambrado.}$$

$$1 \cdot F_1 + 2 \cdot F_2 + 1 \cdot F_3 \leq 5.000 \quad \text{Restricción horas de arnés.}$$

El total de las horas empleadas para la fabricación de alambrado y el arnés de los anillos, no debe exceder la capacidad disponible en horas, que posee la planta.

$$F_1 + C_1 = 3.000 \quad \text{Restricción de demanda anillos Tipo1.}$$

$$F_2 + C_2 = 2.000 \quad \text{Restricción de demanda anillos Tipo2.}$$

$$F_3 + C_3 = 900$$

Restricción de demanda anillos Tipo3.

La suma de los productos comprados más los fabricados debe ser tal que satisfaga la demanda, es por esto que estas sumas en cada restricción se igualan a las cantidades demandadas de cada tipo de anillo.

$F_i, C_j \geq 0$ Restricciones de no negatividad.

Se utilizó una hoja de cálculo para la solución del problema mediante Solver, de esta manera:

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2								
3								
4								
5	Número de anillos a	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3				
6	-Hacer	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00				
7	-Comprar	\$ 0.00	\$ 0.00	\$ 0.00				
8								
9	Costos							
10	-Hacer	\$ 50.00	\$ 83.00	\$ 130.00	Costo total			
11	-Comprar	\$ 61.00	\$ 97.00	\$ 145.00	\$ 0.00			
12								
13	# disponible	0	0	0				
14	# necesitados	3000	2000	900				
15								
16	Horas requeridas				Usado	Disponible		
17	Alambrado	2	1.5	3	0	10000		
18	Arnés	1	2	1	0	5000		
19								
20								

**Figura 1. Hoja de Cálculo,
Análisis de comprar o fabricar a través de Solver**

Luego, al correr el modelo con Solver, se obtuvo la siguiente solución:

	A	B	C	D	E	F	G	H
1								
2								
3								
4								
5	Número de anillos a	Modelo 1	Modelo 2	Modelo 3				
6	-Hacer	\$ 3,000.00	\$ 550.00	\$ 900.00				
7	-Comprar	\$ 0.00	\$ 1,450.00	\$ 0.00				
8								
9	Costos							
10	-Hacer	\$ 50.00	\$ 83.00	\$ 130.00	Costo total			
11	-Comprar	\$ 61.00	\$ 97.00	\$ 145.00	\$ 453,300.00			
12								
13	# disponible	3000	2000	900				
14	# necesitados	3000	2000	900				
15								
16	Horas requeridas				Usado	Disponible		
17	Alambrado	2	1.5	3	9525	10000		
18	Arnés	1	2	1	5000	5000		
19								
20								

**Figura 2. Hoja de Cálculo,
Análisis de comprar o fabricar a través de Solver**

En la solución mostrada en la Figura 2, se observa que la empresa Electro-Ply debe fabricar 3.000 anillos tipo 1, 550 anillos tipo2 y 900 anillos tipo 3. Igualmente, debe comprar sólo 1450 anillos tipo 2 para satisfacer su demanda y obtener el mínimo costo que en este caso equivale a un total de US \$ 453.300. También, en la solución se muestra las horas que se deberían emplear para la fabricación del alambrado y el arnés, siendo 9.525 y 5.000 horas, respectivamente.

En primera instancia, al observar la solución se podría afirmar que es inadecuado decir que es óptimo pagar por la compra de anillos tipo 2, cuando por éste producto se pagaría \$14 más de lo que cuesta fabricarlo; en cambio por comprar anillos tipo 1 sólo se pagarían \$11 de más. Sin embargo, es importante resaltar que la fabricación de anillos tipo 2 consume el doble de horas para la fabricación del arnés que el de tipo 1, lo cual ocasionaría incumplimiento de plazos y la empresa necesitaría entonces, comprar un número excesivo de anillos tipo 1, para satisfacer su demanda.

Finalmente, para analizar el problema mediante otro software, se empleo el programa Lingo como herramienta para resolver el problema presentado.

Se planteó de la siguiente manera:

LINGO 11.0 - Solution Report - buyvrsmakeLINGO1

File Edit LINGO Window Help

LINGO Model - buyvrsmakeLINGO1

MODEL:
 MIN = 50*M1 + 83*M2 + 130*M3 + 61*B1 + 97*B2 + 145*B3;
 2*M1 + 1.5*M2 + 3*M3 <= 10000;
 1*M1 + 2*M2 + 1*M3 <= 5000;
 1*M1 + 1*B1 = 3000;
 1*M2 + 1*B2 = 2000;
 1*M3 + 1*B3 = 900;
 END

Solution Report - buyvrsmakeLINGO1

Global optimal solution found.
 Objective value: 453300.0
 Infeasibilities: 0.000000
 Total solver iterations: 1

Variable	Value	Reduced Cost
M1	3000.000	0.000000
M2	550.0000	0.000000
M3	900.0000	0.000000
B1	0.000000	4.000000
B2	1450.000	0.000000
B3	0.000000	8.000000

Row	Slack or Surplus	Dual Price
1	453300.0	-1.000000
2	475.0000	0.000000
3	0.000000	7.000000
4	0.000000	-57.00000
5	0.000000	-97.00000
6	0.000000	-137.0000

**Figura 3. Reporte Solución,
Análisis de comprar o fabricar a través de Lingo**

Se observa que la solución arrojada por Lingo en cuanto a la función objetivo y variables, corresponde a la misma solución entregada por Solver, comprobándose así la veracidad de los resultados obtenidos.

Un Problema de Inversión

Los problemas de inversión son de gran interés y pueden ser modelados mediante varias técnicas de optimización que pueden ser aplicadas, en estas se pretende maximizar el retorno sobre la inversión teniendo en cuenta diferentes requerimientos de flujo de efectivo y restricciones del riesgo.

A continuación se presenta la solución de un problema de inversión para tomar así decisiones sobre los datos:

El problema plantea que se pretende realizar una inversión de US \$750.000 los cuales pueden ser invertidos en diferentes compañías, cada una de ellas establece su tasa de retorno anual, el plazo en el que la inversión puede ser reembolsada y los riesgos relacionados al tipo de inversión.

Depósito	Retorno	Años de maduración	Riesgo
ACME Chemical	8.65%	11	Excelente
Dyna Star	9.50%	10	Bueno
Eagle Vision	10.00%	6	Aceptable
MicroModeling	8.75%	10	Excelente
OptiPro	9.25%	7	Bueno
Sabre Systems	9.00%	13	Muy Bueno

***Tabla3. An investment Problem. Modeling and Solving LP Problems in a Spreadsheet; Chapter 3
pag 68.***

Además se hace la salvedad de que ninguna inversión debe superar el 25% de la cantidad disponible para así evitar riesgos, y de igual manera que por lo menos la mitad de su capital debe ser invertido a largo plazo, teniendo en cuenta largo plazo como un periodo de más de 10 años. También se tiene en cuenta que las inversiones con más riesgo producen un mayor retorno, sin embargo no se va a invertir más del 35% en este tipo de compañías.

Para darle solución al problema se define el siguiente sistema de ecuaciones:

$$\text{MAX} = 0.0865 \cdot X_1 + 0.095 \cdot X_2 + 0.10 \cdot X_3 + 0.0875 \cdot X_4 + 0.0925 \cdot X_5 + 0.09 \cdot X_6$$

Donde se maximiza la función objetivo pues se busca el mayor retorno de la inversión, multiplicando el retorno por el monto invertido en cada compañía

$$X_1 \leq 187500$$

$$X_2 \leq 187500$$

$$X_3 \leq 187500 \quad \text{Restricciones que nos indican que la cantidad de}$$

$$X_4 \leq 187500 \quad \text{la inversión no puede ser mayor del 25\% del}$$

$$X_5 \leq 187500 \quad \text{monto disponible (750000 x 25\% = 187500)}$$

$$X_6 \leq 187500$$

$$X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5 + X_6 = 750000$$

El total de las inversiones no puede superar el capital disponible

$$X_1 + X_2 + X_4 + X_6 \geq 375000 \quad \text{La mitad debe ser invertida en inversiones a largo plazo}$$

$$X_2 + X_3 + X_5 \leq 262500 \quad \text{El 35\% de la inversión debe estar destinada a las de alto riesgo.}$$

$$X_i \geq 0 \quad \text{No negatividad}$$

Así nos se usa en una hoja de cálculo como apoyo para ejecutar el sistema de ecuaciones incorporando cada una de las restricciones mediante Solver:

Microsoft Excel - Invesment

Archivo Edición Ver Insertar Formato Herramientas Datos Ventana Z

Calibri 11 N K 6

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51 54 57 60 63 66 69 72 75 78 81 84 87 90 93 96 99 100%

3 6 9 12 15 18 21 24 27 30 33 36 39 42 45 48 51

**Figura 4. Hoja de Cálculo,
Análisis de inversión a través de Solver**

Una vez corrido Solver se obtiene la siguiente solución según el sistema de ecuaciones definido:

Bond	Amount Invested	Maximum 25.0%	Return	Years to Maturity	10+years? yes, 0-no	Rating	Good or Worse 1-year, 0-no
ACME Chemical	\$ 112 500.00	\$ 187 500	8.65%	11	1	Excellent	0
Dyna Star	\$ 75 000.00	\$ 187 500	9.50%	10	1	Good	1
Eagle Vision	\$ 187 500.00	\$ 187 500	10.00%	6	0	Fair	1
MicroModeling	\$ 187 500.00	\$ 187 500	8.75%	10	1	Excellent	0
OptiPro	\$ -	\$ 187 500	9.25%	7	0	Good	1
Sabre Systems	\$ 187 500.00	\$ 187 500	9.00%	13	1	Very Good	0
Total Invested	\$ 750 000	Total	\$ 68 887.50	Total	\$ 682 500	Total	\$ 262 500
Total Available	\$ 750 000			Required	\$ 375 000	Allowed	\$ 262 500

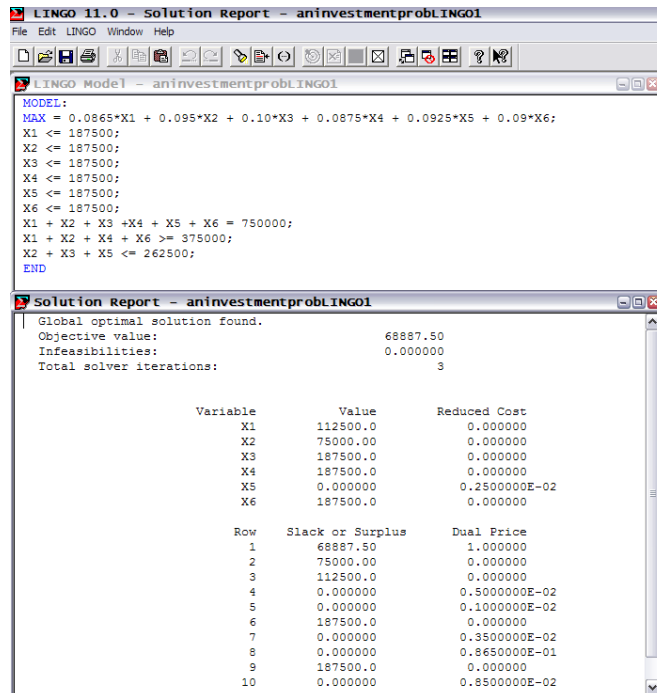
**Figura 5. Hoja de Cálculo,
Análisis de inversión a través de Solver**

La solución en la Figura 2 muestra el plan óptimo de inversión en donde se deben invertir US \$112.500 en Acme Chemical (X1), US \$75.000 en DynaStar (X2), US \$187.500 en EagleVision (X3), US \$187.500 en MicroModeling (X4), US \$0 en OptiPro (X5) y US \$187.500 en SabreSystems (X6).

Es importante notar que la inversión en Acme Chemical es mayor que en DynaStar y OptiPro aunque el retorno en Acme Chemical sea menor, esto se debe a que el riesgo en estas dos compañías es muy alto, además que por la restricción del 35% no se puede invertir en OptiPro pues las dos inversiones en DynaStar y EagleVision llegan al monto disponible.

Así pues se afirma que con estos niveles de inversión se obtiene la máxima rentabilidad posible en cuanto al retorno de la inversión obteniendo US \$68.887

Ahora bien para comprobar la veracidad de los resultados se corrió el mismo sistema de ecuaciones mediante Lingo de la siguiente manera:



**Figura 6. Reporte Solución,
Análisis de inversión a través de Lingo**

Donde se puede observar que las variables X_i obtienen los mismos valores que en la solución a través de Solver, por lo que se puede concluir que la metodología implementada fue correcta.

Un Problema de Transporte

Muchos problemas logísticos y de transporte se enfrentan a una categoría conocida como Problemas de redes donde un distribuidor cuenta con varias locaciones y debe hacer llegar sus productos a diferentes puntos.

El siguiente problema plantea el caso de una empresa que cultiva y procesa productos cítricos, sus puntos de cultivación son las ciudades de MT.Dora, Eustis y Clermont, donde se cultivan 275000, 400.000 y 300.000 Bushels respectivamente.

El producto debe ser transportado hacia las plantas de procesamiento en Ocala, Orlando y Leesburg, con capacidad de procesar 200.000, 600.000 y 225.000 Bushels.

Las distancias entre los campos de cultivo y las plantas de procesamiento se definen en la siguiente tabla:

Arboleda	Ocala	Orlando	Lessburg
Mt. Dora	21	50	40
Eustis	35	30	22
Clermont	55	20	25

Tabla4. A Transportation Problem. Modeling and Solving LP Problems in a Spreadsheet; Chapter 3 pag 73

En este orden de ideas, se observa el siguiente grafico para la interpretación del problema:

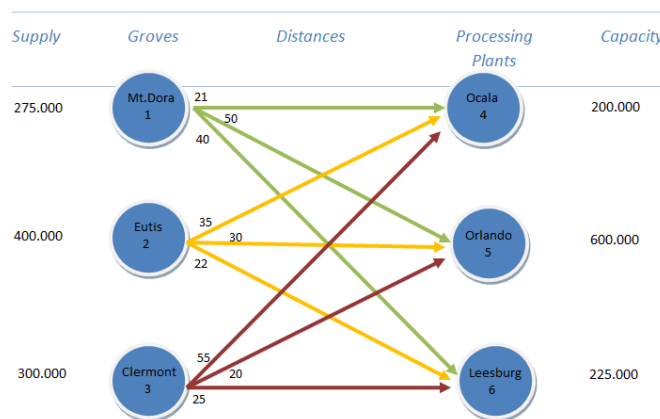


Figura 7. Diagrama Problema de Transporte, A Transportation Problem. Modeling and Solving LP Problems in a Spreadsheet; Chapter 3 pag 74

Obteniendo así el siguiente sistema de ecuaciones:

$$\text{MIN} = 21 \cdot X_{14} + 50 \cdot X_{15} + 40 \cdot X_{16} + 35 \cdot X_{24} + 30 \cdot X_{25} + 22 \cdot X_{26} + 55 \cdot X_{34} + 20 \cdot X_{35} + 15 \cdot X_{36}$$

Donde se busca minimizar la función objetivo es decir la distancia total recorrida pues los coeficientes nos representan las distancias entre cada nodo especificado en la figura 4, y las variables representan la cantidad a transportar, por lo tanto a menos distancia menor costo de transporte.

Restricciones de capacidad

$$X_{14} + X_{24} + X_{34} \leq 200000 \quad \text{Ocala}$$

$$X_{15} + X_{25} + X_{35} \leq 600000 \quad \text{Orlando}$$

$$X_{16} + X_{26} + X_{36} \leq 225000 \quad \text{Leesburg}$$

Abastecimiento Disponible

$$X_{14} + X_{15} + X_{16} = 275000 \quad \text{Mt. Dora}$$

$$X_{24} + X_{25} + X_{26} = 400000 \quad \text{Eutis}$$

$$X_{34} + X_{35} + X_{36} = 300000 \quad \text{Clermont}$$

$$X_i \geq 0 \quad \text{No negatividad}$$

Apoyándonos nuevamente en una hoja de cálculo para ejecutar el sistema de ecuaciones incorporando cada una de las restricciones mediante Solver se obtiene

:

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2							
3							
4		Distancias de las arboledas a plantar					
5							
6		Arboleda	Ocala	Orlando	Lessburg		
7		Mt. Dora	21	50	40		
8		Eutis	35	30	22		
9		Clermont	55	20	25		
10							
11							
12							
13		Arboleda	Ocala	Orlando	Lessburg	Busheles enviados	Busheles disponibles
14		Mt. Dora	0	0	0	0	275000
15		Eutis	0	0	0	0	400000
16		Clermont	0	0	0	0	300000
17		Recibidos	0	0	0		
18		Capacidad	200000	600000	225000		
19							
20		Distancia total en millas Busheles				0	

**Figura 8. Hoja de Cálculo,
Análisis de Problema de Transporte a través de Solver**

Una vez corrido Solver se obtiene la siguiente solución según el sistema de ecuaciones definido:

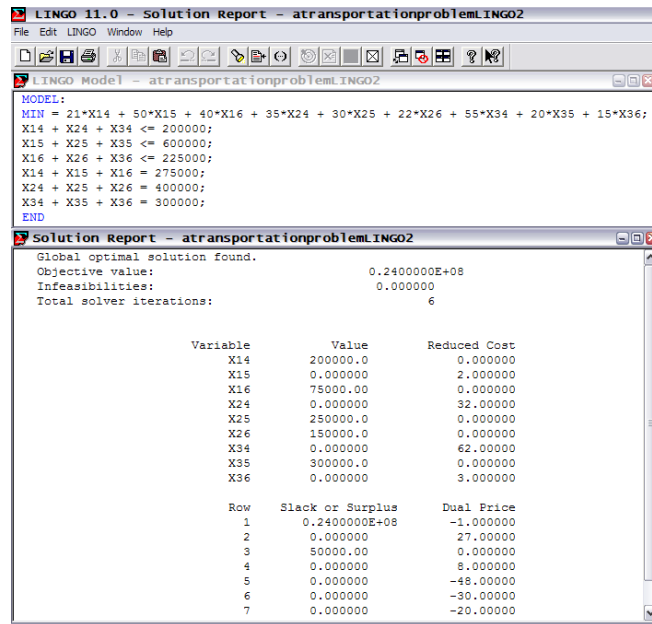
	A	B	C	D	E	F	G
1							
2							
3							
4		Distancias de las arboledas a plantar					
5							
6		Arboleda	Ocala	Orlando	Lessburg		
7		Mt. Dora	21	50	40		
8		Eustis	35	30	22		
9		Clermont	55	20	25		
10							
11							
12							
13		Arboleda	Ocala	Orlando	Lessburg	Bushels enviados	Bushels disponibles
14		Mt. Dora	200000	0	75000	275000	275000
15		Eustis	0	250000	150000	400000	400000
16		Clermont	0	300000	0	300000	300000
17		Recibidos	200000	550000	225000		
18		Capacidad	200000	600000	225000		
19							
20		Distancia total en millas Bushels			24000000		

**Figura 9. Hoja de Cálculo,
Análisis de Problema de Transporte a través de Solver**

De esta manera, la solución óptima en la figura 6 indica que 200.000 bushels deben ser enviados desde Mt. Dora hacia Ocala ($X_{14}=200.00$) y 75.000 bushels deben ser enviados de Mt. Dora a Lessburg ($X_{16}=75.000$). De los 400.000 bushels disponibles en el cultivo de Eustis, 250.000 deben ser enviados a Orlando para procesar ($X_{25}=250.000$) y 150.000 a Lessburg ($X_{26}=150.000$). Finalmente todos los 300.000 bushels disponibles en Clermont deben ser despachados a Orlando ($X_{35}=300.000$). Ninguna de las demás rutas posibles será utilizada.

Así pues la solución mostrada en la figura 6 satisface todas las restricciones en el modelo y resulta una distancia mínima de transporte de 24'000.000 bushels-millas.

Al igual que en el problema de inversión, para comprobar la veracidad de los resultados se corre el mismo sistema de ecuaciones mediante Lingo de la siguiente manera:



**Figura 10. Reporte Solución,
Análisis de Problema de Transporte a través de Lingo**

Donde se puede observar que las variables X_i obtienen los mismos valores que en la solución a través de Solver, por lo que se puede concluir que la metodología implementada fue correcta.

Para ver los archivos donde se corrieron los diferentes modelos acceda mediante los siguientes links:

BUY VS MAKE:

- Solver
- Lingo

AN INVESTMENT PROBLEM

- Solver
- Lingo

A TRANSPORTATION PROBLEM

- Solver
- Lingo

CONCLUSIONES

- Existe diferente software que sirven de apoyo para resolver modelos de programación lineal como son el caso de Solver como herramienta de hojas de cálculo o Lingo como software de licencia para solución de sistemas de ecuaciones.
- Solver presenta un fácil manejo que permite una gran variabilidad al momento de incorporar la información, dado a que el manejo de Excel como hoja de cálculo facilita la familiaridad con el entorno, permitiendo tener una mayor capacidad lógica en cuanto a la formulación de las restricciones y la manera de disponer el display para las soluciones presentadas por Solver.
- Lingo es uno de los software mas amigables para trabajar debido a la facilidad de la programación en cuanto a sus comandos de secuencia lógica para la solución de sistemas de ecuaciones. De igual manera presenta una gran facilidad para obtener resultados gráficos que amplíen aun más la capacidad de análisis de los resultados del problema.

BIBLIOGRAFÍA

Cliff T. Ragsdale. Modeling and Solving LP Problems in a Spreadsheet. 2007 Applications. Spreadsheet modeling & decision analysis. A practical introduction to management science. Quinta Edición.

EL PROBLEMA DEL TRANSPORTE DE CARGA EN COLOMBIA Y SU INFLUENCIA EN LAS EXPORTACIONES.

LORENA CUARTAS CACERES

ERIKA MILENA DIAZ LONDOÑO

SARA MILENA GIRLADO YEPES

ESTEBAN RESTREPO HENAO

Docente: Javier Darío Fernández Ledesma

Área: Gestión

RESUMEN

Colombia a lo largo del tiempo ha venido involucrándose con gran interés en el tema de las exportaciones, lo que ha llevado a prestarle gran atención a los problemas de transporte que actualmente se tienen. Uno de los temas con más relevancia son los altos costos de los productos y el poco terreno de exportación con el que contamos. En Colombia las vías de exportación son muy pocas y muy condicionadas a comparación de otros países, lo que para nosotros es una desventaja, pues nos convierte en un país poco competitivo debido a los bajos costos de exportación e importación, la gran diversidad de productos y el amplio mercado que ofrecen los otros países.

Con este trabajo se pretende analizar, estudiar y buscar posibles soluciones que ayuden a reducir el tiempo, el costos y aumentar la competitividad y la oferta, de tal forma que se logre satisfacer las necesidades otorgadas por nuevos mercados por medio de la planificación de nuevas líneas y métodos de exportación. Logrando con esto que en Colombia no se transporte solo por carretera sino también por otros medios como lo son el transporte férreo, fluvial y aéreo.

INTRODUCCIÓN

El transporte puede definirse como el movimiento de personas y bienes a lo largo del espacio físico, mediante los modos terrestre, aéreo o marítimo, o alguna combinación de éstos. El transporte no se demanda como actividad final, sino como medio para satisfacer otra necesidad.

Efectivamente el transporte se encuentra relacionado con la economía, a tal punto que se puede afirmar que el transporte, como cualquier otra actividad productiva, es parte de ella; sin la función del sistema de transporte, no se puede dar el bien económico, puesto que la infraestructura se constituye en un factor de producción, y la movilidad en un determinante del costo y del mercado [1].

En Colombia, los principales medios de transportes que fueron implementados en el siglo XVIII son: El sistema fluvial y el sistema férreo, los cuales fueron los medios de intercambio comercial tanto interno como externo, permitiendo expandir su mercado a otras partes del mundo. A partir de esto fue necesario establecer inversiones en la infraestructura de transportes, ya que junto con el desarrollo regional, constituyen una actividad importante en continuo proceso de expansión y modernización, impulsando así el crecimiento económico y la reducción de la pobreza.

Como se ha demostrado en varios estudios, la infraestructura de transporte, y en especial las carreteras son de significativa importancia en el crecimiento y desarrollo de un país. El presente documento quiere llamar la atención sobre la infraestructura vial y su importancia en la movilización de carga dentro de Colombia y hacia el exterior, ya que el 80% de la carga del país se moviliza por carretera. Los resultados muestran una red vial limitada y de poca capacidad, aún si se compara con otros países latinoamericanos en vía de desarrollo. En cuanto a la movilización de carga, la antigüedad de los vehículos y su poca capacidad de carga hace que los costos de transporte se mantengan altos, afectando la competitividad de los bienes transportados.

DEFINICION DEL PROBLEMA

El servicio de transporte de carga por carretera es un factor determinante para la competitividad del país, no sólo por su incidencia dentro de los costos de las mercancías, sino por ser la principal alternativa para su movilización. Por lo anterior, es necesario implementar acciones que aseguren la prestación de un servicio seguro y eficiente.

PROBLEMA: En un mundo que busca abrirse a mercados internacionales, Colombia no ofrece precios competitivos debido a los altos fletes generados por un sistema de transporte ineficiente y una cruda infraestructura vial dentro del territorio. ¿Qué se puede hacer para mejorar esta situación?

COMO SE ENCUENTRA COLOMBIA

Colombia cuenta con una población aproximada de 44 millones de habitantes que se ubican solo en el 42% del territorio nacional, especialmente en la zona andina, costa atlántica y margen llanero. El hecho que el área ocupada sea tan reducida, genera que las ciudades estén muy próximas unas de otras, permitiendo de esta manera la existencia de focos de desarrollo mediante la interacción de economías complementarias.

Entre los nuevos polos de desarrollo se encuentran Urabá (Antioquia) y Yopal (Casanare), la primera por su cercanía a la ciudad de Medellín y al Eje Cafetero, además de ser el punto de conexión entre Colombia y Centroamérica; y la segunda, podría convertirse en el enlace entre el territorio nacional y la mediterránea región del suroccidente venezolano.

Es esta conexión entre territorios internacionales lo que se debe lograr para darle cara a un comercio globalizado que, en el caso colombiano, solo ha buscado rutas por el norte, olvidando el inmenso potencial que representan las regiones de la cuenca del pacífico.

Lugar	Carga
-------	-------

Valle	19
Bogotá y Cundinamarca	12
Antioquia	12
Santanderes	8,8
Atlántico	7,8
Gran Tolima	5,5
Bolívar	5
Boyacá	4
Cesar	4
Cauca, Nariño y Choco	3,6
Eje Cafetero	3,6
Córdoba y Sucre	2,7
Magdalena y Guajira	2,4
Meta y Casanare	1,5

Tabla 1: Carga anual movilizada en millones de toneladas en algunos departamentos, regiones y ciudades.

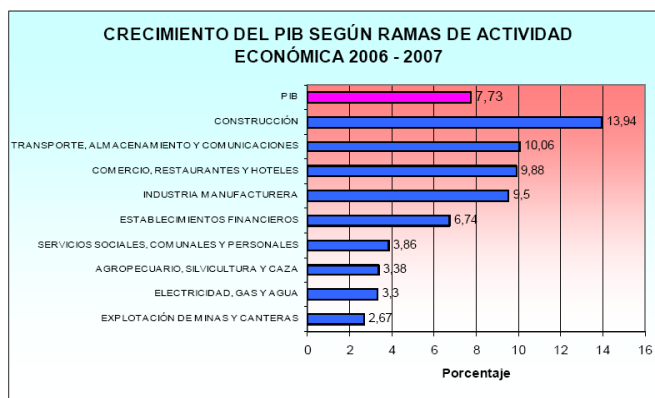
Fuente: Elaborada con base en cifras de la Referencia [2]

EL SECTOR TRANSPORTE

El crecimiento del PIB para el 2007 fue del 7.73%.

Al analizar el crecimiento del PIB por ramas de actividad económica, se observa que la mayoría presentan un desempeño favorable, su distribución se vio representada de la siguiente forma: la construcción (13.94%), el área de transporte, almacenamiento y comunicaciones (10,06%), el comercio (9.88%), así como la industria manufacturera (9.5%).

Se puede resaltar que el área de transporte, almacenamiento y comunicación fue la segunda área que mayor aporte le otorga al aumento del PIB. Ver grafica 9.



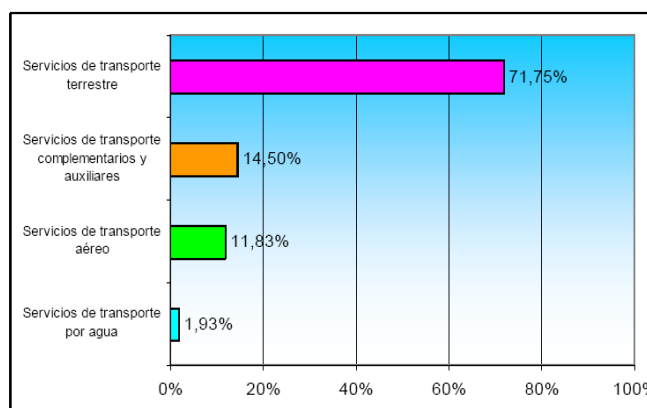
Gráfica 9: PIB según Ramas de Actividad Económica

Fuente: Referencia [3]

PIB TRANSPORTE

Los servicios del sector transporte para el año 2007, muestran una tasa de crecimiento del 6.1%. Este comportamiento se explica por un incremento en los servicios de transporte terrestre de 6,52%, en los servicios de transporte por agua de 12,47%, en los servicios de transporte complementarios y auxiliares de 8,87%. Ver grafica 10.

Desde el punto de vista de la contribución que cada uno de los modos hace al PIB transporte, se encuentra que en el 2007 se mantiene la tendencia registrada en los años anteriores, así los servicios de transporte terrestre con un PIB de \$7.943.041 millones presenta la mayor participación con un 71,8% del valor total, a continuación se encuentran los servicios de transporte complementarios y auxiliares que alcanzaron un PIB de \$ 1.604.698 millones representando el 14,5%, le sigue el transporte aéreo con un PIB de \$ 1.309.555 millones que significan el 11.83% del PIB Transporte, y el restante 1,93% se le atribuye al transporte por agua con un PIB de \$ 213.320 millones[3].



Gráfica 10: Contribución por modos al PIB Transporte.

Fuente: Referencia [3]

El servicio de transporte terrestre es el más representativo y su proporción es realmente grande respecto a los demás servicios de transporte. Ver grafico 10.

Medio Terrestre

A partir de la crisis del 29 se comenzó a fomentar el transporte carretero entre cabeceras urbanas, como una nueva alternativa para trasladar los beneficios del café, a la economía del campo.

Han transcurrido 81 años y la situación a la que se ha llegado es la siguiente:

	Total (km)	Pavimento (km)
Troncales	6.076	5.575
Transversales	6.217	2.794

Tabla 2: Situación vial en Colombia en 2005

Fuente: Elaborada con base en cifras de la Referencia [2]

La suma de troncales (sentido norte-sur) y transversales (sentido oriente-occidente) suma 12.293 km que representa el 74% de la red vial nacional. Aun así, el transporte de carga en Colombia tiene un medio tan ineficiente, que el sector privado debe pagar cuantiosas sumas de dinero para poner los productos en puerto, sumas que son muy similares, o en ocasiones mayores, a los fletes que se pagan por el transporte internacional, teniendo en cuenta que las distancias recorridas al interior del país representan un porcentaje mínimo de la distancia total hasta el destino final de la carga.

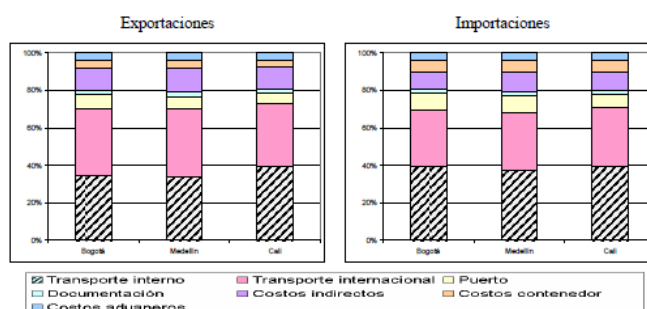


Gráfico 1: Costos de distribución física internacional – DFI. Año 2007

Fuente: Referencia [4]

Por el medio carretero se moviliza más de 100 millones de toneladas al año, de las cuales el 59% son productos del sector manufacturero, el 22% del agrícola y el resto, por partes iguales, del minero y pecuario. Las regiones que más reciben carga se relacionan con los principales centros urbanos: Bogotá, Valle y Medellín; continúan las que están entorno a Barranquilla, Cartagena y Bucaramanga.

Además de una infraestructura asimétricamente ruinosa, nuestro parque automotor está envejecido, es excedentario en oferta e informal en su organización. Para el año 2007, el 57% de total del parque automotor de carga correspondía a vehículos con más de 20 años de vida útil, logrando un desesperanzador promedio de 24,4 años de vida útil. Los camiones de servicio público donde dominan los tractocamiones, en número apenas casi duplican a los de servicio privado y que son mayoritariamente de dos ejes rígidos, lo que se explica por las falencias y costos del sistema público. La capacidad ofrecida por el parque automotor de carga en Colombia es de 2.059.457 toneladas, de los cuales 538.674 (26,2%) toneladas corresponden a los vehículos de servicio particular y 1.520.784 (73,8%) toneladas a los vehículos de servicio público.

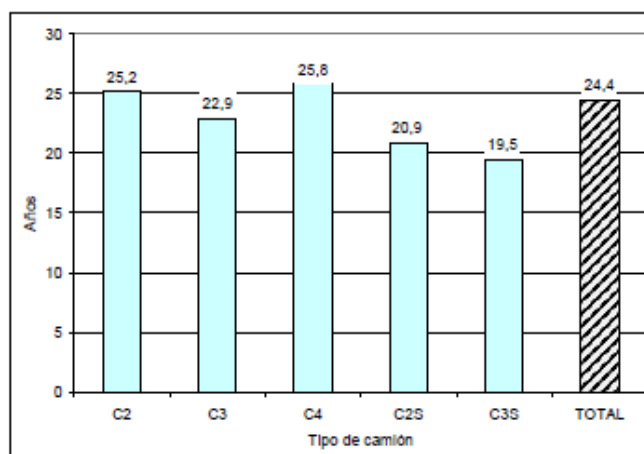


Gráfico 2: Edad promedio del parque automotor

Fuente: Referencia [3]

Medio Fluvial



Ilustración 1: Recorrido del Río Magdalena

Fuente: Autorneto. <Disponible en: <http://autorneto.com/referencia/noticias-mundiales/nuevas-emergencias-por-inundaciones-y-deslizamientos-en-colombia/>> [Consulta: 2 de Mayo de 2010]

El río Magdalena es la vía natural para la salida al Atlántico y el acceso a la subregión andina de Colombia, en especial para las poblaciones más mediterráneas de Colombia, del Gran Tolima, santandereanas y cundiboyacences.

El sistema Fluvial Navegable del río Magdalena está conformado por los ríos Magdalena con una extensión de 884 km, Cauca con una extensión de 187 km y Canal del Dique que se extiende por 114 km, conectando a Cartagena con el río Magdalena. El movimiento por la cuenca del río Magdalena representa el 45.23% del total del movimiento de carga por el modo fluvial. La cuenca del Atrato participa con el 52.4% y las demás cuencas con unos porcentajes muy bajos.

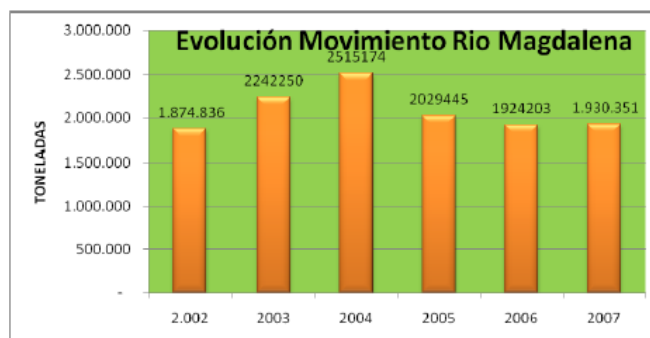


Gráfico 3: Evolución de la movilización de carga en el Rio Magdalena

Fuente: Referencia [3]

Es importante también hacerle mención al río Meta en cuya longitud de 840 km, ofrece entre Puerto López y Puerto Carreño 828 km navegables. En esta que fuera considerada la ruta alterna de salida a Europa durante la Colonia, el Ministerio de Transporte ha identificado 82 pasos difíciles para la navegación durante el verano, además de las actuales restricciones legales que impiden la navegación de nuestras embarcaciones por Venezuela.

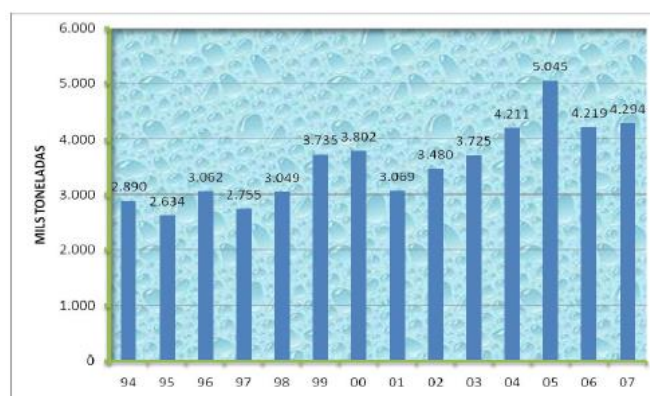


Gráfico 4: Evolución de la movilización de carga

Fuente: Referencia [3]

Medio Ferroviario

El Ferrocarril es un modo de transporte eficiente moviendo volúmenes significativos de mercancías y materias primas entre grandes centros de producción y consumo, ubicados a distancia.

Colombia cuenta con dos redes férreas, la del Pacífico conformada por 498 km, que opera en la región Occidental y que busca a Buenaventura y La del Atlántico con 1.493 km que une la Región Central con el Puerto de Santa Marta.



Gráfico 5: Toneladas movilizadas

Fuente: Referencia [3]

Los ferrocarriles son el segundo medio más utilizado de transporte de carga en Colombia.

Para el año 2007 la carga transportada fue del 25.4% del total de la carga del país y se compone en un 99.2% de carbón, seguido por el cemento. Otros productos movinizados son acero, chatarra y granos como el café.

RED FERREA NACIONAL	Longitud km
RED FERREA CONCESIONADA	1.991
RED FERREA A CARGO DEL INVIAS	1.327
RED FERREA PRIVADA (CERREJON)	150
TOTAL	3.468

Gráfico 6: Total red férrea nacional

Fuente: Referencia [3]

Cuando se desagrega por tramos se tiene que el carbón se transporta entre La Loma - Chiriguaná con destino a Santa Marta y el procedente de Lenguazaque. En el Caso del cemento, los tramos con mayor participación son Bogotá - Belencito y Nare - Bello. Otras rutas importantes en la movilizaci3n del cemento son Belencito - Santa Marta, Nare - Bogotá, Dorada - Santa Marta, Nare - Santa Marta y Bello - Santa Marta.

El acero y la chatarra por su parte se movilizan por la ruta Santa Marta - Bogotá y Santa Marta - Belencito. El Transporte de café est3 concentrado en dos rutas: Bello - Santa Marta y Bogotá - Santa Marta. En el caso de los abonos, la principal ruta est3 conformada por Puerto Cápulo - La Dorada. Para los dem3s productos las rutas se conectan a Bogotá y Bello con Santa Marta.

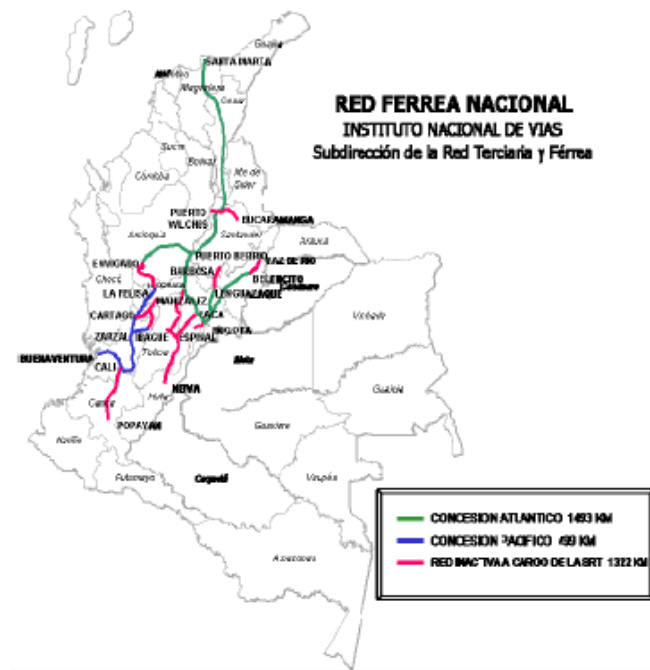


Ilustración 2: Red férrea nacional

Fuente: Referencia [3]

Medio Marítimo

En el año 2007 se movieron, en el conjunto del Sistema Portuario Colombiano, 112.455.740 toneladas, 7.325.116, toneladas más que en el año 2006 lo que muestra un incremento del 7%.

A continuación se presenta una tabla con los puertos más representativos del país, su respectiva participación en la actividad portuaria nacional y el incremento de la misma con respecto al año 2006:

Puerto	Participación	Toneladas	Incremento
Santa Marta	31%	35.142.833	15%
Guajira	27%	30.456.147	10%
Cartagena	14,50%	16.299.328	12%
Buenaventura	10,28%		7%

Barranquilla	5,60%	11.565.328	16%
--------------	-------	------------	-----

Tabla 3: Actividad portuaria nacional

Fuente: Elaborada con base en cifras de Referencia [3]

Sin tener en cuenta carbón y petróleo, los puertos que movilizan más carga de comercio exterior son Buenaventura y Cartagena, ambos y en su orden, de características tipo pánamax y sub-pánamax. Las economías son de este orden: mientras en barcos sub-pánamax el flete es superior a 10 centavos de dólar contenedor/milla; en los súper-pospánamax se reduce hasta 2 centavos.

Medio Aéreo

El movimiento de carga a nivel nacional por el modo aéreo para el 2007, presentó una leve disminución del 0,76%, al pasar de movilizar 138.242 toneladas en el 2006 a 137.186 toneladas en el 2007.

RUTA	2007	% PART	2006	% Var.
TOTAL COLOMBIA	137.186	100.00%	138.242	-0.76%
BOG-BAQ-BOG	25.092	18,29%	24.190	17.5%
BOG-MDE-BOG	20.991	15.30%	24.433	17.7%
BOG-CLO-BOG	14.508	10,58%	14,774	10.7%
BOG-LET-BOG	12.148	8,86%	13,036	9.43%
BOG-CTG-BOG	8.544	6,23%	6.512	4.71%
RESTO RUTAS	55.902	40.75%	55.297	40%

Gráfico 7: Carga Nacional Movilizada por Principales Rutas – 2006

Fuente: Referencia [3]

El transporte aéreo internacional de carga, presentó un descenso al pasar de 559.833 toneladas transportadas en el 2006 a 511.274 toneladas en el 2007, lo que significa una reducción del 8.67%. Este comportamiento resulta de la desaceleración que vienen presentando las principales economías del mundo, situación a la que no es ajena Colombia y cuyo impacto también lo sienten las aerolíneas comerciales que movilizan carga.

TOTAL	2007	% PART	2006	% Var.
	543.590	100.00%	502,001	100.00%
NORTE AMÉRICA	297.453	58.22	353.197	-15,78%
EUROPA	39.723	7.77	45.666	-13,01%
CENTRO AMERICA	49.022	9.59	45.724	7,21%
ISLAS CARIBE	25.664	5.02	14.334	79,05%
SURAMERICA	99.057	19.39	100.523	-1,46%

Gráfico 8: Carga internacional movilizada por principales rutas – 2007

Fuente: Referencia [3]

QUE SE DEBE HACER

Medio terrestre

La implementación de un sistema de transporte troncalizado que integre varios modos de transporte, articulados con puertos secos para transferir contenedores en puntos estratégicos de las troncales viales nacionales, definiendo ejes que conecten los escenarios industriales del país mediante el sistema ferroviario y fluvial ubicados en los dos valles de las grandes cuencas intercordilleranas, para movilizar la carga desde y hacia los puertos de ambos océanos, se podrían obtener ventajas económicas como resultado de combinar varios modos de transporte, sin que tengan que competir río, carretera y ferrocarril.

Medio Fluvial

Para que un puerto fluvial pueda operar con eficiencia y eficacia en el manejo de cargas generales, contenedores y gráneles sólidos y líquidos, se requiere la integración armónica y funcional de muy diversos elementos: ante todo, un mercado que proporcione el volumen y la constancia en la presencia de las cargas en uno y otro sentido; pero también se requiere una flota fluvial adecuada que fomente la competencia del mercado, canales navegables, muelles, plataformas de operación, patios, almacenamiento, servicios públicos, seguridad, equipos apropiados, suficientes y disponibles para la transferencia de cargas, vías de acceso terrestre (férreas y carreteras), comunicaciones, empresas de transporte; más los servicios complementarios para atender las embarcaciones, los tripulantes, los pasajeros, los agentes fluviales, las autoridades, los equipos, la carga los vehículos terrestres. Todo ello, manejado y administrado por una autoridad competente y ágil, con claras reglas de juego, fáciles trámites y tarifas equitativas y competitivas.

Medio Ferroviario

Para el transporte troncalizado de carga, el Ferrocarril de Occidente debería llegar a Urabá antes que remontar la cordillera por Medellín para buscar al otro lado la competencia fluvial del Magdalena, y recorrer una ruta mucho más larga. Entre tanto, a lo largo del Magdalena, por lo menos a partir de Honda, el ferrocarril del Atlántico a ese lado tampoco debe competir con el río. Entonces para conectar el Occidente colombiano a los mercados de la cuenca del Atlántico, y afianzar la futura salida de Antioquia y del Eje Cafetero al Caribe, el Ferrocarril Bolombolo–Urabá es hoy una prioridad que puede complementarse conectando la Autopista del Café a la Troncal del Caribe, con una doble calzada entre Medellín y Urabá. Urabá reduce las distancias Medellín Cartagena en un 40%, Manizales Cartagena en un 30% y Cali Cartagena en un 20%.

Medio Aéreo

Para el Eje Cafetero se ha planteado el dilema de Palestina o Cartago. En tantos años, el aeropuerto de Cartago no ha generado ningún desarrollo significativo y tampoco lo puede generar un aeropuerto en Palestina con una pista equivalente, salvo el de poder competir por la demanda de Pereira. Es que con 2700 m en Palestina apenas se permitirán vuelos en aviones de mediano alcance, para llegar a Miami, Lima y México, sin las economías de escala de los Jumbo B-747.

Pero con un aeropuerto de 3.550 m en Palestina las cosas cambian: se podrían operar aviones de mayor tamaño y con un alcance de 5.000 millas, para llegar a Europa, Los Ángeles, Río, Buenos Aires y Santiago, y obtener economías en fletes, en beneficio del centro económico de Colombia, dándole bancabilidad al proyecto y facilitando su financiamiento con la concesión de su zona franca. Esto es lo que se deduce de los beneficios del José María Córdoba en Rionegro donde la pista es para aviones transcontinentales tipo Jumbo, y que se expresan al observar cómo el metro cuadrado de tierra alcanza valores \$7 millones, así el aeropuerto presente escasez de cielos despejados.

CONCLUSIONES

Para mejorar la competitividad en Colombia se necesita renovar grandemente la infraestructura de transporte lo cual conduciría a una reducción notablemente de los fletes; al igual se podría mejorar la conectividad, la comunicación y la logística para las exportaciones eliminando tantos problemas y contribuir a la diversificación de mercados acorde con los recursos de las regiones, mostrando así ventajas comparativas y competitivas; en ayuda a todo esto, es de vital importancia la combinación entre la modernización tecnológica y la organización permitiendo condiciones favorables para las empresas que mejoren la capacidad productiva y así mismo el transporte de carga.

El mantenimiento precario de las carreteras, aeropuertos y puertos congestionados, además de unos servicios de aduana ineficientes, producen un incremento en la duración de los trámites de exportación e importación, al igual que generan costos adicionales al transporte. Estos dos últimos aspectos ponen a Colombia en desventaja con respecto a los mercados más grandes del mundo. La existencia de menores costos de transporte impulsaría fuertes aumentos de las exportaciones en América Latina y permitiría la apertura de nuevos mercados para otros tipos de productos, sobrepasando cualquier posible ganancia que la región podría obtener mediante la reducción de los aranceles.

Para solucionar el problema del bajo nivel competitivo que tiene Colombia con respecto a muchos otros países exportadores, es necesario establecer una política integrada de avance en comunicación y conectividad. Esta política debe incluir todos y cada uno de los sistemas, desde el terrestre hasta el aéreo, estableciendo una mezcla optima entre ellos que genere los menores costos de transporte desde un lugar a otro dentro del territorio.

El sistema férreo es uno de los canales de distribución más económicos y con menos riesgos encontrados, sin embargo en Colombia el movimiento férreo y su infraestructura es mínima, pues lo ideal sería tratar de implementar nuevamente muchas de las vías que han sido abandonadas permitiendo así la visualización de su implementación en todo el país. Se desea que el sistema férreo sea la fuente de distribución alrededor de todo el país, mientras que el transporte terrestre se convierta en una distribución regional.

REFERENCIAS

DUQUE ESCOBAR, Gonzalo. Introducción a la economía del transporte. Manizales: Universidad Nacional de Colombia, 2007. <Disponible en: <http://www.digital.unal.edu.co/dspace/bitstream/10245/342/1/int-ecnm-transp.pdf>> [Consulta: 16 Abr. 2010]

DUQUE ESCOBAR, Gonzalo. (2008) Problemática y posibilidades del sistema de transporte de carga en Colombia, Septiembre, Manizales, Colombia.

Ministerio de Transporte. (2008) Diagnostico del Transporte 2008, Diciembre, Bogotá D.C, Colombia.

Ministerio de Transporte. & Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. (2007) Política Nacional de Transporte Público Automotor de Carga, 1 Octubre, Bogotá D.C, Colombia.

Ministerio de Transporte. Oficina de Regulación Económica “Metodologías tarifarias del transporte fluvial en Colombia – Análisis Conceptual” <Disponible en: http://www.mintransporte.gov.co/Ministerio/Regulacion_Economica/Otros%20documentos/regconomica_ANA_METODOLOGIAS_FLUVIAL.pdf> [Consulta: 25 abril. 2010].

EDGAR CORREA. La infraestructura de Colombia. <Disponible en: http://www.edgarcorrea.com/index.php?view=article&id=24%3Ala-infraestructura-de-transporte-en-colombia-&option=com_content> [Consulta: 25 abril. 2010].

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO Exportaciones de América Latina aumentarán con disminución de costos de transporte. <Disponible en: <http://www.iadb.org/articulos/2008-09/spanish/exportaciones-de-america-latina-aumentaran-con-disminucion-de-costos-de-transport-4759.html>> [Consulta: 01 mayo. 2010].

TURISMO EN SALUD

Carlos A Ayala Hernández

Alejandra Fadul Barbosa

Franklin I Páez Rivera

Docente: Javier Darío Fernández Ledesma

Área: Gestión

RESUMEN

En este artículo se dará a conocer como se encuentra el sector de turismo en salud en la ciudad de Medellín. No obstante, se abordarán temas relacionados con el impacto que tiene este sector en el contexto social, económico y cultural de dicha ciudad. A partir de lo anterior, se darán algunas recomendaciones y conclusiones oportunas para un mejor desarrollo del sector.

INTRODUCCIÓN

El turismo en salud es el proceso mediante el cual una persona viaja fuera de su país de origen para realizarse algún procedimiento médico. En los últimos años, dicho proceso ha tenido un notable crecimiento, por lo cual se creó la necesidad de darle una estructura formal a este nuevo sector de la economía, dando como resultado el Cluster de Servicios de Medicina y Odontología en la ciudad de Medellín.

Un clúster es una agrupación de empresas, instituciones o entidades dedicadas a la misma actividad económica buscando un mayor desarrollo y competitividad del mismo y ubicadas en una misma zona geográfica.

TURISMO EN SALUD

La globalización permite tener una visión de las tendencias a nivel mundial, accediendo a información, productos, servicios, innovaciones y desarrollos, mejorando la disponibilidad de lo dicho anteriormente. Gracias a esto, los países desarrollados tuvieron otras alternativas para la realización de procedimientos de medicina y odontología.

En países con economías emergentes como Colombia, estos procedimientos son de muy alta calidad y menores costos, convirtiéndose en un atractivo para los habitantes pertenecientes a los países desarrollados. Como consecuencia de esto, los países tercermundistas se dieron cuenta que la prestación de este tipo de servicios podría ser una potencial fuente de negocios.

La ciudad de Medellín cuenta con un conglomerado o un bufete de especialistas altamente capacitados en diferentes ramas del conocimiento de la salud, una infraestructura clínica acorde con las necesidades de los procedimientos médicos brindados en cada uno de los centros, complementado con una excelente gestión administrativa. Adicional a esto la ciudad brinda un sin número de actividades turísticas, tales como: parques de recreación, teatros, centros comerciales, bibliotecas, museos, centros nocturnos.

La unión de las características anteriores y de la atraktividad del negocio impulso que en el año 2008 Medellín conformara un clúster especializado en este tipo de servicios, llamado, clúster de Servicios de Medicina y Odontología [1].

CLUSTER DE SERVICIOS DE MEDICINA Y ODONTOLOGÍA

El clúster está constituido por instituciones públicas y privadas, entre las cuales se encuentran la Alcaldía de Medellín, Cámara de comercio, y quince (15) IPS, catorce (14) Odontológicas y tres universidades, la Universidad Pontificia Bolivariana, el CES y la Universidad de Antioquia, las cuales se encargan de la investigación [1].

Objetivos en Medellín con la conformación del clúster

Se espera alcanzar el cumplimiento de las siguientes metas:

- Aumentar la competitividad en el sector de la salud.
- Estimular la oferta de bienes y servicios para lograr que 10.000 pacientes, inversionistas y proveedores visiten la ciudad.
- Aumentar el número de instituciones hospitalarias acreditadas y las ofertas de empleo.
- Fortalecer la infraestructura y la tecnología.
- Generar un potencial exportador, aprovechando los desarrollos en:
 - Calidad Médico-Científica de la Ciudad.
 - Desarrollo en la investigación médica.
 - Educación médica.
 - El complemento turístico [1].

Estos objetivos están ligados a unas líneas de direccionamiento que permiten un mejor cumplimiento de las metas planteadas; estas líneas son:

- la creación de un congreso que convoque extranjeros, dinamice el sector y sirva como vitrina,
- el desarrollo de un modelo de atención a pacientes extranjeros,

- la creación de un portafolio único de servicios para el turista,
- la promoción, comercialización e internacionalización, la acreditación internacional,
- el programa nacional de transformación productiva con el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, la productividad, competitividad e innovación,
- la evaluación de tecnologías en salud, el sistema de información y el talento humano [2].

Portafolio de servicios prestados en Medellín

Según información de El Ministerio de Comercio Industria y Turismo, los servicios prestados se dividen en 4 categorías, las cuales son: bienestar, medicina estética, medicina preventiva y medicina curativa.

La Alcaldía de Medellín y el Clúster de Medicina y Odontología a través de un estudio realizado en el 2008, concluyeron que los servicios más demandados son: cirugía general (5%), cirugía plástica (11%), oncología (6%), cardiología (5%), urgencias/hospitalización (13%), consulta médica especializada (18%) y otros (42%) [2].

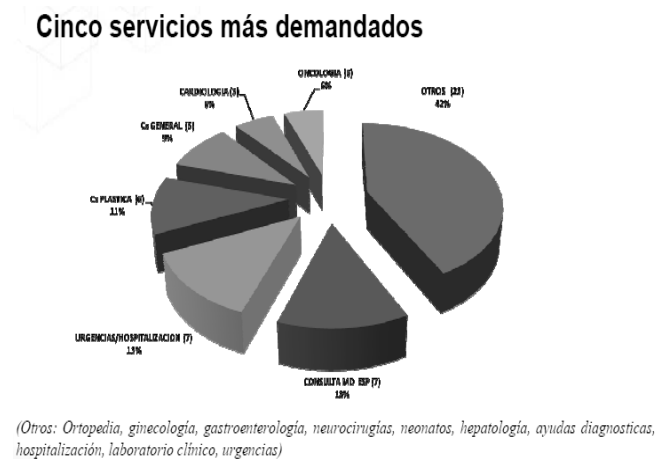


Figura 3. Cinco servicios más demandados en el año 2008.

Además, los cinco procedimientos más realizados son: liposucción (5%), abdominoplastia (7%), cx ortopedia (3%), cirugía cardíaca (4%), trasplante hep/renal (4%), prótesis mamaria (10%) y otros (67%) [2].

Cinco (5) procedimientos mas practicados

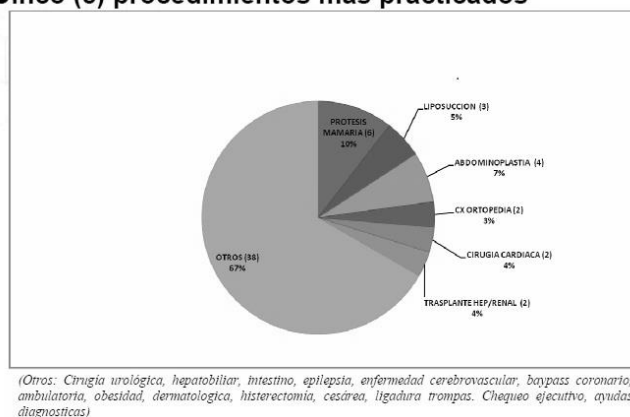


Figura 4. Cinco procedimientos más practicados en el año 2008.

Para la realización adecuada del servicio se hace necesaria la implementación de procesos de apoyo, uniendo el sector de la salud con el de turismo, mejorando la cadena de suministro. Entre estos procesos se encuentran: investigación clínica, transporte (aeropuertos), idiomas, incentivos gubernamentales, relaciones exteriores (visas/apoyo embajadas y consulados), capacitación/formación, calidad (acreditación internacional, vigilancia y control), seguros (responsabilidad profesional, contratación). El transporte juega un papel importante en este asocio ya que ayuda que el proceso sea más práctico, confiable y de alta calidad.

La capacitación/formación en temas de salud e idiomas de las personas que hacen parte del clúster, se hace necesaria para garantizar el mejoramiento continuo de los servicios médicos - odontológicos y mejorar la comunicación entre prestador y prestatario respectivamente. Mediante el mejoramiento continuo se puede llegar a obtener acreditaciones internacionales, respaldando los procesos y procedimientos llevados a cabo en entidades o instituciones prestadoras de servicios.

Germán González Md. PhD junto con otros integrantes de la revista América Economía Intelligence, hicieron una clasificación de los mejores centros de salud del país. La clasificación comienza por el Hospital Pablo Tobón Uribe en Medellín seguido de la Fundación Santa Fe de Bogotá, el Hospital Valle de Lili de Cali, el Hospital San Vicente de Paúl, de Medellín y el Hospital San Ignacio de Bogotá. Lo que le da reconocimiento a nivel internacional y atrae visitas extranjeras [3].

Inversiones y generación de trabajo

Con el propósito de fortalecer el portafolio de servicios médicos y de odontología, inversionistas y médicos extranjeros y nacionales están invirtiendo capital financiero y conocimiento. Según [4], el clúster para 2010 cuenta con un presupuesto de alrededor de 1.400 millones con recursos de la Alcaldía y la Cámara de Comercio de Medellín, esperando que los empresarios inviertan alrededor del 25% para un presupuesto total de unos 1.750 millones que serán destinados a fortalecer a cerca de 732 empresas de la cadena y la ejecución de las líneas de trabajo prioritarias del Plan Estratégico del Clúster.

Mediante estas inversiones se logra fortalecer las instalaciones y dotaciones requeridas, generando a su vez empleos a mediano y largo plazo, contribuyendo de esta manera al aumento del producto interno bruto real (PIB real) y al incremento de las divisas, lo cual solventa las deudas y gastos municipales. Gracias a esto el déficit de ingresos disminuye.

Cabe resaltar que en el proceso de inversión y reconocimiento internacional de las clínicas de Medellín es muy importante las negociaciones que se realicen con los representantes y facilitadores de inversionistas extranjeros, puesto que estas personas al venir a la ciudad y visitar centros de salud se encargan de recomendarlos a pacientes de otros lugares del mundo, como Estados Unidos, Canadá y el Caribe [5].

Se espera que para finales del presente año (2010), se realice el segundo simposio Nacional de exportación de Servicios de Salud, la segunda Feria Internacional de Salud Medesalud, la participación del clúster en el Congreso de Turismo Médico de Costa Rica para seguir trabajando sobre la línea de internacionalización, la participación de una rueda de negocios y una conferencia en Canadá y la visita al congreso Mundial de Turismo Médico y Salud Global, además de inversiones en el clúster [4].

Actualidad del clúster

Hoy por hoy en Medellín se presenta un crecimiento del número de personas que vienen a hacerse intervenciones médico – odontológicas, el aumento de estos tipos de cirugías o tratamientos, manifiestan el fortalecimiento del clúster en la ciudad de Medellín, esto, por las características y variables analizadas anteriormente, en ámbitos metropolitanos y de salud interna de la urbe. Cabe mencionar que en Colombia, más que todo en las ciudades más importantes del país como Medellín, Bogotá y en la costa atlántica Barranquilla se están llevando a cabo la gestión de planes de negocios que linealicen y estipulen los protocolos a seguir en esta nueva actividad de negocio.

Lo anterior se encuentra soportado en el Acuerdo 87 del Concejo de Medellín en el cual se define la política pública de desarrollo empresarial para fortalecer la política nacional de competitividad.

Con el fin de evitar conflictos entre las clínicas o entidades prestadoras del servicio periódicamente se hace un estudio de los hospitales en el exterior para tener mayor conocimiento de la competencia y hacer promoción y contactos. Es importante destacar que para no crear un monopolio de los servicios, se optó por exportar el servicio más especializado de cada una.

Existe un indicador para medir la competitividad entre países que exportan dichos servicios, este es, el MTI (medical tourism index). El indicador funciona bajo cinco (5) criterios, los cuales son: costo, infraestructura, calidad de los servicios, recurso humano e imagen del país. Como se puede observar en la siguiente gráfica, Colombia se encuentra en una buena posición frente a los otros países mencionados, aunque paradójicamente Colombia no cuenta con instituciones prestadoras de servicio acreditadas internacionalmente, es por ello que se está trabajando en la acreditación, la cual es una herramienta muy importante para dar mayor credibilidad a las personas [6].

Evidenciamos algunas brechas de competitividad para el desarrollo del sector en Colombia.

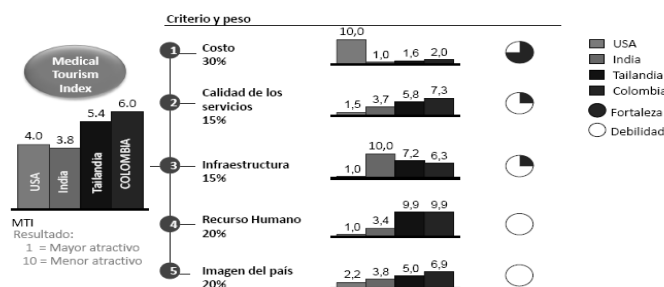


Figura 5. Indicador MTI en: USA, India, Tailandia y Colombia.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El país debería contar con una mayor infraestructura hospitalaria, permitiendo así mayor cobertura y confort para las personas, mayor comodidad en los puestos de trabajo y mayor recurso humano bilingüe.
- Se debe crear un portafolio de productos y servicios más claro de acuerdo al mercado objetivo que es Estados Unidos, Canadá, países del Caribe y personas de países cercanos con altos ingresos.
- Se debe continuar especializando a cada institución de salud prestadora de servicios de Medicina y Odontología en su procedimiento distintivo (documentado y reglamentado), garantizando efectividad de la intervención y facilidad en el flujo de información, creando de esta manera una red interna entre las entidades de salud.
- El sector es de gran importancia para la economía tanto local como del país ya que aporta al mejoramiento del PIB.
- La creación del clúster permite tener un buen manejo de la información y tener una mejor comunicación entre los entes implicados en el sector de turismo en salud, reflejándose en un servicio al cliente de mayor calidad.
- El desarrollo del sector genera una mayor demanda de profesionales en este, lo cual se ve reflejado en generación de empleo y mejoramiento de la calidad de vida.

REFERENCIAS

Saumeth

Rios

Laudyth.

www.elmundo.com/sitio/noticia_detalle.php?idcuerpo=1&dscuerpo=Sección%20A&idseccion=5&

dsseccion=Económicas&idnoticia=103007&imagen=&vl=1&r=buscador.php.
15/04/2010. Hora: 8:00 pm.

Consultado:

Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia Alcaldía de Medellín Clusters de Competitividad,
2008.

América economía intelligence.
http://www.saludmedellin.com/index.php?option=com_content&view=article&id=15:-revista-america-economia-intelligence-califica-a-dos-hospitales-de-medellin-como-los-mejores-de-latinoamerica&catid=9:noticias&Itemid=13. Consultado:15/04/2010. Hora: 6:50 pm

<http://www.opcionhoy.com/informe.php>. Consultado: 15/04/2010. Hora:6:30 pm

Cluster servicios de medicina y odontología.
http://www.saludmedellin.com/index.php?option=com_content&view=article&id=14:-representantes-de-aseguradoras-y-facilitadores-medicos-internacionales-estan-en-medellin-para-hacer-negocios&catid=9:noticias&Itemid=13. Consultado: 14/04/2010. Hora:3.00 pm,

Ministerio de Comercio, industria y turismo.
<http://www.transformacionproductiva.gov.co/Library/News/Files/20090709%20Documento%20Final%20Turismo%20de%20Salud.pdf299.PDF>. Consultado: 15/04/2010. Hora: 11:30 am.

MODELO DE OPTIMIZACIÓN DE ESPACIO PARA ALMACENES DE CLASE MUNDIAL

Franklin Ignacio Páez Rivera
Jorge Eduardo Gómez Echavarría
Docente: Marisol Valencia
Área: Optimización

RESUMEN

La gestión del proceso productivo requiere la valoración de variables inherentes a la demanda tanto del consumo externo, como del interno a la empresa. En los procesos de toma de decisiones en cualquier tipo de organización se pueden pronosticar una o más variables de interés, según lo afirma el autor Carlos Julio Vidal Holguín (2006), además, de que es claro que en una empresa del sector productivo, “es fundamental pronosticar los requerimientos de materiales necesarios para producir los bienes que ella manufactura”. No obstante en empresas que comercializan productos, es decir, que compran materias primas e insumos a proveedores y venden productos terminados a una población de clientes, se hace fundamental pronosticar la demanda de los clientes con el objetivo de planear los requerimientos de materiales y otras variables dentro de la cadena de suministro al interior de la empresa.

En este trabajo se pretende mostrar una metodología para realizar el pronóstico de la demanda de producción, para determinar un adecuado flujo de la mercancía del almacén al departamento de producción, en una empresa que produce y comercializa productos de aseo personal, del hogar y las empresas en general, con el fin de optimizar los espacios de material de empaque e insumos utilizados en la manufactura.

INTRODUCCIÓN

La utilización del espacio en un almacén es vital en una empresa industrial ya que se convierte en un ente crítico al momento de tomar decisiones en la compra de materiales de empaque e insumos, ubicación de los mencionados dentro del área útil, y flujo de los mismo al departamento de producción, lo anterior es indicado en Marín R, (2008), esto para que la cadena de suministro funcione adecuadamente.

H. Frazelle E, Sojo R, (2006) expresan el problema de ubicación y optimización de espacio en una empresa, dicha complicación se presenta cuando hay existencia de embotellamientos causados por la carencia de modelos adecuados de ubicación de espacios que permita arrojar el lugar de almacenamiento de los materiales de empaque e insumos; esto trae como consecuencia el retraso de pedidos del departamento de producción, disminuyendo el rendimiento de producción de la organización. Luego, se ve la necesidad de desarrollar un modelo de mejoramiento de los inventarios,

para lo cual, se parte de un modelo de pronóstico de la demanda del cliente interno de la empresa que requiere el insumo de empaque del almacén.

METODOLOGÍA

El proceso a seguir consta de los siguientes pasos:

- 1- Recolección de información: consumos de material de empaque e insumo, su ubicación, dimensiones, composición físico-química y organoléptica.
- 2- Simulación del flujo de demanda.

Con la base de datos recolectada se generan más datos a partir del comportamiento de una realización de series de tiempo con errores correlacionados.

- 1- Estimación del modelo de serie de tiempo. Uso del programa R.
- 2- Pronóstico con el modelo encontrado.

Con el modelo realizado se incorporan los datos generados para hallar los pronósticos de la demanda.

- 3- Juego de inventarios.

El juego de inventarios se debe ejecutar por medio de los pronósticos de la demanda a partir del modelo de mercancía de la empresa.

- 4- Cantidades finales para la reacomodación de la mercancía.

A partir de la ubicación que arroja el modelo de optimización, se establecerá el movimiento del inventario final.

RESULTADOS ENCONTRADOS

- En este trabajo se diseñó una metodología que parte de la programación de pedidos basada en un pronóstico de la demanda por medio de series de tiempo, lo cual es una práctica logística que facilita el justo a tiempo para que la empresa organice su producción y entregue a tiempo los requerimientos al cliente interno. Por esta razón el pronóstico de una serie de tiempo con su respectivo intervalo de confianza, facilita una programación con tiempo anticipado que agiliza la disposición y movimiento de mercancía en el espacio donde esto se almacenan, para ser despachados, proporcionando una herramienta valiosa en la logística de almacenamiento, producción y movimiento en el proceso productivo.
- En el trabajo se proporcionan 2 alternativas para optimizar el espacio: una basada en minimización de costos o de volumen y otra en la maximización, pero sujetas al cumplimiento de una demanda mínima. El resultado de la minimización detectó el aprovechamiento del espacio en un rango de porcentajes entre 18% a 98.5%, que es el recomendado para evitar el almacenamiento del material sobrante que genera un sobre costo de inventario, o la pérdida del mismo por caducidad.
- Los costos de almacenamiento disminuyen notablemente debido a que decrecen los costos variables (costos unitario de mantenimiento del múltiple), causando una baja notoria en los estados de resultados.

REFERENCIAS

Adams, J.L, Conceptual Blockbusting, Addison-Wesley, Reading, MA. Pdf del manual de Lingo 1986.

Boizan, M. OPTIMIZACION. Playa, ciudad de la habana. 1988, 294 pag.

Guerrero, V. Análisis estadístico de series de tiempo económicas, México, 2003, 392 Pág.

Huijun, S. A bi-level programming model and solution algorithm for the location of logistics distribution centers. Revista ELSEVIE, 2007, p. 610-616.

La gran enciclopedia de economía [EN LINEA]<disponible en:
<http://www.economia48.com/spa/d/covarianza/covarianza.htm>> [Consulta Junio 2010].

Marín, R. Almacén de clase mundial: Propuesta para una operación logística rentable. Medellín, 2008, 198 Pág.

Mintransporte [En Línea]<disponible en:
<http://www.mintransporte.gov.co/mercapeli/Glosario/Glosario.htm>>[Consulta: Septiembre 2009]

Mohsen, J. Simulation in manufacturing and business: A review. European Journal of Operational Research. Revista ELSEVIER, 2009, p 13.

OIT Seguridad en la utilización de productos químicos en el trabajo [EN LINEA] <disponible en:
<http://webfusion.ilo.org/public/db/standards/normes/appl/appl-displayConv.cfm?conv=C170&hdroff=1&lang=ES>> [Consulta: Septiembre 2009] 12-09-09, 4:30 pm.

Programaciónlineal.net [EN LINEA]<disponible en:
<http://www.programacionlineal.net/sensibilidad.html>> [Consulta Junio 2010]

Suratep [EN LINEA] <disponible en:
http://copaso.upbbga.edu.co/juegos/manejo_sust_quimicas.pdf> [Consulta: Septiembre 2009]

The R Project for Statistical Computing [EN LINEA]<disponible en: <http://www.r-project.org/>>[Consulta Abril 2009]

UPC [EN LINEA] <disponible en:
<http://www.edicionsupc.es/ftppublic/pdfmostra/OE03202M.pdf>>[Consulta: Mayo 2010]

Wei, W. Multivariate Time Series Analysis. United state,1999, 614 pág.

METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS DE FRONTERAS EFICIENTES FINANCIERAS EN UN SECTOR EMPRESARIAL ANTIOQUEÑO

Shayra Medina

Sandra Serna

Docente: Marisol Valencia

Semillero de Investigación SIPROC

RESUMEN

Los ratios financieros son valores numéricos que expresan una relación entre dos medidas que dan información sobre el estado financiero y ayudan a quienes deben tomar decisiones en el otorgamiento de créditos a las empresas, sobre cómo pueden sustentar sus decisiones. En este trabajo se pretende mostrar el análisis de indicadores financieros que dan cuenta de resultados empresariales, ilustrando la eficiencia financiera de un sector empresarial antioqueño, proporcionando pautas para el mejoramiento en el mismo, con un modelo de análisis de datos envolventes (DEA).

INTRODUCCIÓN

Los ratios financieros dentro de una organización son importantes para la toma de decisiones sobre su rentabilidad, dando continuidad a algunas de sus políticas, o mejorando estrategias para aumentar su competitividad. Sin embargo, existe otra metodología poco empleada para el análisis financiero, pero que proporciona una técnica útil para la estimación de eficiencia, esta es la técnica de Análisis de Datos Envolventes, DEA. Estos y otros aspectos serán destacados en esta sección, comenzando por el análisis financiero.

Existen indicadores que pueden ser analizados para determinar el estado de competitividad de una organización, uno de ellos es Innovación, otro de ellos, de alta importancia, es la gestión financiera (Sala-i-Martin, 2009) dentro del cual se encuentra, el análisis de ratios financieros.

El análisis de indicadores o razones financieras presenta utilidad para tres grupos de personas: (Weston y Brighman, 1994)

- Los administradores, utilizan este análisis para evaluar y tomar las mejores decisiones para la organización y así mejorar su operación.
- Los analistas de crédito, a través de este análisis investigan la capacidad de endeudamiento de una organización.
- Los analistas de valores, incluye a los analistas de acciones, quienes se interesan en la eficiencia y en el crecimiento de la organización.

Weston y Brigham (1994) presentan algunas limitaciones del análisis de ratios financieros, así:

- La información contable puede ser manipulable y con esto hacer que los estados financieros de una organización son fuertes.
- Cuando se operan distintas divisiones en industrial totalmente diferentes es complejo desarrollar un conjunto de razones financieras significativo con propósitos comparativos.
- Los factores estacionales puede afectar el análisis de razones financieras.
- La aplicación de prácticas contables diferentes puede distorsionar la comparación entre empresas, por ejemplo, los métodos de valoración de inventarios y depreciación pueden afectar los estados financieros.
- Establecer generalizaciones sobre si una razón en especial es buena o mala es difícil.
- Una organización puede tener algunas razones que se vean bien y otras que se vean mal, luego determinar si en promedio la organización es fuerte o débil es difícil.

Estimar indicadores de eficiencia financiera con el modelo DEA, puede ser muy apropiado para mejorar el análisis financiero. Ayela y Gómez (1993), utilizan el modelo DEA para describir las fronteras eficientes en el análisis financiero para un grupo de empresas en España, describiendo porqué puede ser más apropiado esta metodología, que el análisis financiero tradicional. Yeh Quey J. (1996), utiliza la técnica DEA para el análisis de ratios financieros de un grupo de bancos en Taiwan, donde utilizan análisis del factor para agrupar ratio financieros, y además, realizan comparaciones entre grupos de eficiencia: alto, medio y bajo.

Lo anterior permite entonces ver la utilidad de esta técnica de análisis de eficiencias en el ámbito financiero, para proporcionar medidas de gestión como indicadores base para la ejecución de mejoras en la organización o sector empresarial determinado, por ejemplo, un sector de confecciones en Antioquia.

Índices de eficiencia, basados en Inputs y Outputs.

Eficiencia se asocia al uso racional de los recursos disponibles, es decir, se utiliza para describir aquel proceso productivo que emplea de manera óptima todos sus factores de producción, según la tecnología existente³.

Con el uso de la técnica DEA, es posible obtener un indicador específico de eficiencia asociado a la gestión de los inputs en la empresa durante el proceso productivo.

Una empresa presenta un comportamiento eficiente cuando obtenga el máximo output dado un vector de inputs, o bien sea, utilice un mínimo de inputs para producir un output determinado.

Modelo de Análisis de Datos Envoltentes, DEA

La técnica de Análisis de Datos Envoltentes o Data Envelopment Analysis, DEA, es una técnica matemática basada en la teoría de la producción que proporciona un método para estimar la frontera

³ Disponible en: <http://www.revistarecta.com/n10/05.pdf>

eficiente y un procedimiento analítico para medir la eficiencia de las unidades de decisión, según Ayela Gómez, 1993 quienes muestran una aplicación de esta técnica en el área financiera, afirmando que este proporciona una herramienta para analizar la eficiencia para la toma de decisiones financieras.

Forma fraccional del modelo CCR (Charnes-Cooper y Rhodes, 1978)

$$\begin{aligned}
 & \text{Maximizar } \sum_{r=1}^s u_r y_{rk} / \sum_{i=1}^m v_i x_{ik} \quad j = 1, \dots, n \\
 & \text{s.a.} \\
 & \sum_{r=1}^s u_r y_{rj} / \sum_{i=1}^m v_i x_{ij} \leq 1 \\
 & u_r > 0 \quad r = 1, \dots, s \\
 & v_i > 0 \quad i = 1, \dots, m
 \end{aligned}$$

Donde:

j = Subíndice de las DMU (j = 1, 2, . . . , n), cada DMU es una unidad de decisión, que en este caso serán las empresas.

i= Subíndice de los inputs (i= 1, 2, . . . , m).

r= Subíndice de los outputs (r = 1, 2, . . . , S).

k = Empresa o sector específico a evaluar.

x_{ij}= i-ésimo input de la j-ésima empresa.

y_{rj}=r-ésimo output de la j-ésima empresa.

v_i= Ponderaciones para los inputs i.

u_r= Ponderaciones para los outputs r.

En este caso, un output representa una salida o resultado de un proceso que tuvo una entrada o input. En caso del análisis financiero, input y output pueden considerarse como los recursos necesarios para generar rentabilidades, o utilidades.

Definición de PYME

Se entiende por pequeña y mediana empresa (PYME) (Artículo 2, Ley 905 de 2004)⁴, toda unidad de explotación económica, realizada por persona natural o jurídica, en actividades empresariales, agropecuarias, industriales, comerciales o de servicios, rural o urbana, que responda a dos (2) de los siguientes parámetros:

Variables del análisis financiero consideradas.

Como variable respuesta del modelo lineal mixto, será considerada la utilidad, ya que representa una salida de la operación de una empresa, y dado que un output es el resultado de la actividad de la

⁴ Disponible en: <http://www.mipymes.gov.co/pyme/newsdetail.asp?id=225&idcompany=43>

empresa, la utilidad representa el beneficio de dicha actividad y por lo tanto, esta constituye un output. El efecto aleatorio para este modelo lo causan las medidas longitudinales de los últimos años de esta muestra representativa de las PYMES de Antioquia de este sector.

Como covariables fijas del modelo lineal mixto, se encuentran los pasivos y el patrimonio, que sumados conforman el activo total, y a su vez, corresponden a inputs o entradas organizacionales.

Es importante resaltar que estas variables son la base del cálculo algunos indicadores y ratios financieros comparados de un periodo a otro, pero además, deben ser consideradas en sus unidades naturales por tener la mayor información relevante al análisis contemplado.

Luego, las utilidades servirán como output dentro del modelo DEA con el cual se estimaría la eficiencia, y los inputs, los pasivos y patrimonio.

“Los demás resultados de este trabajo serán mostrados en el momento de la ponencia”.

REFERENCIAS

Ayela R.M. y Gómez C. (1993). Generación de fronteras eficientes en el análisis financiero. Revista española de financiación y contabilidad}. Vol XXIII. No. 74. pag 133-152.

Charnes A., Cooper W.W., R. E. (1978), ‘Measuring the efficiency of decision making units’. European Journal of Operational Research. 2(6), 429–444.

Cruz Casanova, R., Nieves Bernal, G.A. (2008). Aplicaciones de las métricas EVA, GEO y análisis Dupont. Memoras del tercer congreso Internacional de Ciencias-Económico-administrativo. ESCALA.

Feroz E.H., Kim S., R. R. (2003), ‘Financial Statement Analysis: A Data Envelopment Analysis Approach.’, The Journal of the Operational Research Society. 54(1), 48–58.

Ibarra Mares, A. (2006). Una perspectiva sobre la evolución en la utilización de las razones financieras ó ratios. Pensamiento y Gestión. Universidad del Norte. No. 21. Págs. ISSN 1657-6276. 234-271.

Ministerio de Industria y Comercio. Disponible en: <http://www.mincomercio.gov.co/eContent/documentos/EstudiosEconomicos/2010-IndustriaFebrero.pdf> .

Moreno, Fernández Joaquín A, “*Las Finanzas en las Empresas*”, p.187, Editorial CECSA, México 2002.

Rosillo, J. (2002). Modelo de predicción de quiebras de las empresas colombianas. INNVAR.

Revista de Ciencias Administrativas y Sociales. Enero – Junio. Número 019. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá Colombia. Pp 109 – 124. ISSN 0121-5051

Rubio A. y Aragón A. (2002). Factores explicativos del éxito competitivo. Un estudio empírico en la PYME. Cuadernos de Gestión Vol. 2. N.º 1.

Smith, P. (1990), 'Data envelopment analysis applied to financial statements.', Omega. 18(2), 131–138.

Sala-i-Martin X. (2009). The Global Competitiveness Report 2009–2010. World Economic Forum. Geneva, Switzerland.

Sánchez y otros (2005). Factores asociados con el éxito competitivo de las Pymes industriales en España. Universia Bussines Review - Actualidad económica. Cuarto trimestre. ISSN 1698-5117.

Weston, J F y Brigham E F.(1994) Fundamentos de Administración Financiera. McGrawHill Décima Edición. ISBN 0-03-075474-7.

DESCRIPCIÓN DE PRÁCTICAS LOGÍSTICAS ENCONTRADAS EN LA CADENA DE FRÍO DE PRODUCTOS LÁCTEOS EN EL VALLE DE ABURRÁ.

Julián Ruiz

Esteban Restrepo Henao

Vanesa Sierra Zuluaga

Manuela Lezcano Palacio.

Docente: Marisol Valencia

Semillero de Investigación SIPROC

RESUMEN

A partir de la necesidad de dar solución a un problema específico como lo es la logística en la cadena de frío y garantizar el mantenimiento de la temperatura de productos lácteos, específicamente leche (en diversas fases sucesivas), surge este estudio como avance de un proyecto de investigación que parte del diseño de una matriz de revisión de buenas prácticas logísticas de la cadena de frío en productos lácteos. En la etapa I del proyecto se genera la base para realizar el muestreo en las empresas de este sector en el Valle de Aburrá, y en la etapa II se realiza el análisis descriptivo de los datos con el objetivo de presentar un diagnóstico preliminar sobre las buenas prácticas logísticas desde la recepción de materia prima hasta los centros de distribución en las empresas de este sector, el cual es el propósito de este trabajo.

INTRODUCCION

En la actualidad gran volumen de productos lácteos son procesados, los cuales por ser perecederos deben poseer un manejo adecuado de transporte, distribución y almacenamiento en el que se controle la temperatura especialmente, pues según Héctor Navarro López, 2008, “la medición de la temperatura es una de las actividades más importantes dentro de la cadena de frío, puesto que garantiza el cumplimiento de las temperaturas en las cuales puede oscilar un producto”, la cual interviene en esta cadena con el fin de que el producto consumido llegue en buenas condiciones organolépticas a los consumidores para que sean productos satisfactorios para ellos.

Por ello es necesario establecer una metodología basada en factores logísticos, con el objetivo de elaborar un diagnóstico de las buenas prácticas, que al ser consignadas en una matriz, facilitan la descripción de las buenas prácticas realizadas en los procesos logísticos de la cadena de productos lácteos. El propósito de este trabajo, plantea la metodología de diagnóstico con un análisis descriptivo de los resultados obtenidos del primer muestreo empresarial.

METODOLOGIA

En este trabajo se propone realizar un estudio descriptivo que permita presentar de manera objetiva datos y resultados obtenidos al investigar por medio del muestreo realizado, parte de la cadena de frío de productos lácteos utilizando para ello la matriz y una descripción cualitativa de los resultados. Estos permitirán establecer un diagnóstico preliminar del manejo adecuado de procedimientos logísticos de los productos lácteos en las plantas observadas.

La matriz de chequeo que se utiliza maneja principalmente los siguientes ítems: almacenamiento tanto de la materia prima como del producto terminado, estandarización de embalajes, transporte de materia prima y producto terminado, proceso logístico del sistema de carga y descarga, operadores logísticos, *picking*, control de calidad materia prima y producto terminado, tecnología de información, indicadores de gestión y capacitación.

La evaluación de dichos ítems y sus respectivos derivados se realiza mediante la categorización de estos en los siguientes grupos: conforme si se considera que cumple los requerimientos especificados según el decreto 3075 de buenas prácticas manufactureras con énfasis en responsabilidad gerencial, condiciones del área de proceso, instalaciones, equipos y utensilios, prevención de contaminación cruzada, plan de saneamiento y sistema de control y aseguramiento de la calidad, además de cumplir con los factores logísticos previamente definidos; o no conforme si se considera que incumple, esta inconformidad de igual modo se clasifica en: menor, mayor o crítica dependiendo del grado de incumplimiento e importancia; lo cual se complementa con observaciones.

En el siguiente diagrama se observa la cadena logística que sigue la leche:



RESULTADOS PRELIMINARES

La etapa donde se encuentra el proyecto es de revisión del sistema productivo y logístico de varias empresas del sector, hasta el momento se ha logrado la realización de tres visitas, las cuales han generado los siguientes resultados:

EMPRESA 1: Se obtuvo la mayoría de conformidades en todo el diagnostico realizado. Las no conformidades encontradas fueron menores las cuales son por el tipo de empresa visitada (microempresa láctea) tales como carencia de dispositivos de medición de temperatura en tanques de almacenamiento de leche específicamente, acceso, poca limpieza en alrededores y falta de elementos adecuados que eviten la pérdida de temperatura en el proceso de carga y descarga.

EMPRESA 2: Todos los aspectos a revisar cumplieron los requisitos establecidos y fueron conformes, dado que es una empresa con gran recorrido en el medio y tecnologías de control para el proceso adecuadas.

EMPRESA 3: Esta empresa tiene poco cubrimiento de mercado y tiene productos de consumo poco común, como quesos gourmet. La mayoría de las variables de la matriz fueron clasificadas como conformidades con algunas observaciones notorias y dentro de las no conformidades algunas son mayores para los procesos logísticos, mas no son críticas: carencia de conectividad, de intercambio electrónico de documentos, además los proveedores no son todos certificados, en este sentido, esta empresa debe generar un plan de mejoramiento para evitar pérdida de la cadena de frío que altere su calidad, así como mejorar sus sistemas para garantizar mejor flujo de información.

Dentro de las no conformidades menores se encuentra que: si bien utilizan canastas para el almacenamiento, estas evitan el contacto del producto con el medio y son plásticas, faltan más elementos que evitan la pérdida de temperatura en el proceso de descarga de materia prima, y el abastecimiento inicial de materias primas no se realiza a temperaturas controladas, aunque el lugar maneja bajas temperaturas. Finalmente la Información requerida en el proceso no es en tiempo real y no existen redes privadas. Si bien en general se observaron algunas no conformidades o malas prácticas logísticas, la única que amerita hasta el momento mayor precaución es la entrega certificada a clientes distribuidores.

CONCLUSIONES

En este trabajo de investigación el uso de una matriz general de chequeo basada principalmente en el decreto 3075 de 1997 acerca de las buenas prácticas manufactureras fue empleada con el fin de realizar un estudio de datos y resultados que permiten el establecimiento de un diagnóstico preliminar del manejo adecuado de procedimientos logísticos de los productos lácteos en las diferentes plantas visitadas y observadas.

La salud es un bien de interés público, por lo tanto las buenas prácticas manufactureras son direcciones de orden público, para regular todas las actividades que pueden generar factores de riesgo para el consumo de alimentos.

Otra investigación a realizar es sobre el inicio del ciclo de producción en la industria láctea en las haciendas ganaderas con la obtención de la leche por medio del ordeño de las vacas, por tanto es necesario una adecuada cadena bovina que implique buenas prácticas veterinarias, la prevención y vigilancia de enfermedades zoonóticas, epidémicas o emergentes, el manejo sanitario de los productos y programas de sanitización. Las empresas productoras de lácteos deben ser conscientes de esto y deben seguir controles especiales establecidos en el decreto 3075 de 1997.

REFERENCIAS

ANDI. La cadena nacional de frio en Colombia: diagnostico y recomendaciones En: Revista ANDI. Medellín. No. 148. (Sept.-Oct. 1997); p. 48-52

BENCHMARK. En: Lácteos: base de datos bibliográfica y textual [en línea]. Bogotá, 2009. <Disponible en: www.bpr.com.co>

CARRANZA, Octavio y SABRIÀ, Federico. Logística: mejores prácticas en Latinoamérica. México: Thompson, 2005. 426 p.

CONPES. Política Nacional Logística. Bogotá: CONPES, 2008. 63 p. (Conpes 3547).

DECRETO 3075 DE 1997. [Acceso abril 2010]. <Disponible en: http://www.legicol.com/lejuero40/Decreto_3075_de_1997.pdf>

EXPORTA PERÚ. 2004. BUENAS PRACTICAS DE MERCADEO Y MANUFACTURA. Requisito BPMM. Perú. [Acceso abril 2010] <Disponible en: <http://www.siiicex.gob.pe/siiicex/resources/calidad/91a9a6b3-f245-4fa3-ad62-434a62d1f131.pdf>>.

MINISTERIO DE LA PROTECCION SOCIAL. Guía sobre las buenas prácticas de manipulación de alimentos en las bodegas y sitios de almacenamiento del ICBF. [Acceso en abril de 2010]. <Disponible en: <http://www.icbf.gov.co/espanol/sede/2006/cp105/Archivo%20No.3%20-%20Anexo%207.24-3.pdf>>

NAVARRO LÓPEZ, Héctor. La logística en la cadena de frio En: Revista Zonológica. Bogotá. Vol.1, No 6. (2002); p.34-37

NAVARRO LOPEZ, Héctor. Logística para la cadena de frío. En: Congreso ACOLOG (5: 2008, Bogotá). [En línea]. <Disponible en: http://www.acolog.org/doc_publicos/logistica_cadena_frio.pdf>

PONCE, Luisa Fernanda, RODRIGUEZ FERNÁNDEZ, Alfonso. BUENAS PRÁCTICAS DE MANUFACTURA VIGENTES Y SU RELACIÓN CON LA GARANTIA DE CALIDAD. <Disponible en: <http://www.ciencias.unal.edu.co/unciencias/data-file/farmacia/revista/V20P63-68.pdf>>

**CONSTRUYENDO LAS BASES DE LA INVESTIGACION FORMATIVA EN
INGENIERIA INDUSTRIAL: BALANCE DEL I ENCUENTRO DE INVESTIGACION
FORMATIVA 2010**

PhD (C), Msc. Javier Darío Fernández Ledesma
Coordinador Grupo de Investigación en Sistemas Aplicados en la Industria (GISAI)
Facultad de Ingeniería Industrial
Universidad Pontificia Bolivariana

Introducción

Directivos, docentes, estudiantes e investigadores de la Facultad de Ingeniería Industrial DE LA Universidad Pontificia Bolivariana, nos reunimos en torno a nuestro I Encuentro de Investigación Formativa, evento que contó con la participación activa de los miembros de nuestra facultad.

Conferencia Inaugural: La Investigación Formativa en el Ámbito Universitario



La Conferencia Inaugural: Investigación Formativa en el Ámbito Universitario a cargo del Dr. Bernardo Restrepo, se fundamentó principalmente en proponer a los asistentes las bases metodológicas sobre las cuales debe ser guiado el proceso de investigación formativa en la universidad, desde los proyectos de aula hasta su articulación con los proyectos de investigación que se desarrollan a nivel de grupos.

Conferencia Intermedia: La Investigación Formativa



La Conferencia Intermedia: Investigación Formativa a cargo del Profesor Helmer Ramírez, se fundamenta principalmente en proponer a los asistentes desde un ámbito crítico reflexivo las implicaciones que desde la práctica docente tiene el liderazgo de las propuestas de investigación formativa desde el aula y hacia la construcción de una propuesta metodológica para los trabajos o modalidades de grado.

I Encuentro de Investigación Formativa Facultad de Ingeniería Industrial Universidad Pontificia Bolivariana

Se dio la participación de más de 20 ponentes quienes enviaron previamente sus ponencias para someterlas a un proceso de evaluación académica y compartir sus resultados en el marco de la jornada

Ponencias Enviadas

POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE ALGUNAS ESPECIES DEL GÉNERO BOMAREA
Daniela M. Arango M. *, Sandra M. Serna P. *, Ana M. Hernández Z. *, Lorena Cuartas C. *
ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN CONTACT CENTER
Pizarro Vásquez Isabel Cristina

Guía metodológica para la aplicación de un modelo de simulación discreta en el sector del servicio automotriz, caso específico: Euroautos Ltda.-Renault minuto
Julián Andrés Ceballos Carillos, Eyder Daniel Restrepo Núñez
EVALUACIÓN DEL USO Y APROPIACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN (TIC) EN LAS MICROPYMES INDUSTRIALES EN LA CIUDAD DE SANTA MARTA D.T.C.H.
Ricardo David Méndez Palacio
Vigilancia Tecnológica e Inteligencia Competitiva para el desarrollo Colombiano.
Andrés Betancur Ramos
INCIDENCIA DE LOS CLUSTER INDUSTRIALES EN EL AUMENTO DE LAS CAPACIDADES DE INNOVACION EN LAS EMPRESAS DE ANTIOQUIA
Daniel Ramírez Gonzales
CURVAS EN S EN LA INNOVACION TECNOLOGICA
David Tabares Moreno
ESTRATEGIA TECNOLOGICA EN PAISES LATINOAMERICANOS
Dayana Martínez Daniels
MATERIALES PARA LA FABRICACION DE IMPLANTES QUIRURGICOS CON APLICACIONES ORTOPEDICAS.
Jairo Narváez Salas
LA GESTIÓN TECNOLÓGICA COMO HERRAMIENTA PARA LA LOGÍSTICA INVERSA
Lina M. Valencia Monsalve
Producción de xilitol a partir de hidrolizado de aserrín empleando Candida tropicalis
Sebastián Lemaître Dahl
ESTRATEGIAS DE INNOVACION EN EMPRESAS LATINOAMERICANAS
Vanessa Montero Ruiz
FORMULACIÓN DE UN PLAN DE NEGOCIO PARA LA APERTURA DE UN GIMNASIO DE ESCALADA
Aristizabal Ramírez, Julián Eduardo. Castaño Posada, María Claudia

SIMULACION DE UN PROBLEMA DE COLAS BASADO EN DATOS SUPUESTOS DEL METRO DE MEDELLIN
A. Álzate ^a , M. Ángel ^a y L. Ramos ^a .
MODELO DE SIMULACION EN UN CALL CENTER
Luisa Fernanda Peláez, David Tabares Moreno, Adriana Padilla Espinosa
COMPARACION DE PROBLEMAS EN DOS HERRAMIENTAS DE PROGRAMACION LINEAL ENTERA
Sandra Londoño Velez ^a , Ana Maria Lotero ^a
PROGRAMACION NO LINEAL POR MEDIO DE SOLVER Y LINGO
Andrés Álzate Ríos, Mónica Ángel Pineda
MODELACIÓN Y SOLUCIÓN DE PROBLEMAS DE PL MEDIANTE SOLVER Y LINGO
David Tabares Moreno, Lorena Ramos Pacheco
EL PROBLEMA DEL TRANSPORTE DE CARGA EN COLOMBIA Y SU INFLUENCIA EN LAS EXPORTACIONES.
LORENA CUARTAS CACERES, ERIKA MILENA DIAZ LONDOÑO, SARA MILENA GIRLADO YEPES, ESTEBAN RESTREPO HENAO
Turismo en Salud
Ayala Hernández Carlos A, Fadul Barbosa Alejandra, Páez Rivera Franklin I
Modelo de optimización de espacio para almacenes de clase mundial
Franklin Páez, Jorge Gómez
Metodología para el Análisis de Fronteras eficientes financieras en un sector empresarial Antioqueño
Sandra Serna, Shayra medina
Descripción de prácticas logísticas encontradas en la cadena de Frío de productos lácteos en el Valle de Aburrá
Esteban Restrepo, Julián Ruiz, Manuela Lezcano y Vanessa Sierra

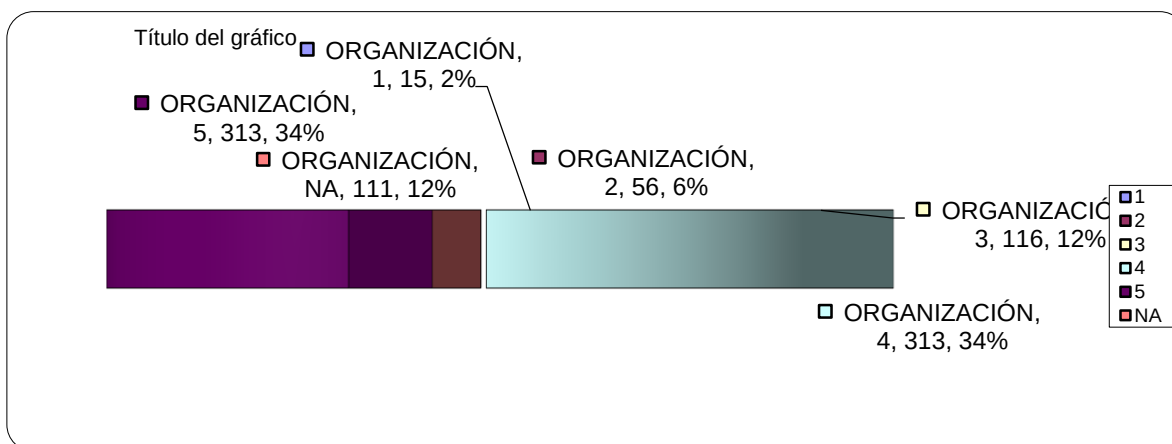
Ponencias Presentadas

CURVAS EN S EN LA INNOVACION TECNOLOGICA
David Tabares Moreno
Modelo de optimización de espacio para almacenes de clase mundial
franklin Páez, Jorge Gómez
COMPARACION DE PROBLEMAS EN DOS HERRAMIENTAS DE PROGRAMACION LINEAL ENTERA
Sandra Londoño Vélez, Ana María Lotero
SIMULACION DE UN PROBLEMA DE COLAS BASADO EN DATOS SUPUESTOS DEL METRO DE MEDELLIN
A. Álzate, M. Ángel y L. Ramos .
MODELO DE SIMULACION EN UN CALL CENTER
Luisa Fernanda Peláez, David Tabares Moreno, Adriana Padilla Espinosa
EVALUACIÓN DEL USO Y APROPIACIÓN DE LAS TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y LA COMUNICACIÓN (TIC) EN LAS MICROPYMES INDUSTRIALES EN LA CIUDAD DE SANTA MARTA D.T.C.H.
Ricardo David Méndez Palacio
POTENCIAL ANTIOXIDANTE DE ALGUNAS ESPECIES DEL GÉNERO BOMAREA
Daniela M. Arango M., Sandra M. Serna P., Ana M. Hernández Z., Lorena Cuartas C.
MATERIALES PARA LA FABRICACION DE IMPLANTES QUIRURGICOS CON APLICACIONES ORTOPEDICAS.
Jairo Narváez Salas
LA GESTIÓN TECNOLÓGICA COMO HERRAMIENTA PARA LA LOGÍSTICA INVERSA
Lina M. Valencia Monsalve
PROGRAMACION NO LINEAL POR MEDIO DE SOLVER Y LINGO
Andrés Álzate Ríos, Mónica Ángel Pineda
EL PROBLEMA DEL TRANSPORTE DE CARGA EN COLOMBIA Y SU INFLUENCIA EN LAS EXPORTACIONES.

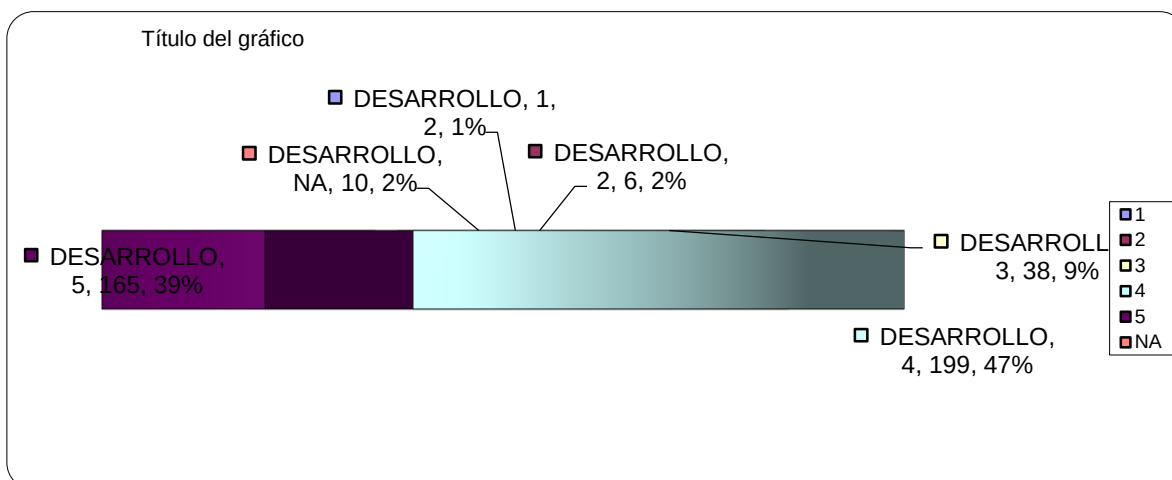
LORENA CUARTAS CACERES, ERIKA MILENA DIAZ LONDOÑO, SARA MILENA GIRLADO YEPES, ESTEBAN RESTREPO HENAO
Guía metodológica para la aplicación de un modelo de simulación discreta en el sector del servicio automotriz, caso específico: Euroautos Ltda.-Renault minuto
Julián Andrés Ceballos Carillos, Eyder Daniel Restrepo Núñez
Metodología para el Análisis de Fronteras eficientes financieras en un sector empresarial Antioqueño
Sandra Serna, Shayra medina
Descripción de prácticas logísticas encontradas en la cadena de Frío de productos lácteos en el Valle de Aburrá
Esteban Restrepo, Julián Ruiz, Manuela Lezcano y Vanessa Sierra

Evaluación de la Jornada

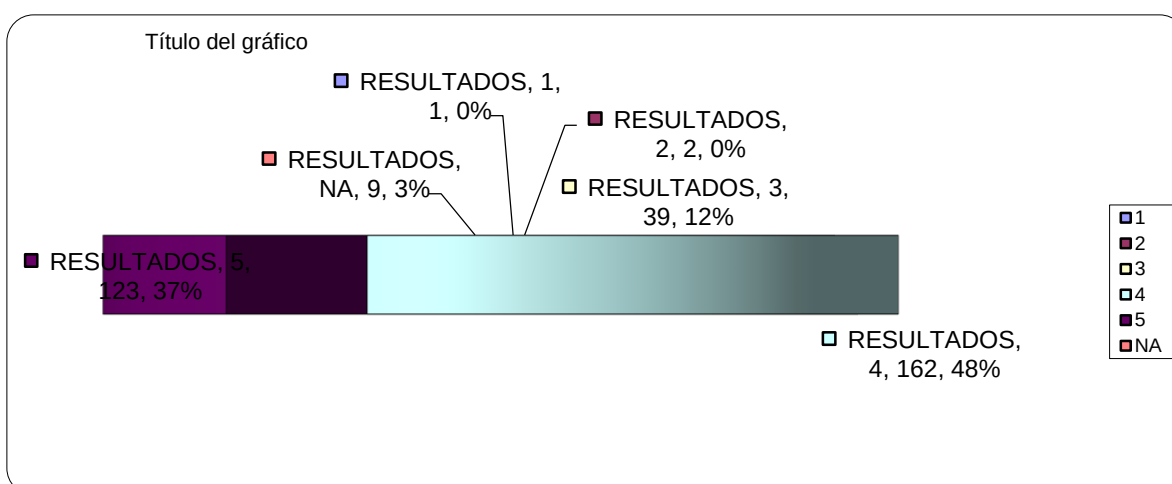
Evaluamos los ítems de organización, desarrollo y resultados generados en la Jornada, obteniendo los siguientes indicadores:



Vemos como el 68% de los asistentes a la Jornada, evalúan esta como muy bueno y bueno en materia de organización, valorando positivamente los ítems de: Información oportuna a cerca de la fecha, hora, lugar y objetivos, Sitio empleado para realizar el evento, Capacidad del salón o espacio físico utilizado para el desarrollo del evento, Comodidad de mesas, asientos y áreas de trabajo, Calidad de los equipos de trabajo y ayudas audiovisuales, Cumplimiento del horario, Duración del evento, Atención personal de servicios generales y Atención del personal de apoyo logístico.



Vemos como el 86% de los asistentes a la Jornada, evalúan esta como muy bueno y bueno en materia de desarrollo, valorando positivamente los ítems de: Conocimiento y dominio del tema por parte del facilitador, Desarrollo de los objetivos por parte del facilitador, Metodología apropiada para desarrollar el tema, Material de apoyo, Empatía y relaciones interpersonales del facilitador.



Vemos como el 85% de los asistentes a la Jornada, evalúan esta como muy bueno y bueno en materia de resultados, valorando positivamente los ítems de: Pertinencia del tema para su área de desempeño, Aporte del tema al desempeño de sus funciones, Cumplimiento de objetivos establecidos, Satisfacción de las expectativas del participante.



BALANCE FINAL

Como indicadores finales de participación en nuestra I Jornada de Investigación Formativa, presentamos los siguientes:

ASISTENTES	247
OTRAS ENTIDADES Y UNIVERSIDADES PARTICIPANTES	3ⁱ
PONENTES I JORNADA	27

ⁱ Entre quienes se encuentran: UPB Manizales, Institución Universitaria de la Costa, U de A...